МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-
методическому комплексу
_____С. А. Упоров

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

ОП.13 СКУЛЬПТУРА И ПЛАСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Специальность
54.02.02 ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОЕ ИСКУССТВО И НАРОДНЫЕ ПРОМЫСЛЫ (ПО ВИДАМ)
Направленность: Художественная обработка металла

программа подготовки специалистов среднего звена
на базе основного общего образования

Одобрена на заседании кафедры

Художественного проектирования и теории творчества
(название кафедры)

Зав.кафедрой _____
(подпись)

Кардапольцева В.Н.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

ИЭФ
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Автор: Печенкин С.И., зав. Метод. каб. кафедры ХПТТ, преподаватель

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

Введение ….....3

Требования к уровню освоения дисциплины ….....4

Предлагаемая тематика рефератов ….....4

Тематика практических аудиторных работ.....6

Тематика практических самостоятельных работ.....7

Оборудование и инструменты для проведения практической работы ….....8

Скульптурные материалы.....12

Способы моделирования и лепки.....12

Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....16

Приложение.....17

ВВЕДЕНИЕ

Задания к самостоятельной и практической работе для очной формы обучения студентов по дисциплине «Скульптура» предусматривает активное самостоятельное изучение программного теоретического и практического материала, индивидуальные консультации с преподавателем, а также форму отчетности в виде общего просмотра готовых работ в конце семестра.

Тематика и композиционное решение самостоятельной работы по дисциплине «Скульптура» является индивидуальной, что прививает студентам ответственность и творческую самостоятельность.

В самостоятельную и практическую работу входят элементы учебной проектно-художественной деятельности, что позволяет осуществлять междисциплинарную связь с другими дисциплинами художественного цикла, согласно учебному плану. В самостоятельной практической работе значительным является композиционный аспект деятельности, являющийся элементом поисково-эвристической деятельности студентов.

Самостоятельная работа по дисциплине «Скульптура» является одним из подготовительных этапов к выполнению ВКР.

Скульптура, в отличие от других видов изобразительного искусства, создает не иллюзорный, а реальный трехмерный объем. Объемно-пластическое моделирование создает условия для практического овладения пластическими художественными средствами. Формирует объемно-пространственное мышление.

Цель самостоятельной и практической работы: готовка дипломированных специалистов, обладающих творческим подходом к процессу моделирования скульптурных форм, умеющих применять на практике навыки объемно-пространственного мышления.

Задачи самостоятельной и практической работы:

Дать основы теоретических знаний о скульптуре как виде искусства, о скульптурных материалах, инструментах и приспособлениях.

Обучить методике организации и проведения скульптурной работы.

Усвоить основные профессиональные понятия и определения.

Познакомить с основными выразительными средствами скульптуры как вида изобразительнлого искусства.

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Студент должен иметь представление:

Об основные понятия и определения по теории скульптуры, сведения об основных скульптурных материалах, инструментах, методику организации процесса работы над скульптурным произведением.

О художественных средствах гармонизации и обобщения формы.

О понятиях «пластика» и «ваяние».

Студент должен знать и уметь:

Осуществлять поиск, отбор и обработку информации в области культуры и изобразительного искусства,

Уметь выполнять учебные и творческие задания (реферат, контрольную, самостоятельную, курсовую работу).

Технологии исследования по заданной теме.

Приемы анализа произведений культуры и изобразительного искусства.

Интегрировать полученные знания в области смежной деятельности (рисунок, композиция, живопись).

Студент должен иметь навыки:

Практической работы со скульптурными материалами.

Владение скульптурными инструментами и приспособлениями.

Грамотной и безопасной организации рабочего места.

ТЕМАТИКА ТВОРЧЕСКИХ АУДИТОРНЫХ РАБОТ

Задание №1. Орнаментальный рельеф - (бордюр, розетка на основе природных растительных форм). Особенности рельефных изображений. Виды рельефа, применение. Особенности передачи пространственного изображения в барельефе и горельефе. Основные принципы и последовательность в моделирования рельефной формы. Средства пластической выразительности и целостности передачи рельефной формы. Разработка и моделировка рельефной формы на основе растительного орнамента. Орнаментальный рельеф – *барельеф, горельеф* (бордюр, розетка) на основе природных растительных форм. Подбор и разработка орнаментального мотива и его структуры, выявление пластического единства.

Цель работы: Формирование целостного видения и передачи пластически связной формы.

выбранного персонажа. Создать выразительное, напряженное, законченное по смыслу движение. Разработать антураж. Поиск изобразительных аналогов на заданную тему (сказочный, литературный, мифологический антропоморфный персонаж). Изучение литературных источников вдохновения. Графические эскизные зарисовки композиционного решения образа антропоморфного сказочно-мифологического персонажа.

Задание №2. Иллюзорно-пространственный рельеф. Композиция в круге, барельеф. абстракция. Пластическими средствами (рельеф-контррельеф) скомпоновать 3 предмета Выявление зрительных пластических взаимосвязей группы предметов средствами линейной и воздушной перспективы в целостной средовой композиции

Цель работы: Средствами пластики создать стилизованный целостный, выразительный эмоционально-чувственный образ.

Задание №3. Барельефное профильное изображение головы человека (с натуры).

Цель работы: Формирование целостного видения и передачи характерной формы живой человеческой головы.

ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Лепка и моделирование скульптурных форм в основном осуществляется руками, однако необходимо иметь и специальное оборудование и инструменты.

Станки для лепки можно приобрести готовые (металлические) или сделать самим. На рис. 1, а представлен образец такого станка: толщина ножек - 4х4 см, толщина крышки - 2-3 см, толщина оси крышки - 3 см, размер плоскости крышки - 20х20 см. Чтобы крышка лучше вращалась, в нее можно врезать подшипник (рис. 1, б). Для защиты от влаги деревянную крышку покрывают линолеумом или пластиком.

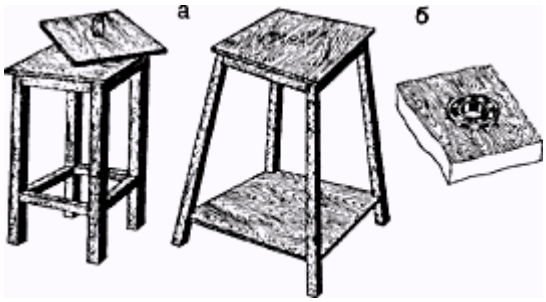


Рис. 1. Станки для лепки (а) и крышка с подшипником (б)

Каждая скульптура должна иметь постамент той или иной формы, пропорционально соответствующий данной скульптуре. Постамент необходим как для опоры отдельных частей скульптуры, так и с точки зрения общей композиции. Он как бы обособляет скульптуру от окружающего мира и этим подобен раме в картине. Работать начинают снизу, а не сверху. Скульптура строится, подобно дому, с фундамента, а не с крыши. Распределив массы соответственно натуре и придав им соответствующее движение, приступают к их оформлению. Формы должны быть обобщенными, слитыми одна с другой, вытекать одна из другой.

Маленькие фигуры до 10 см лепятся без каркаса. Для фигуры или головы человека делают каркасы, которые их поддерживают.

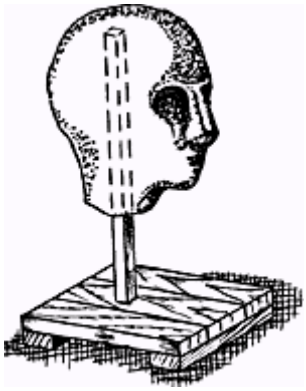


Рис. 2. Модель головы

Лепка головы (рис. 2) осуществляется на деревянном каркасе: для этого из нескольких досок сколачивают легкий щиток и к нему крепят вертикальный стержень, высота которого должна быть на 1 см ниже предполагаемой высоты головы. Стержень следует крепить не по центру щитка, чтобы скульптура не потеряла равновесие. Если модель головы лепится с наклоном или поворотом, деревянный стержень нужно сделать вдвое короче, прикрепить к нему металлическую проволоку, фиксирующую положение модели, и на нее привязать тонкие проволочки с небольшими свисающими деревянными крестовинами (рис. 3, а).

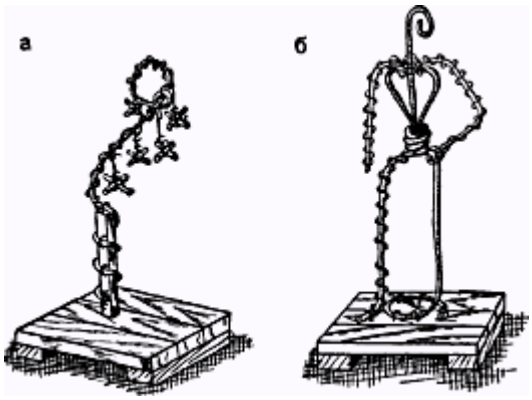


Рис. 3. Каркасы для модели головы (а) и фигуры (б)

Каркас для бюста (рис. 3, б) отличается от предыдущего только тем, что к вертикальному стержню крепится горизонтальный - для поддержания плеч. При лепке фигуры высотой более 20 см делается каркас с учетом расположения фигуры в пространстве: это как бы проволочная схема фигуры. Для каркаса сначала изготавливают глаголь по форме буквы Г, только с концом, загнутым вверх (рис. 4), из проволоки диаметром от 5 до 12 мм в зависимости от размера фигуры. Глаголь прибивают гвоздями к середине щитка. Проволока для каркаса должна быть прочной, но мягкой, чтобы хорошо удерживала глину и легко гнулась. Сначала делают каркас для торса в форме треугольника, расположенного основанием вверх.

Его прикручивают к глаголи; расстояние стержня от основания треугольника до загнутой петли (для головы) не должно превышать расстояния от пересечения стержня с основанием до одного из его концов. Проволоку для рук прикрепляют к концам основания торсового треугольника до середины бедер предполагаемых ног фигуры. Проволоку для ног крепят к малому стержню и, не доводя ее до щитка на размер глиняного плинта, загибают в сторону ступней.



Рис. 4. Глаголь-основа каркаса фигуры

Для лепки рельефных скульптур применяются иные каркасы (рис. 5): щит с деревянной рамкой обивают изнутри дранкой или гвоздями с торчащими шляпками (удерживающими глину) и закрепляют в вертикальном положении на специальном мольберте. Вся конструкция устанавливается на станке, вращение ее не обязательно.

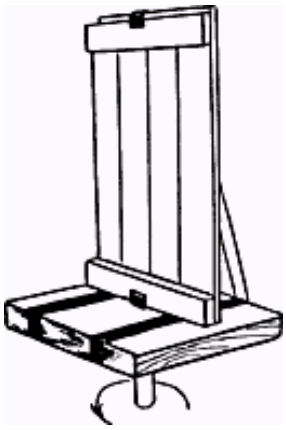


Рис. 5. Щит-мольберт для рельефа

Начинают лепку рельефа с прокладки глиняного плинта, затем делают общую прокладку всей фигуры с уточнением пропорций и отношений масс. Последняя стадия - конкретизация рельефа поверхности формы. Набивка глины на каркасы производится деревянными молотками из березы или сосны.

В процессе лепки важно привыкнуть работать пальцами: необходимо развить до высокой степени чувство осязания материала, чтобы пальцы так же чувствовали форму, как глаз ее видит. Работать следует двумя руками. Это позволит одновременно оформлять правую и левую стороны фигуры, поможет более органично все связать в единое целое.

В помощь рукам для лепки понадобятся специальные скульптурные инструменты - стеки, кольца (рис. 6). Стеки вырезают из твердых пород дерева - самшита, груши, яблони, бука, для влагостойкости протирают льняным маслом. Кольца делают из латуни, нержавеющей стали или любой жесткой проволоки. Стекой так же, как и пальцем, нужно скользить по форме, одновременно нажимая. Основное назначение этих инструментов - проработка мелких деталей и удаление лишней глины.

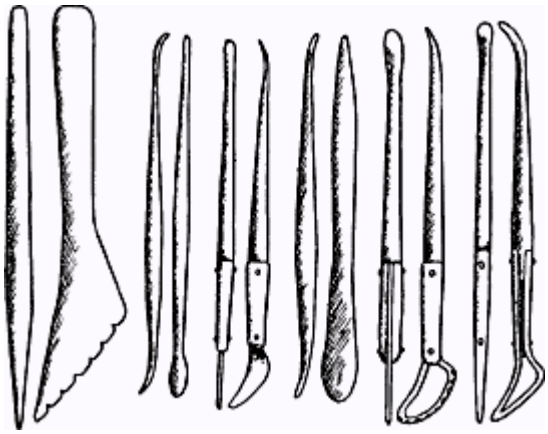


Рис. 6. Стеки и кольца для работы по пластическому материалу

Фактура лепки может быть гладкой и шероховатой в зависимости от образного и композиционного строя работы. Разнообразная фактура обогащает скульптуру. Например, лицо, руки можно решать гладкой, мягкой фактурой, одежду - более шероховатой с учетом характера и рисунка ткани, а элементы растительного мира - декоративными, в обобщенной манере.

Если работа не закончена сразу и откладывается на следующий день, изделие необходимо закрыть полиэтиленовой пленкой: под нею глина сохранится сырой и не испортится поверхность.

Сушат работу из глины на стеллаже, защищенном от прямых солнечных лучей, при комнатной температуре, в течение нескольких дней. По сухой глине для подчеркивания деталей рекомендуется поработать металлическим инструментом, шлифовальной шкуркой. Затем можно раскрасить акварельными красками, либо тонировать под бронзу или другие металлы, втирая сухие порошки бронзы, алюминия, графита кистью, либо покрыть прозрачным или подкрашенным лаком.

СКУЛЬПТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В процессе создания курсового проекта для лепки используются макетные, промежуточные материалы, такие как глина, пластилин, воск. В зависимости от вида деятельности автор выбирает наиболее приемлемый для себя материал.

В Средние века материалам придавалось символическое значение. Серебро означало целомудрие, слоновая кость – душевную силу, камень – незыблемость церковных устоев. У каждого материала своя фактура, свои особенности, свой цвет. Некоторые легко поддаются руке и резцу, другие сопротивляются им. Одни кажутся живыми и теплыми, другие – холодными и бескровными. Известный советский анималист Василий Ватагин (1884 – 1969) писал: «Камень лишен живой теплоты дерева, к его гладкой холодной поверхности неприятно прикасаться. В нем не может быть воссоздана теплая поверхность млекопитающих. Но гладкая и холодная кожа змей или земноводных очень хорошо выражается в камне».

СПОСОБЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЛЕПКИ

В процессе создания скульптурного произведения используют два основных метода работы: ваяние и лепка. Лепят в мягких материалах: глина, пластилин, воск. Ваяют в твердых: мраморе, граните, порфире, базальте. Твердые материалы требуют применения специальных инструментов. По отношению к дереву (алебастру, кости) обычно применяют термин: режут, вырезают, «вырубают». Ваяние (конструктивный способ) основано на удалении лишнего материала, скульптор как бы освобождает из него свое произведение. «В твердый горный камень воображение художника вкладывает живую фигуру, которую он извлекает оттуда, удаляя излишки камня» - объяснял Микеланджело.

Для создания форм, состоящих из нескольких частей (фигуры человека и животного), можно пользоваться несколькими способами: конструктивным - предмет создается из отдельных частей; пластическим - лепка из целого куска, когда все части вытягиваются из одного куска глины; комбинированным - объединяющим лепку из отдельных частей и целого куска. Мелкие детали лепят путем оттягивания, прищипывания глины от общей массы, применяя приемы рельефной лепки. Для того чтобы вылепленная работа была прочна и части не рассыпались, нужно хорошо их скрепить: плотно прижать одну форму к другой и замазать место скреплений или сделать углубления, в которые вставить прикрепляемые детали.

Лепка предмета из отдельных частей (**конструктивный способ** - рис. 7) - наиболее простой способ лепки: предмет составляют из частей, вылепленных предварительно Обычно работу начинают с основной, наиболее крупной части. Например, при лепке какого-либо животного сначала лепят туловище, затем голову, сравнивают части по величине и соединяют, далее приступают к лепке конечностей. Мелкие детали лепят в последнюю очередь.



Рис. 7. Конструктивный способ лепки

Лепка предмета из целого куска (**пластический способ** - рис. 8) - прием не менее сложный Он требует точных движений, хорошего глазомера и отчетливого представления о форме и пропорциях предмета. Поэтому, прежде чем приступить к лепке, надо нарисовать предмет и по рисунку уточнить форму, пропорции и пластику перехода одной части к другой. Затем комку глины придается определенная исходная форма. Например, для лепки груши - это шар, для гуся, курицы - овоид (яйцевидная форма), для белки - толстый валик, согнутый в дугу. Наметив основную форму животного, переходят к вытягиванию таких частей, как шея, голова, конечности, хвост. Все время следует проверять и уточнять правильность пропорций. После того как основные формы вылеплены, можно отработать более мелкие части и детали.

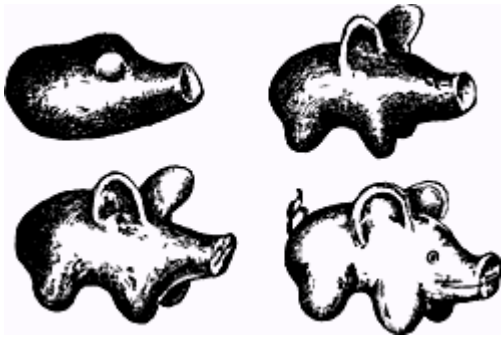


Рис. 8. Пластический способ лепки

Комбинированный способ лепки включает в себя оба вышеприведенных способа. Из целого куска лепят те части, которые составляют основную массу предмета. Например, туловище и толстые ноги медведя, голову, туловище и хвост лисы Голову медведя и ноги лисы удобнее вылепить отдельно.

В процессе лепки таких деталей, как вытянутая часть головы зверя, нос, клюв, хвост, элементы одежды, могут быть использованы приемы оттягивания и прищипывания глины, когда от общей массы глины пальцами захватывают небольшую ее часть и вытягивают до необходимого размера. Для лепки крыльев и перьев птиц, чешуи рыбы, шерсти животных хорошо подходит прием рельефной лепки (рис. 9): небольшие куски глины накладывают на основную форму, а пальцами и стекой придают им нужную форму.

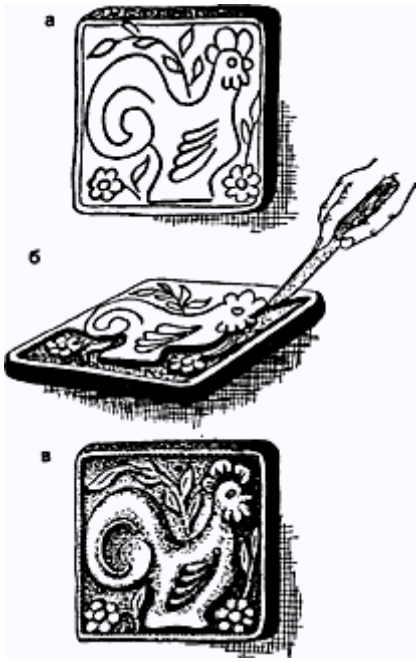


Рис. 9. Рельефный способ лепки

Изображение рельефа - декоративной пластины - выполняют следующим образом. Сначала на бумаге карандашом рисуют эскиз будущей пластины, например декоративный узор, силуэты животных или растений. Эскиз определяет размеры пластины и ее пропорции. Затем на доску кладут ком глины и расплющивают его до нужной толщины - примерно 1 см. После этого стекой обрезают края, влажной тряпкой выравнивают поверхность и на нее стекой наносят рисунок согласно эскизу. Если узор состоит из цветов и листьев, то из кусков глины выделывают детали, накладывают их на пластину соответственно рисунку на ней и края прочно примазывают стекой к основе (рис. 10).

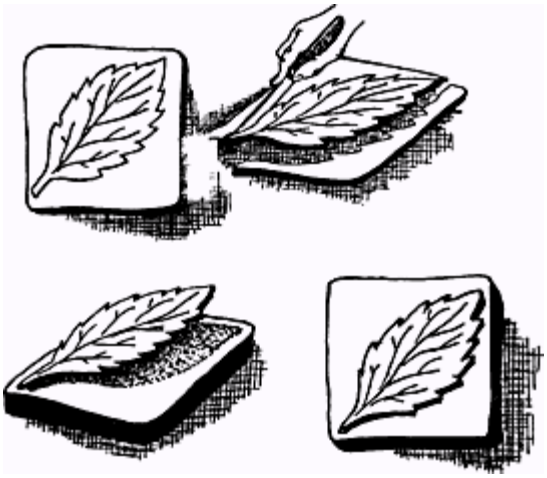


Рис. 10. Лепка путем наложения формы на основу

Пластину можно изготовить и другим способом: выскоблить (выбрать) лишнюю глину на узоре с помощью стеки (рис. 11). В результате фон опустится, а рельеф останется приподнятым над плоскостью пластины. При такой технике рельеф более прочен.

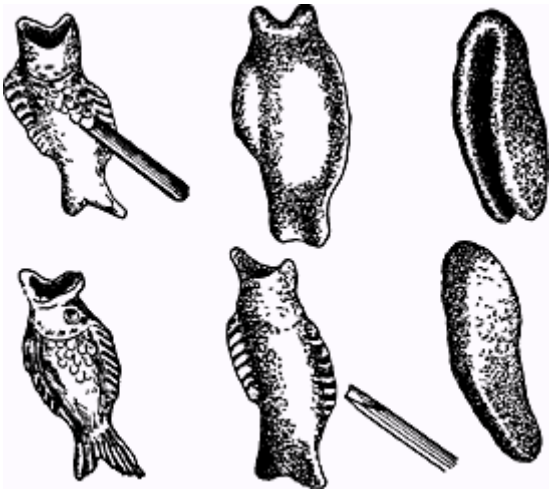


Рис. 11. Лепка путем выбирания глины:

а - узор на глине; б - выскабливание лишней глины стекой;
в - готовый рельеф.

Закончив лепку рельефа, его можно расписать ангобом. Густые пятна ангоба наносят мягкой кистью на непросохшую пластину. Покрытие получится ровным, если кисть с ангобом прижимать к поверхности и сразу же отнимать. После окраски пластину подсушивают, положив на ее углы комочки глины, чтобы она не покоробилась во время сушки. Когда пластина просохнет, ее можно обжечь в муфельной печи, предварительно обработав наждачной бумагой.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. *Астахов А., Чеченев К.* Бернини: - М.: Белый город, 2008.
2. *Ланг Йозеф.* Скульптура. От бесформенного куска глины до готовой скульптуры: Учеб. Пособие для начинающих и студентов худож. вузов: - М.: Внешсигма, 2010.
3. *Мальстром М.* Моделирование фигуры человека: Анатомический атлас скульптуры.- Минск: Попурри, 2009.
4. *Мосин И. Г.* Мировая скульптура.- М.: Кристалл, 2007.

Дополнительная литература:

1. *Акимова Л. И.* Античная скульптура из собрания Государственного Музея изобразительных искусств им. Пушкина: Альбом. – М.: Изобраз. Искусство, 1987.
2. *Баранов М. Н.* Эрьзя.: Альбом.- Саранск: Саран. кн. Изд-во,1987.
3. *Гильдебранд А.* Проблема формы в изобразительном искусстве: - М.: 1915.
4. *Домогацкий В. Н.* О скульптуре: - М.: 1984.
5. *Корн Ирен.* Огюст Роден: - Минск: Белфакс, 1997.
6. *Шорохов Е. В.* Методика преподавания композиции на уроках изобразительного искусства в школе. Учебник. – М.: Просвещение, 1997.

Автор: Печенкин С. И. зав. метод. кабинетом каф. ХПТТ

Г. Г. Дьячкова

АКАДЕМИЧЕСКАЯ СКУЛЬПТУРА И ПЛАСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

ISBN 978-5-6044085-4-4



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(Минобрнауки России)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ХУДОЖЕСТВЕННО-ПРОМЫШЛЕННАЯ АКАДЕМИЯ имени А. Л. Штиглица»
Кафедра монументально-декоративной скульптуры

Г. Г. Дьячкова

АКАДЕМИЧЕСКАЯ СКУЛЬПТУРА И ПЛАСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Учебно-методическое пособие

Направление подготовки 54.03.01 Дизайн
Профиль подготовки «Графический дизайн», «Промышленный дизайн», «Дизайн средств транспорта», «Дизайн мебели», «Дизайн текстиля», «Дизайн интерьера», «Средовой дизайн», «Дизайн костюма», «Дизайн стекла», «Дизайн керамики»
Направление подготовки 54.03.02 Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы
Профиль подготовки «Художественный металл» (пластика малых форм, архитектурно-декоративная пластика), «Художественная керамика», «Художественное стекло»

Санкт-Петербург
2019

УДК 73
ББК 85.13
Д93

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная художественно-промышленная академия имени А. Л. Штиглица» в качестве учебного наглядного пособия.

Рецензенты:
А. Г. Дема, зав. кафедрой монументально-декоративной скульптуры, профессор, народный художник России.
В. Д. Свешников, зав. кафедрой скульптуры Санкт-Петербургского государственного академического института живописи, скульптуры и архитектуры имени И. Е. Репина профессор, заслуженный художник России.

Д93 Дьячкова Г. Г.

Академическая скульптура и пластическое моделирование : учебное пособие / Г. Г. Дьячкова; ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная художественно-промышленная академия имени А. Л. Штиглица». — Санкт-Петербург: СПГХПА им. А. Л. Штиглица, 2019. — 152 с.: ил.

ISBN 978-5-6044085-4-4

Учебное пособие «Академическая скульптура и пластическое моделирование» предназначено для студентов по направлениям подготовки «Дизайн», «Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы» и содержит общую историческую и практическую информацию о скульптуре как виде искусства. Освещает специфику преподавания академической скульптуры для студентов различных направлений подготовки, в программе которых изучение дисциплины занимает один год. Учебный материал построен в соответствии с учебной программой.

ISBN 978-5-6044085-4-4

© Г. Г. Дьячкова, 2019
© ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная художественно-промышленная академия имени А.Л. Штиглица», 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение..... 4

1. Скульптура, как вид изобразительного искусства……..... 4

2. Академическая скульптура и пластическое моделирование..... 5

2.1. Раздел «Бионика»……..... 6

2.2. Раздел «Рельеф»……..... 7

3. Практические задания и рекомендации к выполнению 10

3.1. Задание № 1. Академический этюд.
Скульптурное изображение растительного элемента (листа дерева)……..... 10

3.2. Задание № 2. Выявление конструктивной основы листа..... 11

3.3. Задание № 3. Академический этюд.
Скульптурное изображение головки мака..... 12

3.4. Задание № 4. Выявление конструктивной основы головки мака..... 13

3.5. Задание № 5. Академический этюд.
Скульптурное изображение морской ракушки 14

3.6. Задание № 6. Выявление конструктивной основы морской ракушки…… 15

3.7. Задание № 7. Академический этюд. Натюрморт из
геометрических предметов в рельефе..... 15

3.8. Задание № 8. Академический этюд. Античный бюст в рельефе…..... 19

3.9. Задание № 9. Информационный знак в виде скульптурного
изображения..... 20

Заключение..... 21

Словарь терминов……..... 23

Список рекомендуемой литературы …….. 24

Иллюстрации…..... 26

Введение

Задачей дисциплины «Академическая скульптура и пластическое моделирование» является овладение основами скульптурных навыков, развитие у студентов способности самостоятельно создавать художественные образы предметно-пространственной среды и предметов декоративно-прикладного искусства. Также необходимо воспитать активное, творческое, аналитическое восприятие окружающей действительности, в том числе, на примере биологического мира, дать им возможность свободно интерпретировать живые объекты, помочь стать интересными, современно мыслящими художниками, обогащающими свои творческие работы многообразием природных форм.

1. Скульптура как вид изобразительного искусства

Скульптура — древнейший вид искусства, о котором написан не один искусствоведческий труд. Латинское слово «sculptura» от «sculpo» означает «вырезаю, высекаю» (Большой Энциклопедический словарь).

Вначале идёт ознакомление со скульптурой, её отличием от других видов искусства. Освещаются типы существующей скульптуры (круглая скульптура: монументальная, станковая, мелкая пластика; рельеф, его виды, исторические типы). Подробно раскрываются особенности построения различных видов скульптуры, с опорой на историю искусства.

Программа дисциплины «Академическая скульптура и пластическое моделирование» для студентов факультета «Дизайн» и «ДПИ» рассчитана на один год, в течение которого задания по круглой скульптуре перемежаются с работой в рельефе, заданиями близкими по содержанию, чтобы глаз всё время был свежим, восприятие — острым. Важно с самого начала работы, с первого курса, осознать, что скульптура — это особый вид искусства, со своими законами, отличными от других, плоскостных, видов искусства. Реальные, а не условные, объём и пространство делают скульптуру более ощутимой, но при

этом более скупой по средствам выражения; нет ни линии, ни штриха, ни цвета, то есть, они могут присутствовать, но их использование должно быть осторожным, часто условным, чтобы не разрушить «звучание» объёма. В скульптуре главное — масса и пространство, соотношение частей всей массы и их взаимодействие с пространством. В арсенале скульптуры: силуэтная линия, как ограничение объёма, как разделение объёма и пространства, игра плавными, тугими формами в сочетании с плоскостями и гранями, то есть, разнообразие прочтения формы, а также различие фактур и материалов, — как видим, не так уж и много выразительных средств. Надо всегда помнить о том, что скульптура не «терпит» тонких, «картонных» объёмов, это продиктовано особенностями скульптурных материалов (камень, металл, терракота), скульптура должна быть массивной, весомой, или выглядеть таковой.

2. Академическая скульптура и пластическое моделирование.

Цели и задачи дисциплины — овладение основами скульптурных навыков, развитие у студентов способности самостоятельно создавать художественные образы предметно-пространственной среды.

Скульптурные работы в процессе обучения изготавливаются из глины или пластилина. Важно понять, почувствовать, какой плотности, вязкости должна быть рабочая глина, чтобы она не была излишне твёрдой, с плохим сцеплением, или слишком жидкой, вязкой, не способной держать форму. Это очень важно для того, чтобы этюд можно было легко выполнять, без технических осложнений. Наличие стеков — специальных инструментов, изготовленных из плотных сортов дерева, обязательно. Они позволяют быстро, без лишних деталей, выявить сущность объекта, взять большую форму, найти соотношение отдельных масс и целого. С их же помощью можно тщательно проработать скульптуру, детали, довести до формального завершения.

Начинать работу надо по живому восприятию, эмоционально, каждый этюд делать с полной отдачей, «всерьёз», как для выставки, под определённый материал, то есть, работая, представлять, в какой твёрдый материал будет

переведена работа (бронза, камень и так далее), даже если это всего лишь учебная работа. Такое представление даст более убедительное прочтение работы. Необходимо относиться к каждому заданию творчески, не для отписки, не просто выполнять учебный этюд, а стараться создать произведение искусства! Надо научиться любить всё, что делается, даже простые предметы биологического мира и копии гипсов с античных оригиналов, на первый взгляд кажущиеся скучными. Просто необходимо научиться любоваться красотой формы каждого изучаемого объекта. Чрезвычайно важно приучить себя сразу решать большую форму, целое, выделять главное. Не дробить, не «замусоривать» деталями работу. И ещё существенно с самого начала искать формальное решение каждого произведения, пластический ход, то, что делает работу острой и неповторимой. Особенно это надо помнить художникам декоративно-прикладного искусства.

2.1 Раздел «Бионика».

Первым блоком заданий для студентов является «Бионика».

Задачи курса «Бионика»:

– изучение построения живого мира, использование законов построения живых объектов в творческой работе;

– развитие образного мышления, творческого воображения, зрительной памяти;

– обучение основам пластического прочтения языком скульптуры;

Эти задания обогащают художника и позволяют делать работы интересными, многогранными, используя разнообразие форм живой природы и переосмысливая их.

Художники, архитекторы, инженеры, конструкторы во всём мире давно уже обратились к изучению законов построения объектов живой природы с целью обогащения мира, созданного руками человека, чтобы усовершенствовать уже созданное во всех областях науки, техники и искусства, и выйти на совершенно новый уровень созидания, стать более свободными в творчестве, построить более гармоничную среду обитания.

Термин «бионика» возник от греч. «bion» — элемент жизни, буквально — живущий. Бионика — это наука, изучающая законы построения природных объектов. Важнейшая составляющая творчества художника — это умение внимательно изучать окружающий мир, в том числе — биологическую природу. Только глубочайшее аналитическое исследование законов построения живой природы дает возможность в дальнейшей работе художника обрести истинную свободу творчества, позволяет стать по-настоящему творческой личностью, а не слепым подражателем. Важно студентам научиться именно анализировать, делать выводы, искать «ключи» к построению форм этого мира. Необходимо мыслить самостоятельно, а не только использовать готовые рецепты, данные преподавателем. Преподаватель приводит несколько примеров сравнений, «ходов» прочтения формы, дальше студенты сами ищут другие варианты, тем самым развивая активное творческое осмысление окружающего мира.

Курс «Бионика» как раз и направлен на изучение законов построения живой природы. И с этого курса начинается работа в области скульптуры со студентами.

2.2 Раздел «Рельеф».

Рельеф — это уникальный вид искусства, существующий по своим законам и базирующийся на психофизиологической особенности человека воспринимать пространство не реальным, а в искажённом (уплощённом) виде. Это даёт возможность создавать иллюзию реального пространства посредством уплощённых объёмов, но при сохранении пространственных отношений между ними. И задача студента — овладеть умением создания объёмно-пространственных иллюзий реального мира языком скульптуры.

Рельеф — это особый вид скульптуры, уплощённое изображение которого органично связано с плоскостью, из которой оно вырастает.

Суть рельефа выражена в этимологии слова «рельеф», происходящего от французского «релеве», что означает «приподнимать, возвышать».

Уплощение же в рельефе не является механическим, но подчиняется определённым законам построения, которые суть:

1) Объём как бы «угасает» по направлению к фону по принципу линейной перспективы (вспомним классический пример — уходящие к горизонту столбы, стоящие в ряд), когда сокращение расстояния строится в соотношении «золотого сечения». Так, к примеру, ближайшая к зрителю половина головы будет составлять 5 единиц, а дальняя (за средней линией головы) — 3 единицы (3:5:8...).

2) Рельеф — это не половина объёма, примыкающего к фону, это обязательно, непременно, целый объём, вернее, иллюзия целого объёма. И иллюзия эта достигается наличием определённого пространства (условно — стенки, «подушки») для невидимой второй половины изображения. Стенки могут быть перпендикулярными к фону, заглублёнными под разными углами, дугообразными, а в горельефах эти стенки исчезают, и объём становится почти реальным, полноценным. Угол стенок постоянно варьируется в зависимости от характера объёма. Параллелепипед в рельефе теряет свой прямой угол, он становится тупым.

3) Будучи единосущным конкретной архитектурной ситуации, перспективный рельеф «вживляется» в архитектуру посредством блока рамы, нижнего плинта, которые как бы поддерживают высокие точки рельефа.

4) Рельеф должен «читаться» с любой точки восприятия, и с профильных точек, в том числе, объёмы важно соотнести друг с другом в пространстве.

Начинать работу с рельефом предпочтительно со знакомства с классическими образцами, так как лучший путь начала познания, изучения — подражание. Если позволяет время обучения, желательно, путём копирования ознакомиться с особенностями основных исторических рельефов (египетского, ассирийского, греческого, ренессансного, римского, эпохи классицизма). Необходимо разобраться в особенностях этих видов рельефов, отличиях одного от другого, постичь разности подхода, формального решения этих различных

исторических типов рельефов.

Так, египетский рельеф рубился в блоке камня. Сначала вырубался силуэт фигур или других предметов. Затем фон либо резко подсекался около фигур, либо мягко выходил на фон. После этого края самих фигур слегка заваливались, закруглялись. Таким образом, сама фигура и фон вокруг нее находились в одной плоскости, этим достигалось формальное единство изображения и фона. Изображение строго принадлежало стене.

Следующий тип рельефа — греческий. Здесь изображение становится пространственным, появляются разные планы. К примеру, за фронтальной фигурой одна за другой стоят другие фигуры, которые находятся ниже первой фигуры по высоте рельефа, то есть, на втором плане. И этот второй план выражен не за счет рисунка, а путем понижения, углубления рельефа. Если такой рельеф находился на чистой плоскости стены или на каком-то другом объёме, где отсутствовала архитектурная поддержка высоты рельефа, действует определенный принцип. Он заключается в следующем: должно быть минимум три точки максимальной высоты рельефа, разбросанных по всей его плоскости, на которые можно так положить виртуальную плоскость, что она окажется параллельна фону, иначе, картинной плоскости. Чем больше будет этих точек максимального выноса рельефа, тем убедительнее будет связь рельефного изображения с плоскостью фона или стены. При таком принципе построения рельефа появляются интересные умышленные искажения реалистического изображения. К примеру, греческий рельеф с изображением человека на фоне лошади. Лошадь в данном случае превращается в «нишу» для человеческой фигуры, огибая, обтекая сзади эту фигуру. А голова и круп лошади выходят на одну плоскость, одну высоту рельефа, что и фигура человека, это создает прочную зрительную связь изображаемых предметов, фигур с плоскостью, с телом рельефа.

Перспективный рельеф — следующий тип, он строится по принципу перспективного сокращения объёмов в теле рельефа. Фигуры на первом плане

более объёмные, по мере продвижения вглубь рельефа фигуры уплощаются условно, по принципу золотого сечения, и самые дальние предметы будут самыми низкими, иногда переходящими в графическое изображение. При таком принципе построения на переднем плане предметы могут отличаться по высоте во много раз от тех предметов, которые находятся на заднем плане, что делает затруднительным связь рельефа с фоном или стеной. То есть, принцип трех точек, максимально выступающих над картинной плоскостью, не соблюдается. Для того, чтобы организовать связь такого перспективного рельефа с архитектурой стеной, вводятся дополнительные элементы, которые по высоте соответствуют или выше максимальных точек высоты рельефа. Такими элементами могут быть полочка под рельефом или что-то вроде архитектурной рамы вокруг рельефа, то есть высота этих блоков зрительно поддерживает высоту рельефа, создавая единое архитектурное пространство. В наших заданиях по изучению рельефа мы предлагаем использовать тип рельефа «перспективный», чтобы студенты изучили законы перспективного сокращения объёмов в пространстве рельефа, их подчинения друг другу по планам. Он более логичен с точки зрения построения пространства, но является более искусственным в наших условиях. Искусственный в том плане, что мы лепим эти рельефы просто на планшетах, установленных на станках, без связи с архитектурной средой, то есть архитектурная поддержка в виде рамы или полочки в этом учебном задании не используется, это важно для понимания сути архитектурной концепции данного вида рельефа.

3. Практические задания и рекомендации к выполнению.

Задание № 1.

Академический этюд. Скульптурное изображение растительного элемента (листа дерева). (Ил. 1–14).

Первым заданием является скульптурное изображение живого листа любого дерева или куста. Работы делаются на специальных дощечках размером

примерно 20 см по горизонтали, этот размер наиболее удобен для работы с глиной. Если в качестве материала выбран пластилин, то возможен и меньший размер, тогда стеки лучше выбирать металлические, в отличие от деревянных, более приемлемых для глины. Лепить лист необходимо не слепо подражательно, не натуралистично, а осознанно, опираясь на серьёзный анализ структуры, схемы каждого конкретного вида листа, понимания того, чем отличается по конструкции лист клёна от листа вяза, липы и т. д.

Лист — это конструкция, напоминающая некий тент, натянутый на гибкий, упругий каркас, и сверху как бы «приваренный» к этому каркасу; то есть, в местах «приварки» образуется углубление, сход объёмов к каркасу, канавка, желобок. Важно найти ритм расстояний между стержнями каркаса, угол расхода в случае кленового листа, характер зубцов и так далее. Найти большое, главное движение формы листа, и лишь потом разбирать мелкие формы, искать зоны напряжения и покоя, думать о фактуре и плотности. Но анализ не должен убивать живое восприятие природы.

Прежде всего, надо обратить внимание на композицию начинаемой работы — гармоничное расположение листа на плинте. Высота, ширина, длина плинта должны быть найдены в соответствии с размером и массой изображаемого объекта, то есть, плинт должен стать тоже частью композиции.

Вылепленный лист в итоге должен представлять собой законченное произведение, а не голую схему и не мёртвую копию. Как и в любой творческой работе, необходим и глубокий анализ, и серьёзный отбор, и эмоциональное прочтение изображаемого объекта, восхищение, любование. Такое произведение будет и высокопрофессионально, и найдёт отзвук в сердцах зрителей.

Задание № 2.

Выявление конструктивной основы листа. (Ил. 15–65).

После знакомства с конструкцией и пластикой листа студенты выполняют

работу, направленную на выявление конструктивной особенности листа. По сути, это формальная, абстрактная композиция, в которой используется какой-либо принцип, заложенный в построении листа. Это может быть идея конструкции листа, его знака; у листьев разных деревьев различное членение прожилок, различный их ритм. Композиция может быть построена на пластике листа. При выполнении этого задания можно опираться в своей работе на лучшие произведения современных дизайнеров и архитекторов (Сантьяго Калатрава, Сигэру Бан, Заха Хадид, Хавьер Сеносьян, Рем Колхас, Фариборз Сахба и др.), так как в своих произведениях эти авторы использовали принципы построения и пластику мира живой природы.

Сначала студенты делают несколько эскизов карандашом на бумаге, затем наиболее интересный вариант, утверждённый преподавателем, воплощается в жизнь в объёме. Выполняется работа на тех же дощечках, на которых лепился этюд листа. Можно предложить студентам представлять свою работу эскизом для архитектуры или абстрактной скульптуры где-либо в парке, выполненной в камне, бетоне. Это позволит работать свободно, широко, смело, не привязываясь к натуре, преодолеть искушение рабски подражать модели, в данном случае листу дерева, ранее изученному. Этот подход верен и при выполнении последующих композиций на тему «Мак» и «Ракушка».

Задание № 3.

Академический этюд. Скульптурное изображение головки мака.

(Ил. 66–68).

Следующим заданием в разделе «Бионика» является лепка головки мака в кратном увеличении: приблизительно 15–20 см на готовом каркасе. Важно понять сущность объёма мака — в этой форме заложена идея защиты, сохранения содержимого. Более сложно эта идея выражена в форме ракушки и черепа, в том числе, человеческого. Основными принципами идеи защиты являются сферическая поверхность и дополнительно — рёбра жёсткости. Эти

наблюдения отражены в форме купола, так как человек давно изучает природу и привносит идеи построения живого мира в свои творения, как наиболее рациональные и гармоничные.

Для работы берутся готовые каркасы с вертикальным глаголем, на котором закрепляются, навешиваются на проволоке крестики из щепочек, чтобы глиняная масса не сползала с каркаса. Для экономии времени и упрощения процесса обучения, вуз может предоставлять студентам готовые каркасы, но принцип создания каркасов надо обязательно студентам понять. Сразу надо найти соотношение главных объёмов — трапециевидной в сечении коробочки мака, барабана с аркатурным поясом, шапочки с лепестками и ножки с суставчиком. В маке удивительно чётко выражена архитектоника: и в форме откровенно правильных арок в объёме архитектурного барабана, и в нервюрах, опирающихся на колонны, образующие арки, поддерживающие лежащие на них лепестки. Правильные по рисунку лепестки, имеют S-образную форму с ребром жёсткости сверху, в этом опять прослеживается идея защиты от деформации, разрушения.

Коробочка мака соединяется с ножкой дугообразным профилем, что делает это соединение упругим и прочным, не подверженным слому. И вся эта инженерная конструкция должна быть обличена в живую, пластичную форму, прочувствованную художником, форму гармоничную, далёкую от голой схемы, заложенной в основе любого произведения.

Задание № 4.

Выявление конструктивной основы головки мака. (Ил. 69–88).

После ознакомления со структурой и архитектоникой головки мака студенты вновь обращаются к художественному переосмыслению конструкции коробочки мака. Используется тот же подход, что и при выполнении задания на тему «Лист». Только композиция организуется вертикально, на каркасе, на котором изучалась головка мака. Рассматривается и интерпретируется идея

защиты, то есть сферический объём, рёбра жёсткости, ритм рёбер и аркатурного пояса барабана верхней части мака и так далее, развивается один или несколько этих принципов в формальном переосмыслении. И вновь ориентиром должны быть лучшие произведения современной архитектуры и дизайна.

Задание № 5.

Академический этюд. Скульптурное изображение морской ракушки.

(Ил. 89–103).

Последнее задание в цикле изучения живой природы — работа с более сложной формой — морской ракушкой, например, так называемым рапаном, в форме которого более чётко выражена схема спиральных ракушек.

Размер скульптуры, так же, как и в предыдущих двух заданиях, лучше выбрать около 20 см по горизонтали, высота может быть любой, в соответствии с идеей композиции. В основе — всё та же идея защиты посредством создания сферической поверхности с дополнительным усилением рёбрами жёсткости. Ракушка представляет собой конус, свёрнутый в пространстве, основание этого конуса — арочный портал — вход в «жилище» улитки, мы опять наблюдаем удивительную архитектонику построения биологического объекта. Наиболее выигрышная постановка ракушки — срезом, расположенным перпендикулярно горизонтальной плоскости. Кольца «пирамидки» как бы нанизаны на ось под углом примерно в 30 градусов к плоскости, на которой стоит ракушка, и их толщина убывает (нарастает) в отношении Золотого сечения. Ракушка в проекции стоит на двух точках, так как её составляющей является сфера и её производные: дуга, арка и тому подобные формы. Объём — тугой, плотный, в нём выражено напряжение, скрученная энергия защиты. Рёбра жёсткости как бы «наварены» сверху сферы, в дополнение, а не за счёт плотного сферического объёма. На этом важно акцентировать своё внимание.

Удивительным образом форма снаружи по поверхности ракушки раскручивается, а внутри — закручивается в обратную сторону, то есть,

образуется бесконечное движение формы в пространстве. Чтобы этот непростой объём собрать, необходимо постоянно сравнивать его части, увязывать массы со всех ракурсов, то есть, постоянно, и как можно чаще, надо поворачивать объект изучения.

Задание № 6.

Выявление конструктивной основы морской ракушки. (Ил. 104–133).

И вновь, после внимательного изучения формы ракушки, студенты переходят к последнему заданию в первом семестре — созданию художественно-конструктивного образа ракушки. В данной теме ведущими и основополагающими будут спираль, идея защиты, система арок и последовательность Фибоначчи в соотношении колец ракушки, Переосмысление одного или нескольких вышеперечисленных принципов ложится в основу этого задания. И снова важно помнить о необходимости создания интересных, современно «звучащих» произведений дизайна или декоративно-прикладного искусства.

Задание № 7.

Академический этюд. Натюрморт из геометрических предметов в рельефе. (Ил. 134–144).

После ознакомления с бионикой студентам дается следующее задание: лепка натюрморта с геометрическими формами в рельефе с объёмно-пространственного образца. Для начала, при выполнении этого задания студентам надо уяснить техническую составляющую подготовки к работе. То есть, что рельеф лепится на специальных щитах, размером 50х35 см, которые представляют собой плоскости из дерева или многослойной фанеры с техническими бортиками по периметру. На саму плоскость крепятся низкие рейки, которые будут поддерживать массу глины и не позволят ей сползти со

щита. Далее сделанные щиты укладываются горизонтально, и осуществляется набивание глины на этот щит с последующим выравниванием фона вровень с рамками. После этой подготовительной работы готовые щиты с глиной устанавливаются на станки строго вертикально на специальных стойках, позволяющих жестко и надежно держаться им на станках, так как техника безопасности при работе со скульптурой крайне важна и даже обязательна.

Далее студентами делается обобщенный рисунок композиции будущего натюрморта. В рисунке важно учитывать высоты будущего рельефа, и в связи с этим размещать предметы натюрморта в том или ином месте, чтобы создать общий гармоничный строй по высоте предметов в будущем рельефе. Далее, после уверенности в правильности создания композиции, студенты приступают к прокладке глины по созданному рисунку, где самыми высокими будут предметы на первом плане, и чем далее к фону, тем ниже будет высота рельефа. Предметы должны быть организованы по планам, как театральные декорации: предметы первой декорации, за ней идут предметы второй декорации, третьей, и так далее, что очень ясно должно прочитываться с профильных точек зрения.

Самым высоким объёмом по высоте рельефа будет блок стола, на котором стоят предметы на переднем плане. Учитывая, что этот блок будет ближе всех к зрителю и он малоинтересен по объёму, и это весьма тяжёлый объём, то делать его надо не очень мощным, чтобы он зрительно не «вылезал» из композиции рельефа. Частично облегчить зрительную тяжеловесность плоскости стола можно добавлением декоративных складок ткани, спадающих со стола.

Очень важно, чтобы работа с рельефом обязательно проводилась с профильных точек восприятия, а не только с фронтальных. Предметы, изображенные на плоскости, подчиняются тем же законам перспективы, что и в рисунке. Так, горизонтальные грани кубика будут сходиться к точкам на зрительном горизонте, как и в рисунке, а верхняя и нижняя плоскости цилиндра будут иметь вид овала. Шар, стоящий на кубе, и по рисунку будет

строго стоять на плоскости куба. И это должно убедительно восприниматься с профильной точки зрения. Нижние плоскости предметов будут раскрыты больше, чем верхние, что тоже является аналогом построения в рисунке. При лепке конуса в рельефе надо учитывать одну особенность: чтобы предмет зрительно не падал по направлению к фону, необходимо, чтобы вершина конуса, равно как и пирамиды, находилась на том же расстоянии от фона, что и основание пирамиды или конуса. Это обусловлено тем, что рельеф — это очень условное изображение реального объёма. Если соотнести глубину натюрморта в натуре, которая составляет, к примеру, 50–60 см, с глубиной изображаемого натюрморта в рельефе, высота которого будет составлять 2–3 см, мы поймем, что уплощение будет происходить соответственно, и поэтому вершина пирамиды окажется практически на том же расстоянии от фона, что и ее основание. Важно проследить, чтобы раскрытие плоскостей предметов соответствовало друг другу и плоскости, на которой стоят эти предметы. Драпировка на дальнем плане будет самой низкой по высоте рельефа. Немаловажная роль ткани с ее гибкими и мягкими складками заключается в том, что она, с одной стороны, оживляет сухие геометрические предметы с точки зрения пластики, с другой стороны, своими направленными дугообразными движениями связывает формально все предметы в единое композиционное целое, это надо всегда учитывать и на этом заострять внимание. Для обогащения пластики создаваемого рельефа при постановке натюрморта рекомендуется добавить какой-либо гипсовый отливок с изображением животных, классического орнамента, античных или древнерусских рельефов. При лепке этих изображений важно учитывать, что эти гипсовые отливки являются дополняющими основную тему натюрморта, то есть, при лепке этих животных, растений следует их «прочитывать» в соответствии с общей пластикой натюрморта, и возможно нивелирование или наоборот усиление каких-то пластических черт этих гипсов ради единого строя, связей, цельности натюрморта в рельефе.

Так же, как и в любом произведении искусства, в рельефе что-то является главным, а что-то — подчиненным, второстепенным, но не менее важным в общей композиции этого произведения. Строгость, тщательность исполнения этого рельефа крайне важна, так как сухие геометрические предметы могут начать «работать», то есть, станут убедительными только в том случае, если их грани и плоскости будут аккуратно выточенными, в противном случае, изображение будет разваливаться, и не получится четкого строя композиции из геометрических фигур. Ввод драпировок обогащает композицию, они должны связывать массы предметов, внося дополнительную ритмику в соотношение простых геометрических тел. Необходимо понять, что использование абсолютно параллельных и абсолютно перпендикулярных фону плоскостей не выгодно, не интересно с точки зрения богатства формы, проявляющейся посредством игры светотени. Такие плоскости надо «раскрывать» на зрителя, это даёт «движение» формы от зрителя вглубь рельефа, развитие пространства, создавая, собственно, скульптурное изображение. Уже на стадии рисунка на щите надо думать о соотношении масс, выносе объёмов на всём поле рельефа, так как это так же влияет на восприятие композиции, как тональная активность в рисунке. Важно, что рельеф дисциплинирует глаз, руку, что нельзя добиться нужного эффекта, работая грубо, топорно. Рельеф требует тщательности, деликатности, аккуратности исполнения. Необходимо проследить связи объёмные, пространственные, линейные; важно работать увлечённо, эмоционально воспринимая натуру и отображая её в своей работе. Только тогда работа станет убедительной, живой, напряжённой.

В каждом задании высоту рельефа выбирает каждый студент самостоятельно. Правда, целесообразно установить некий максимум высоты объёма, дабы форма зрительно не «отваливалась», а была связана с размером и толщиной щита — «тела» рельефа. В первых работах в рельефе имеет смысл не работать в очень низком рельефе, так как это довольно сложная задача, можно запутаться в соотношении планов, форма может получиться вялой и

мятой. Позже, по мере освоения законов построения рельефа, даже предпочтительна большая свобода для творческих экспериментов.

Необходимо с самого начала курса запомнить, что и фон является формой, объёмом, частью формальной композиции, и его надо решать вместе со всей массой рельефа, или не трогать вовсе, оставляя чистым, пассивным.

При работе с перспективным рельефом на периферии изображения, там, где по логике перспективного сокращения высоты рельефа изображение должно стать низким, допустимо (и даже желательно) повышение рельефа. Этим достигается зрительное единство активности масс на всём поле рельефа.

Задание № 8.

Академический этюд. Античные голова, бюст в рельефе. (Ил. 145–160).

Вторым заданием в рельефе является изображение круглой скульптуры (голова Геракла, бюст эпохи Ренессанса, голова путти и тому подобные) на плоскости, в рельефе.

Необходимо разобраться в трудных анатомических узлах, чтобы работа с формой была не поверхностной, а шла «изнутри», это позволит избежать «надутых», резиновых, пустых объёмов. Важно «строить» большую форму, прослеживая переломы формы. Принцип поиска переломов формы очень важен в работе с рельефом, так как здесь мы имеем дело не с реальным объёмом, а с его иллюзией. Следовательно, переломы, дающие разграничение и «уход» планов формы, позволяют «не смазать» объём, а сделать его напряжённым и острым. Эти переломы могут быть и незаметными, но, будучи осмысленными, прочувствованными, они станут мощно «работать» изнутри.

Поскольку познание сложного осуществляется посредством простейших ассоциаций, то не помешает вспомнить о пресловутых схемах: ящике, бочонке грудной клетки, цилиндре шеи и т. п. Это тоже даёт возможность крепко, уверенно строить планы, убедительно двигать, разворачивать форму в рельефном условном пространстве, позволяет не запутаться в иллюзорных

закономерностях этого непростого вида скульптуры. Полезно ввести в задание драпировки: сочетание ритмов тела с ритмом тканей вносит дополнительное разнообразие дыхания формы.

В задании важно решить срез фигуры. Либо должна быть введена архитектурная поддержка — полочка, либо высота рельефа книзу должна «гаснуть», зрительно объединяясь с фоном, благодаря этому объём полуфигуры не будет «вываливаться» на зрителя, но свяжется в единый блок рельефа.

Задание № 9.

Информационный знак в виде скульптурного изображения. (Ил. 161–168).

После курса изучения способов и закономерностей построения реального объёма в рельефе студентам предлагается закрепить полученные знания в композиционном задании, которое звучит как «Информационный знак». Суть этого задания заключается в рельефном изображении некоего зрительного ряда, выполняющего роль рекламы, создание знака, передающего какую-либо краткую важную информацию о сути объекта или события. К примеру, это может быть въезд в город, может быть рекламная вывеска кафе, портняжной мастерской, выставочного зала, или, возможно, какое-то изображение в сквере города, символ, герб какого-либо района, микрорайона, зоны отдыха в городе. Иными словами, это некий носитель рекламно-ознакомительной информации. Из сути задания следует, что изображение должно быть лаконичным, выразительным, ярким, броским, суть изображения должна восприниматься зрителем с большого расстояния и с первого взгляда. В данной работе возможно использование текста, который должен быть выверен по размеру, высоте рельефа, его местоположению в общей композиции, текст также должен быть лаконичным и емким настолько, чтобы сразу, с первого взгляда «читаться» с большого расстояния. Изображение может быть условным, переходящим даже иногда в абстрактные формы, может быть вполне реалистичным, допускается гротеск и условность трактовки формы и темы. Высота рельефа диктуется

общим размером рельефа. Предметы на плоскости рельефа не должны быть ни слишком высокими, что создаст ощущение зрительного выпадения объёмов изображения из архитектуры рельефа, ни слишком низкими, так как будет затруднять восприятие зрителем идеи, сути данного знака визуальной коммуникации. Идею будущей композиции студенты ищут в рисунках, предварительных набросках. И только после утверждения преподавателем самого удачного варианта композиции переходят к исполнению работы в мягком материале, в глине или пластилине. Изображение делается по воображению, без участия натуры, это абсолютно творческая работа студента. В этом рельефе всё должно быть очень точно выверено: размер и высота текста, размер отдельных частей изображения, их соразмерность на общей плоскости рельефа, четкость изображения и легкость восприятия зрителем. По этим критериям ведется оценка успешности работы студента. Но прежде всего, как и всегда, необходимо решать главное — искать композиционный строй, связь больших масс в плоскости и с плоскостью рельефа, а далее решать более мелкие объёмы, в строгом соответствии с целым.

Заключение.

Все знания, полученные в результате изучения дисциплины и вышеописанных заданий, помогут студентам овладеть основами скульптурных навыков, развить способности самостоятельно создавать художественные образы предметно-пространственной среды, промышленных серий, авторских коллекций и предметов декоративно-прикладного искусства.

Наглядное обеспечение данного курса составляют:

– работы студентов, хранящиеся в методическом фонде кафедры;
– иллюстративный фотоматериал;
– альбомы мастеров мирового искусства.

Все задания выполняются в специальных аудиториях, позволяющих работать группе из 10–15 человек с преподавателем, оснащённых всем необходимым оборудованием для занятий скульптурой.

Во всех заданиях важно всегда делать акцент на архитектонике, так как скульптура, принадлежа пространству, зрительно рассыпается, если внутренне не подчинена архитектурным законам. Объёмы должны «строиться» как любое архитектурное сооружение, чтобы «врасти» в это пространство, стать родственным, единосущным ему.

Все скульптурные работы студентов должны быть доведены до завершения, до создания пластического языка, до разумного использования деталей, так как умение заканчивать работу (не имеется в виду «заглаживание» формы и пересчёт деталей) чрезвычайно важно. Умело «посаженная» и пластически решённая деталь может обогатить всю работу, придать ей окончательную неповторимость и красоту. Работа может быть решена очень обобщённо, но это должно перейти в «язык» произведения. Студент должен в любой своей работе думать о формальном решении. То есть, любая идея должна быть облачена в форму.

Студенты должны развить в себе творческое отношение к любому заданию, стремление выполнять не ученические работы, а произведения искусства (по возможности). Условно говоря, критерием завершенности работы студента может быть определение: сделать произведение для размещения на выставке, это позволит понять степень проработки деталей в своей работе. То есть, в каждой работе должна присутствовать не этюдность, а композиционная завершённость с найденным пластическим языком.

Словарь терминов.

1. Глаголь — жесткая металлическая рамка, прикрепленная к щиту, чаще всего из деревянных досок, который стоит на скульптурном станке и служит основанием для каркаса скульптуры.
2. Стек — (от английского stick — палочка) специальный деревянный или металлический инструмент скульптора с концами разной формы для работы в мягком материале, глине, пластилине или воске.
3. Плинт — основание круглой скульптуры, распространяется и на область рельефа, является частью скульптуры и изготавливается из того же материала, что и вся скульптура.
4. Нервюра — (фр. nervure — жилка, прожилка) выступающее ребро готического каркасного крестового свода. Система нервюр образует каркас, поддерживающий облегченную кладку свода.
5. Барабан — цилиндрическая или многогранная часть здания, которая служит основанием для купола. Нижняя часть барабана опирается на стены или подпружные арки, укрепляющие или поддерживающие своды.
7. Портал — архитектурно оформленный вход в здание.
8. Аркатура — (от нем. arkatur, фр. arcature — ряд арок), аркатурный пояс, аркатурный фриз, аркатурно-колончатый пояс — непрерывный или расчленённый ряд декоративных ложных арок на фасаде здания или на стенах внутренних помещений. Основным видом является слепая аркатура (слепая аркада), состоящая из элементов, пластически наложенных на поверхность стены. В отдельных случаях между аркатурой и стеной остаётся малое (непроходимое) пространство.
9. Архитектоника — (от греч. Architektonike — строительное искусство) художественное выражение структурных закономерностей конструкции здания.

Список рекомендуемой литературы

1. Алмазов Б. Повести каменных горожан. Очерки о декоративной скульптуре Санкт-Петербурга. – М. : «Центрполиграф», 2012. – С. 432

2. Аркин Д. Е. Образы архитектуры и образы скульптуры. – М. : 1990. – 399 с.

3. Аркин Д. Образы скульптуры. – М. : Госиздат, «Искусство», 1961.

4. Архитектурная бионика. Под ред. Ю.С. Лебедева. М. : Стройиздат, 1990. – 26 с.

5. Богемская О., Васильева О., Чудецкая А. Вокруг рельефа. – М. : «Виртуальная галерея», 2010. – С. 72

6. Божко Ю. Т. Архитектоника и комбинаторика формообразования. – Киев : Выща шк., 1991. – 245 с.

7. Горяинов В. «Джакомо Манцу» / серия Прогрессивные художники мира. – М. : «Изобразительное искусство», 1972. – С. 48

8. Данилова О. Н., Шеромова И. А., Еремина А. А. Архитектоника объёмных форм: Учебное пособие. – Владивосток : Издательство ВГУЭС, 2005. – 100 с.

9. Ермолаева Л. П. Основы дизайнерского искусства. – М. : Гном и Д, 2001. – 120 с.

10. Иодко Р. Р. Построение рельефа на плоскости. – М. : Изд. Москва, 1962.

11. Каримов Г. А., Каримова И. С. Объёмно-пространственная композиция: Учебное пособие. – Благовещенск : Амурский гос. ун-т, 2003. – 65 с.

12. Квасов А. С. Художественное конструирование изделий из пластмасс: Учебник для вузов. – М. : Высш. шк., 1989. – 239 с., ил.

13. Кухта М. С. Основы дизайна / М. С. Кухта, Л. Т. Жукова, М. Г. Гольдшмидт; Томский политехнический университет. Томск : Изд-во ТПУ, 2009. – 288 с.

14. Лантери Э. Лепка. – М. : Издательство «В. Шевчук», 2013. – С. 336

15. Мастерская природы / Автор-составитель З. Воронцова. – М. : «Изобразительное искусство», 1981. – 32 с., ил.

16. Объемно-пространственная композиция [Текст] : учеб. пособие для вузов /

ред. А. Ф. Степанов. – М. : Стройиздат, 1993. – 256 с.
17. Одноралов И. В. Скульптура и скульптурные материалы. М.: Советский художник, 1965. – 187 с.
18. Папанек В. Дизайн для реального мира. – М. : Издатель Дмитрий Аронов, 2005. – 416 с.
19. Ромм А.Г. Русские монументальные рельефы. – М. : Искусство, 1953. – 208 с., ил.
20. Сенаторов Н. Я., Коршунова А. П., Муштаева И. Е. Лепные работы. – М. : «Высшая школа», – 1987.
21. Чернышев О. В. Формальная композиция: Творческий практикум. – Минск : Харвест, 1999. – 312 с., ил.

Электронные образовательные ресурсы:

22. Творчество Сантьяго Калатрава.
URL: https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=800188

23. Мексиканский архитектор Хавьер Сеносиан, главный мировой идеолог биоархитектуры.
URL: https://www.liveinternet.ru/users/5679659/post393595427
24. С. Бабкин. Из чего состоит архитектура Захи Хадид.
URL: https://www.the-village.ru/village/city/architecture/234223-rip-hadid
25. Идеальная асимметрия как парадокс японской архитектуры. © Artifex.ru
URL: https://artifex.ru/архитектура/японская-архитектура/

Иллюстрации.

В качестве наглядных примеров, иллюстрирующих выполнение заданий по курсу «Академическая скульптура и пластическое моделирование», представлены работы студентов СПГХПА имени А. Л. Штиглица.

3.1. Задание № 1. Академический этюд.

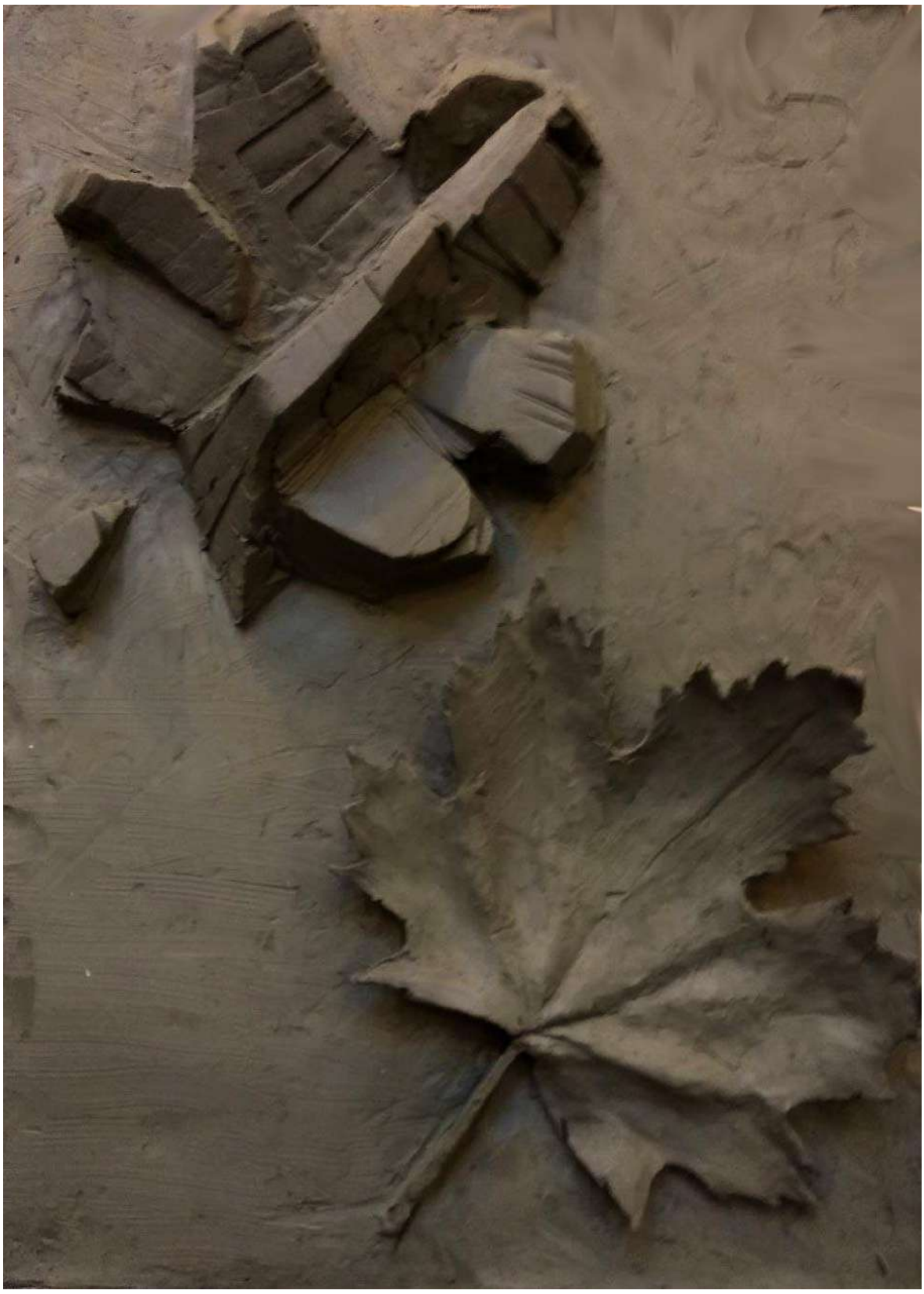
Скульптурное изображение растительного элемента (листа дерева)



Ил.1



Ил. 2



Ил. 3



Ил. 4



Ил. 5



Ил. 6



Ил. 7



Ил. 8



Ил. 9



Ил. 10



Ил. 11



Ил. 12



Ил. 13

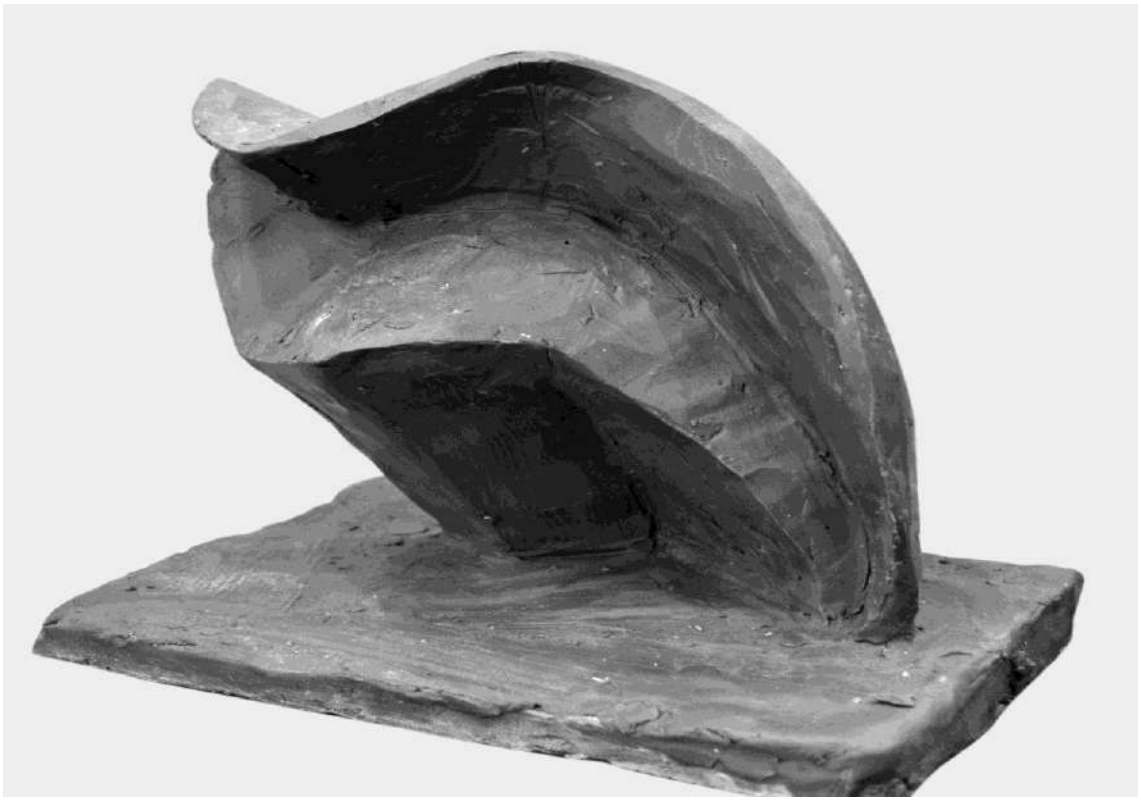
Задание № 2. Выявление конструктивной основы листа



Ил. 14



Ил. 15



Ил. 16



Ил. 17



Ил. 18



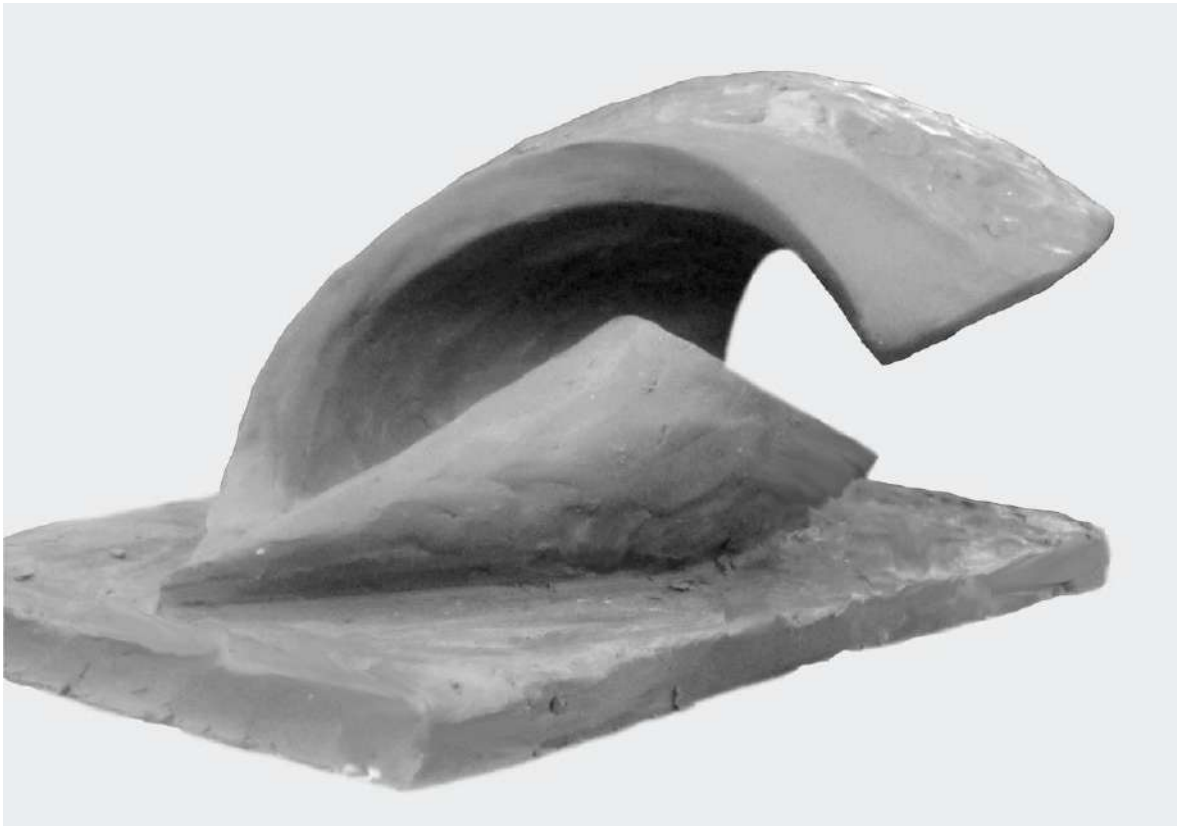
Ил. 19



Ил. 20



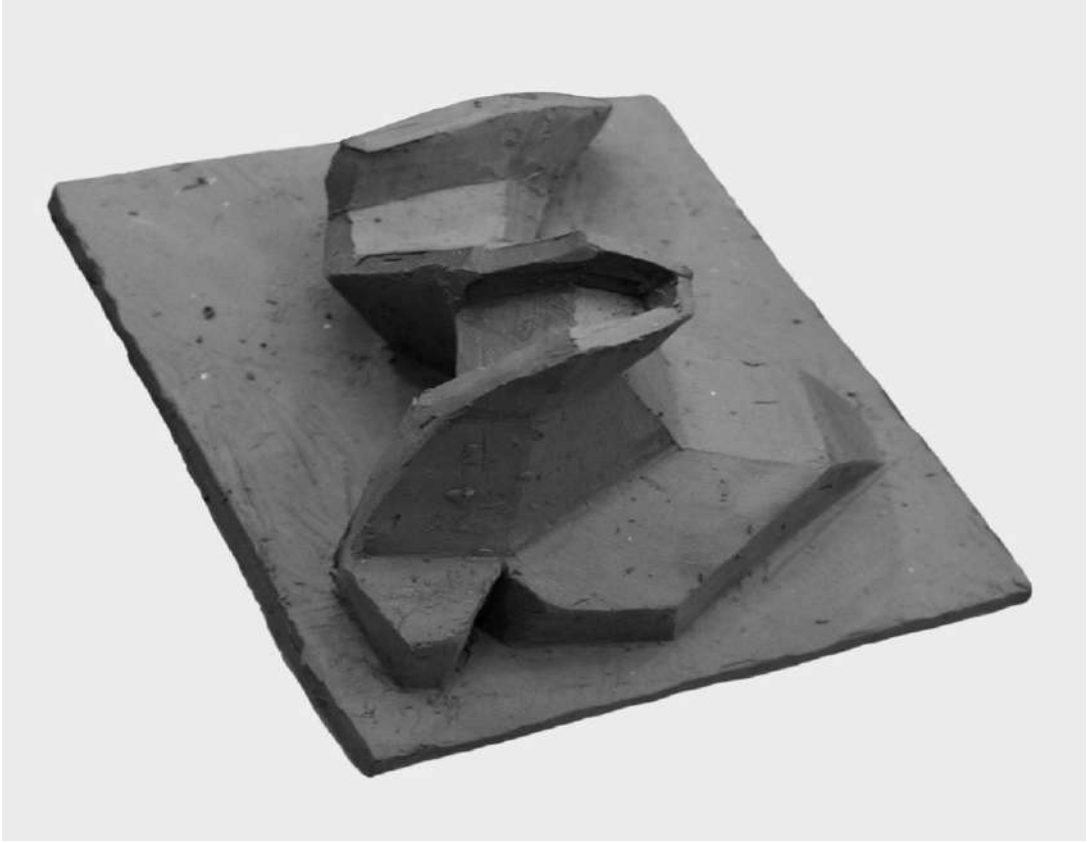
Ил. 21



Ил. 22



Ил. 23



Ил. 24



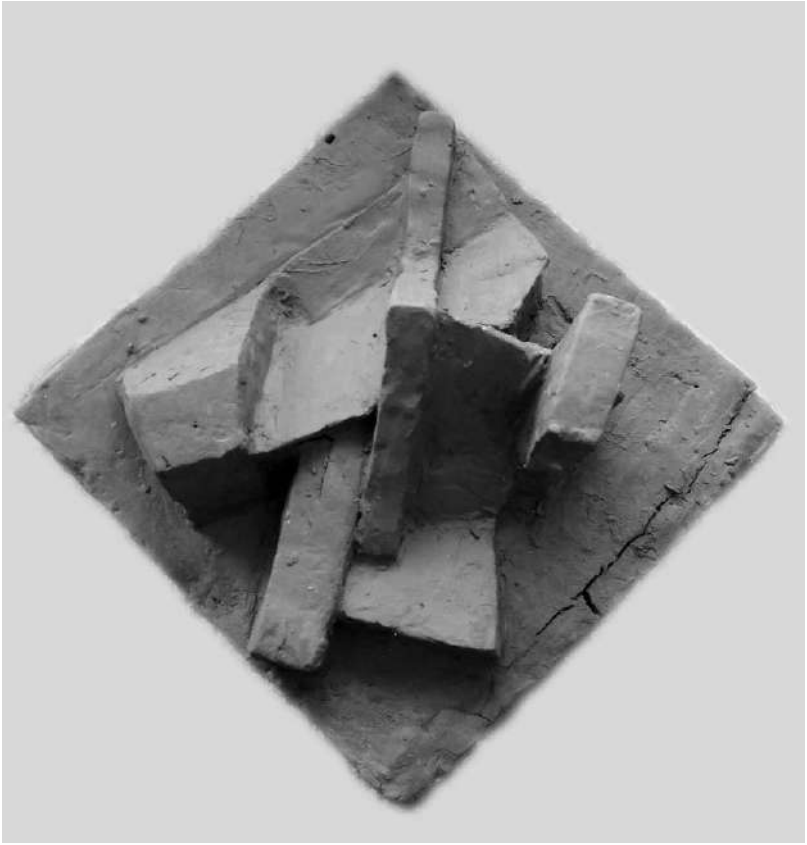
Ил. 26



Ил. 25



Ил. 27



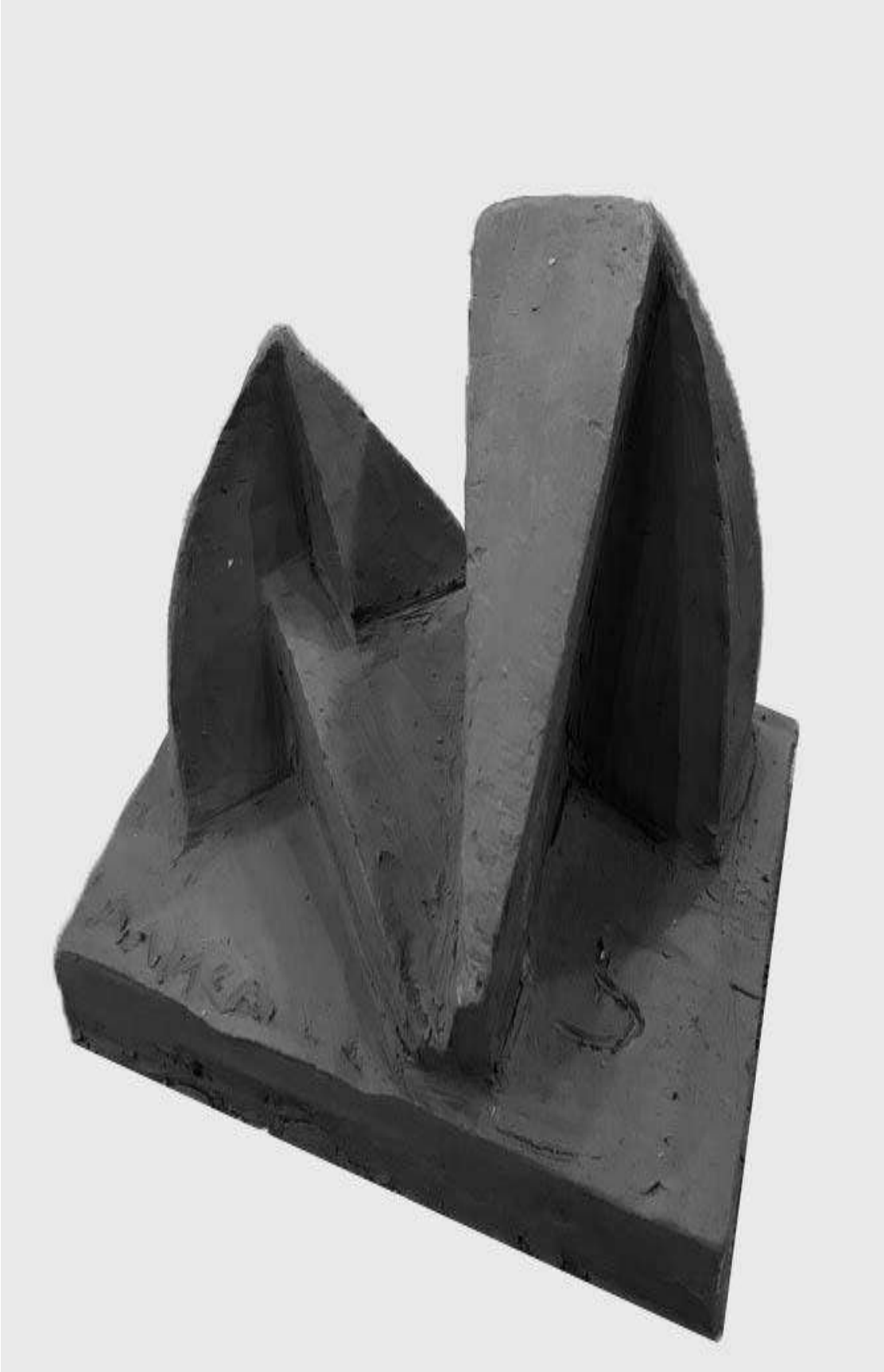
Ил. 28



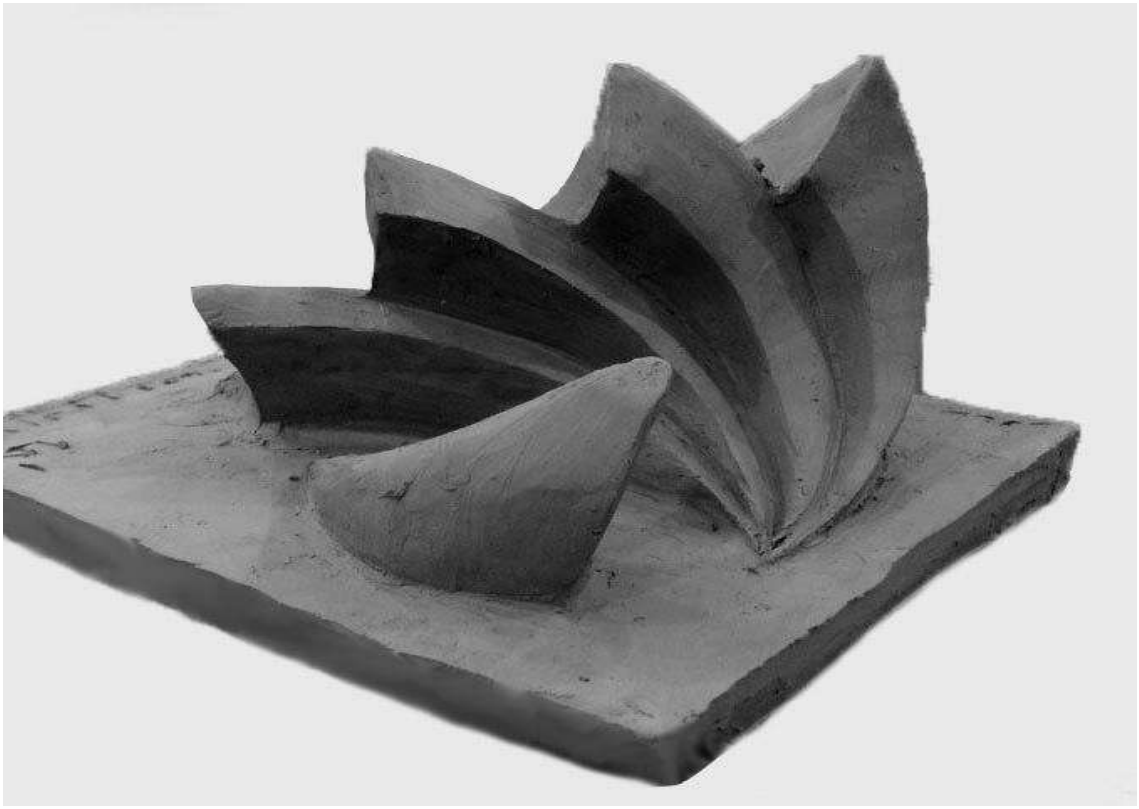
Ил. 29



Ил. 30



Ил. 31



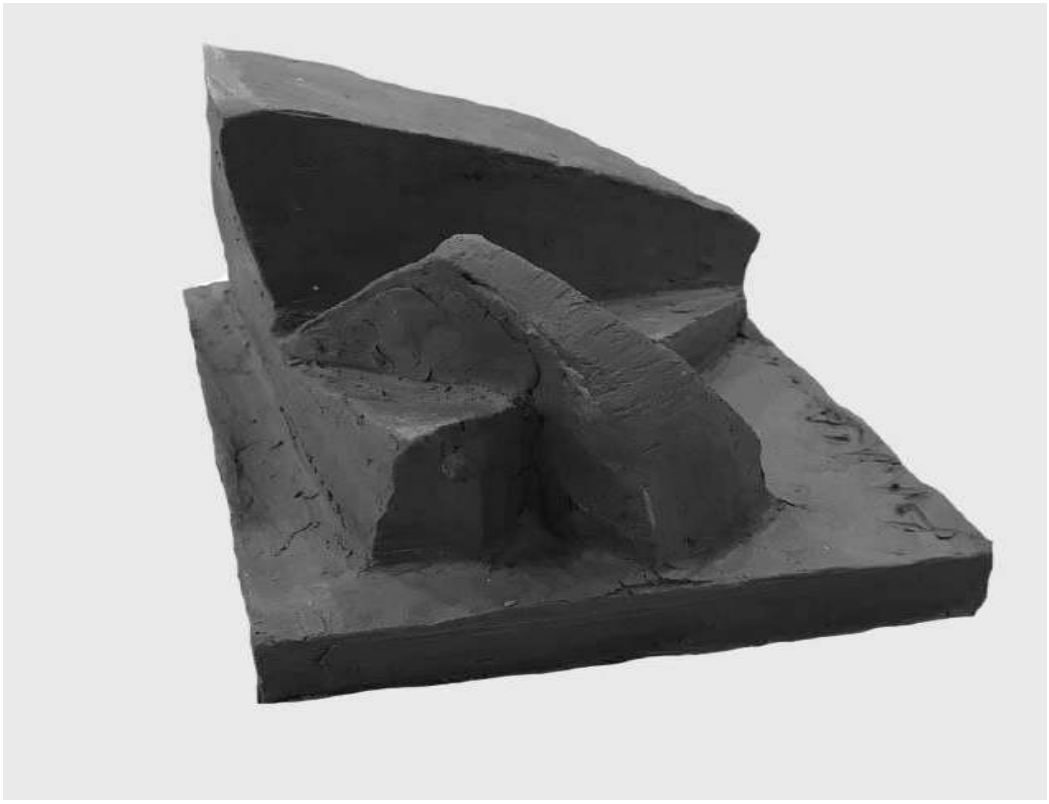
Ил. 32



Ил. 33



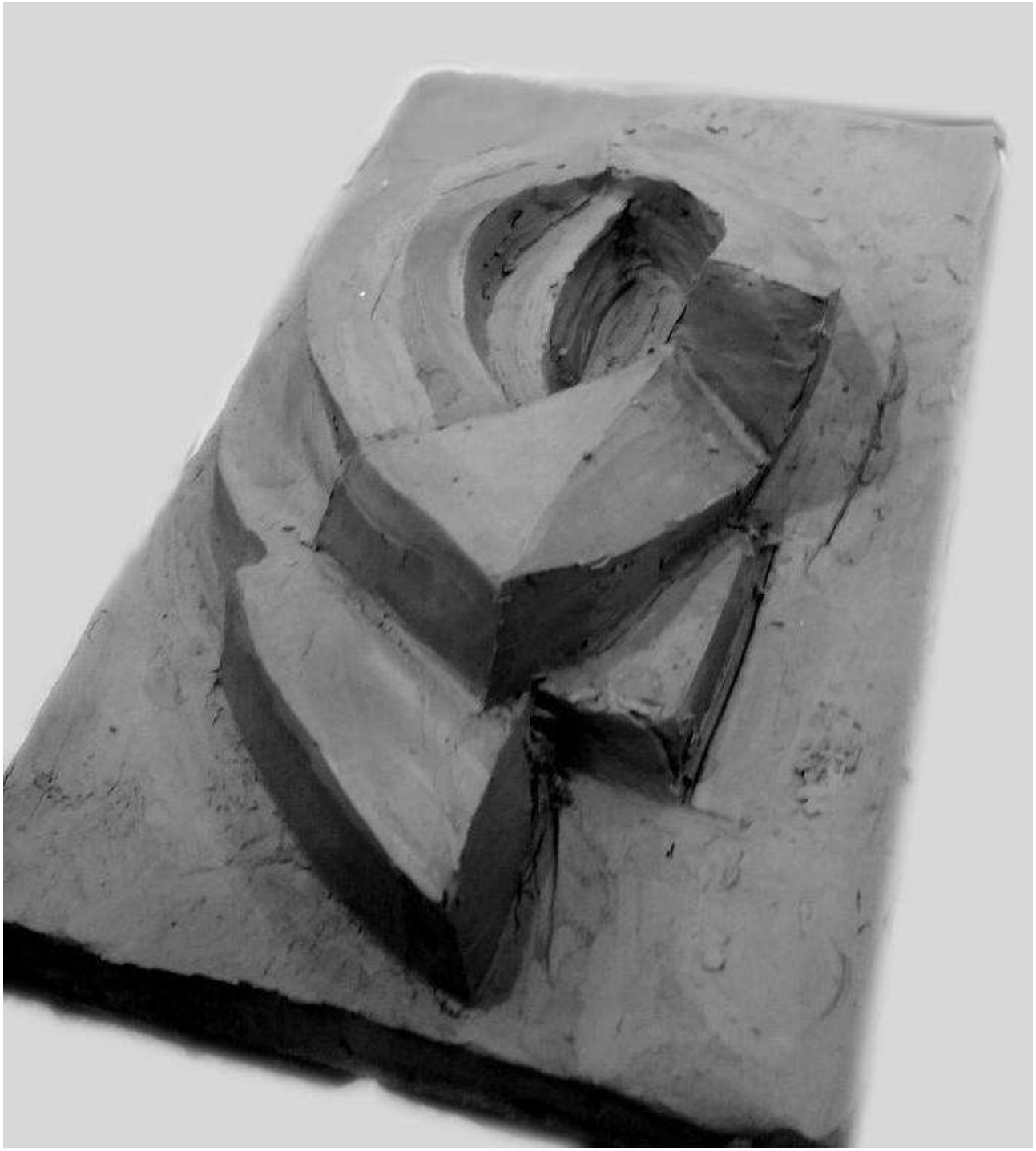
Ил. 34



Ил. 35



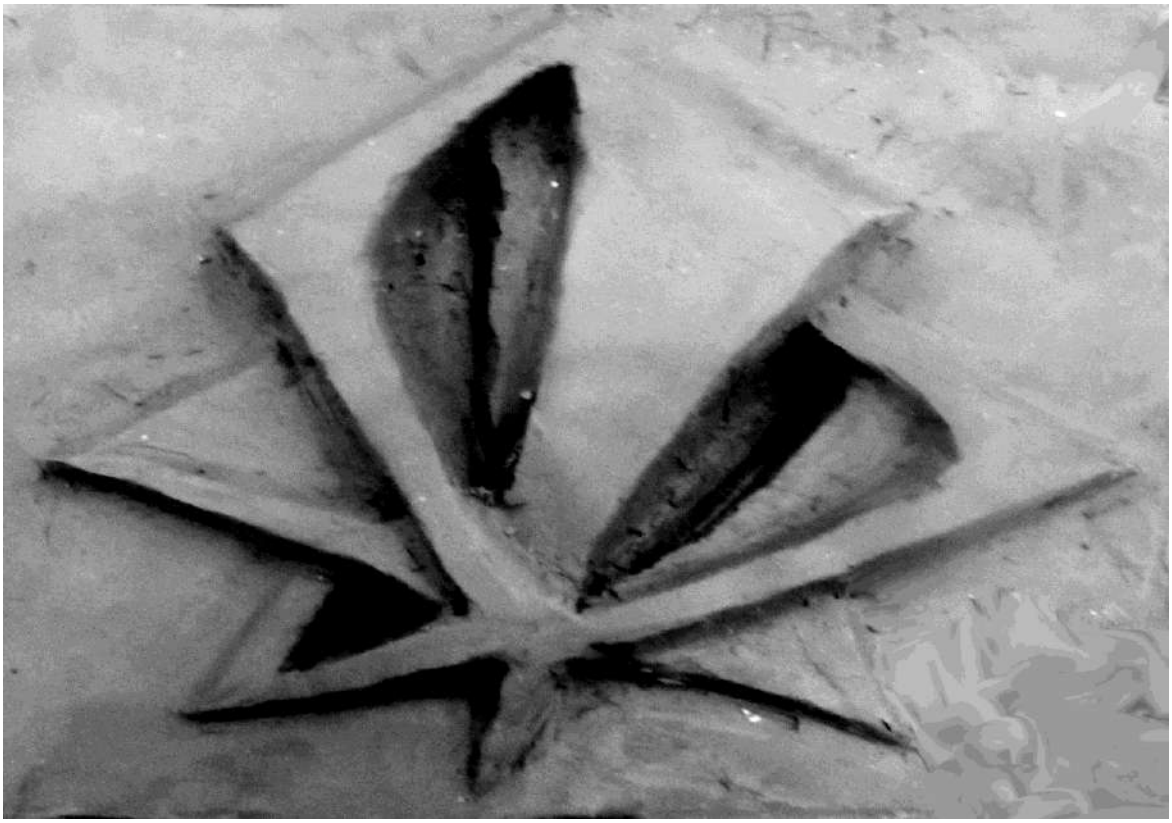
Ил. 36



Ил. 37



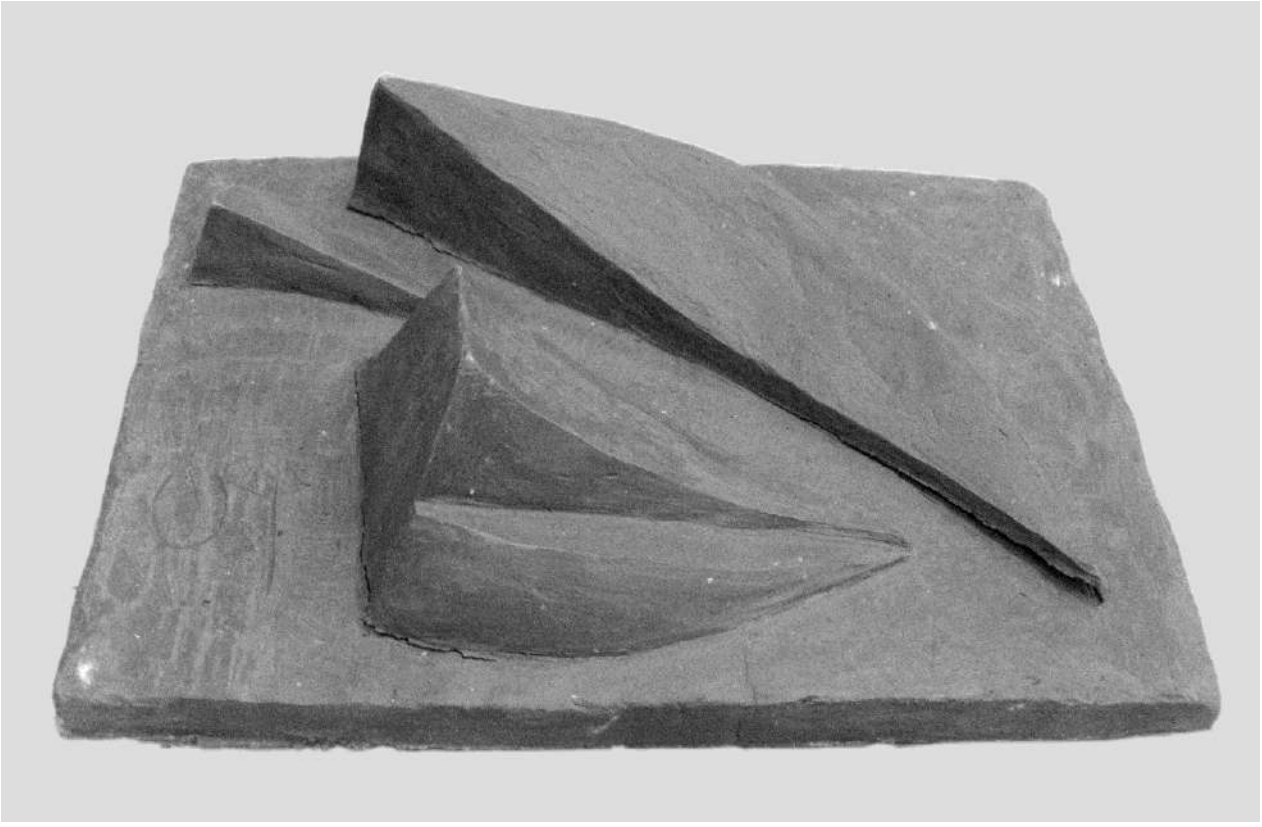
Ил. 38



Ил. 39



Ил. 40



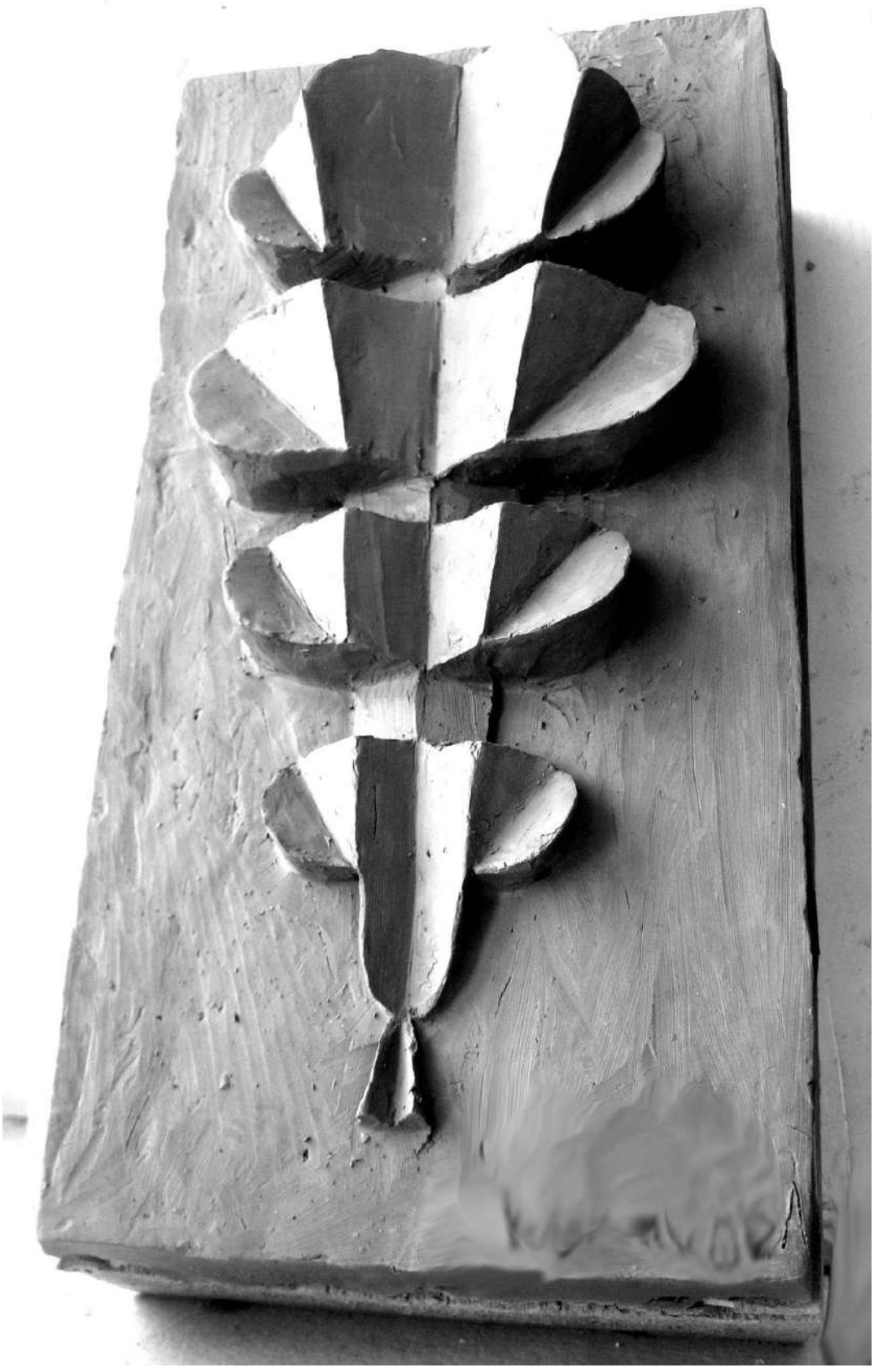
Ил. 41



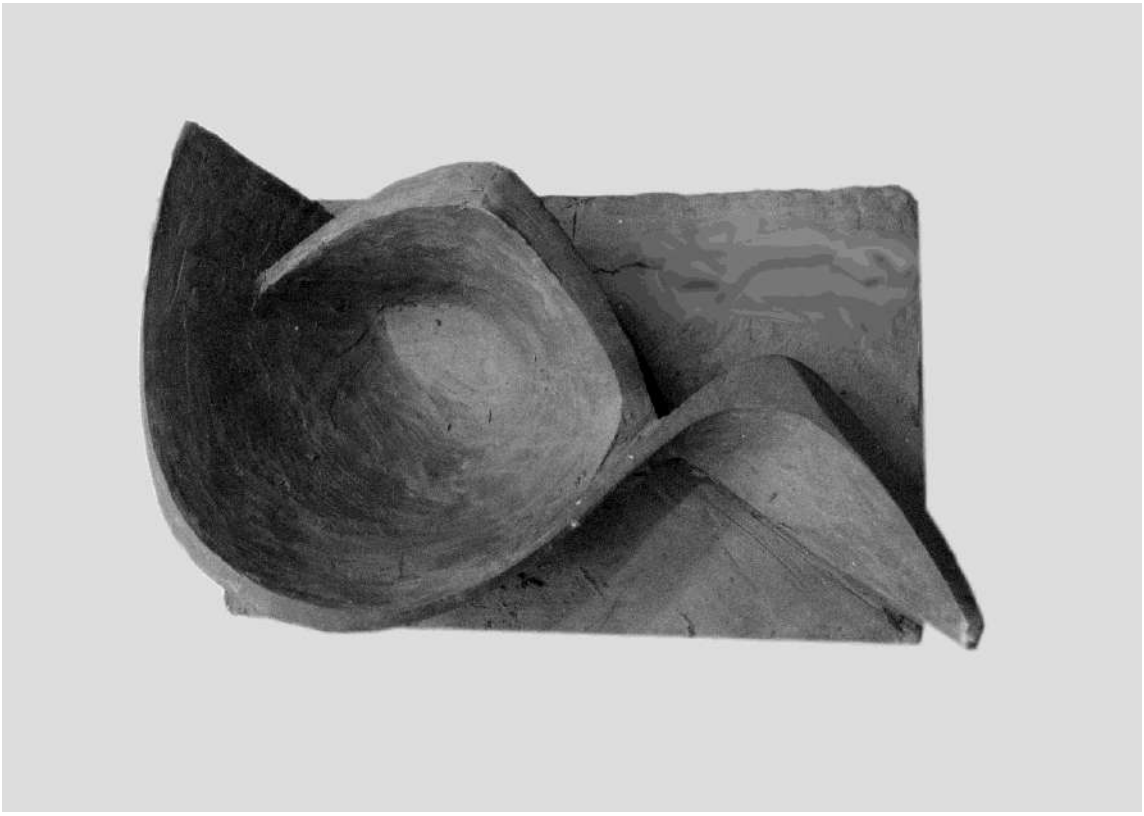
Ил. 42



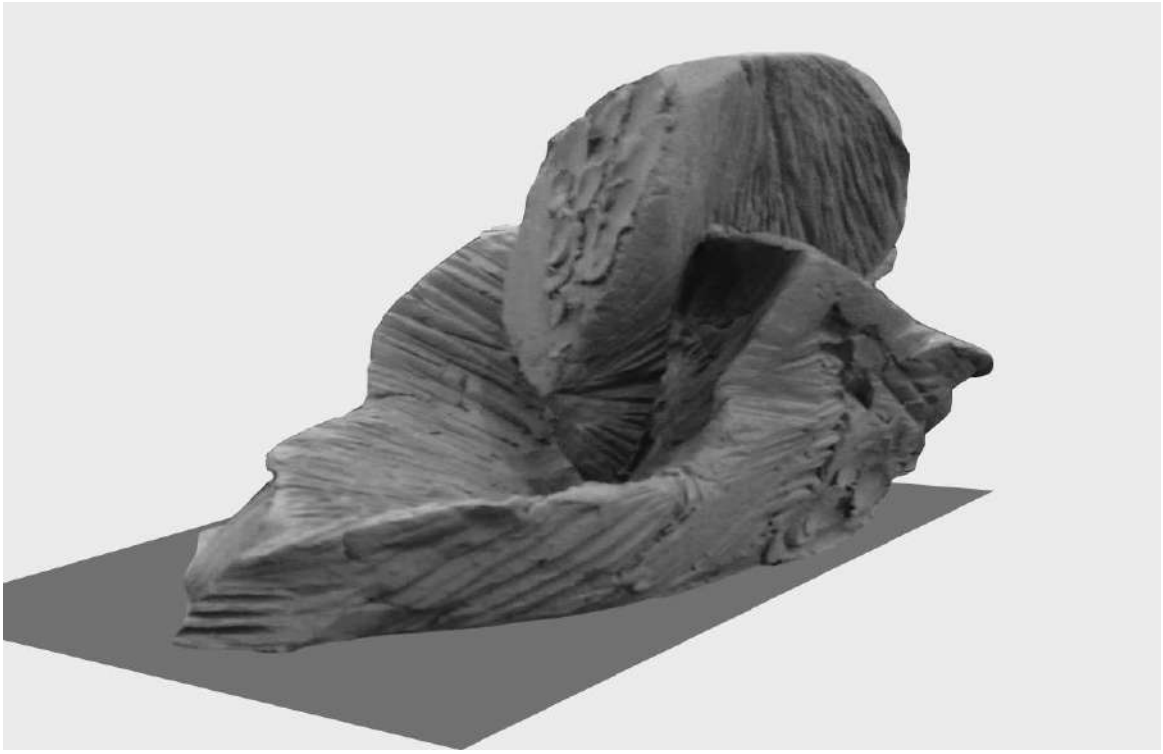
Ил. 43



Ил. 44



Ил. 45



Ил. 46



Ил. 47



Ил. 48



Ил. 49



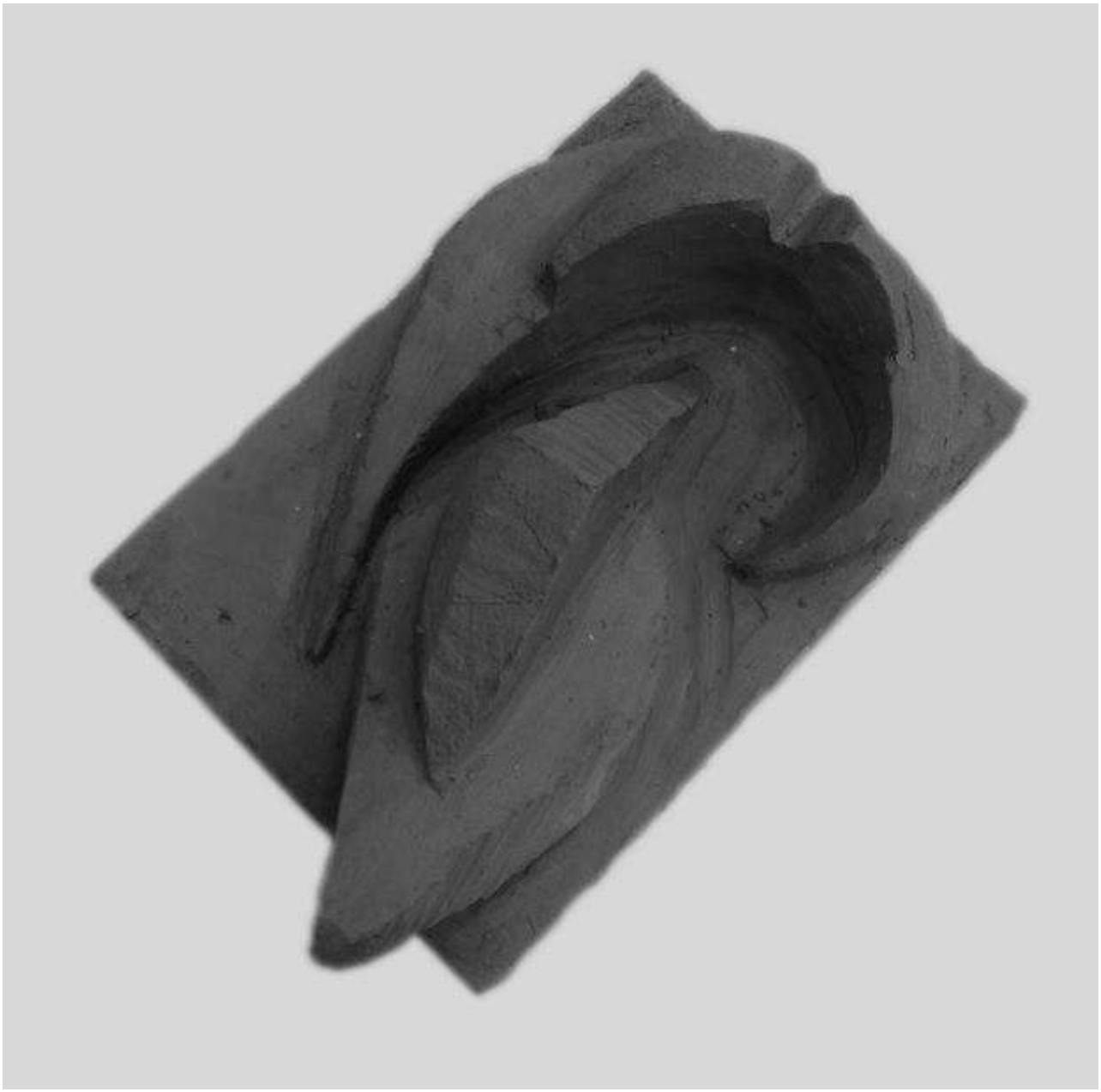
Ил. 50



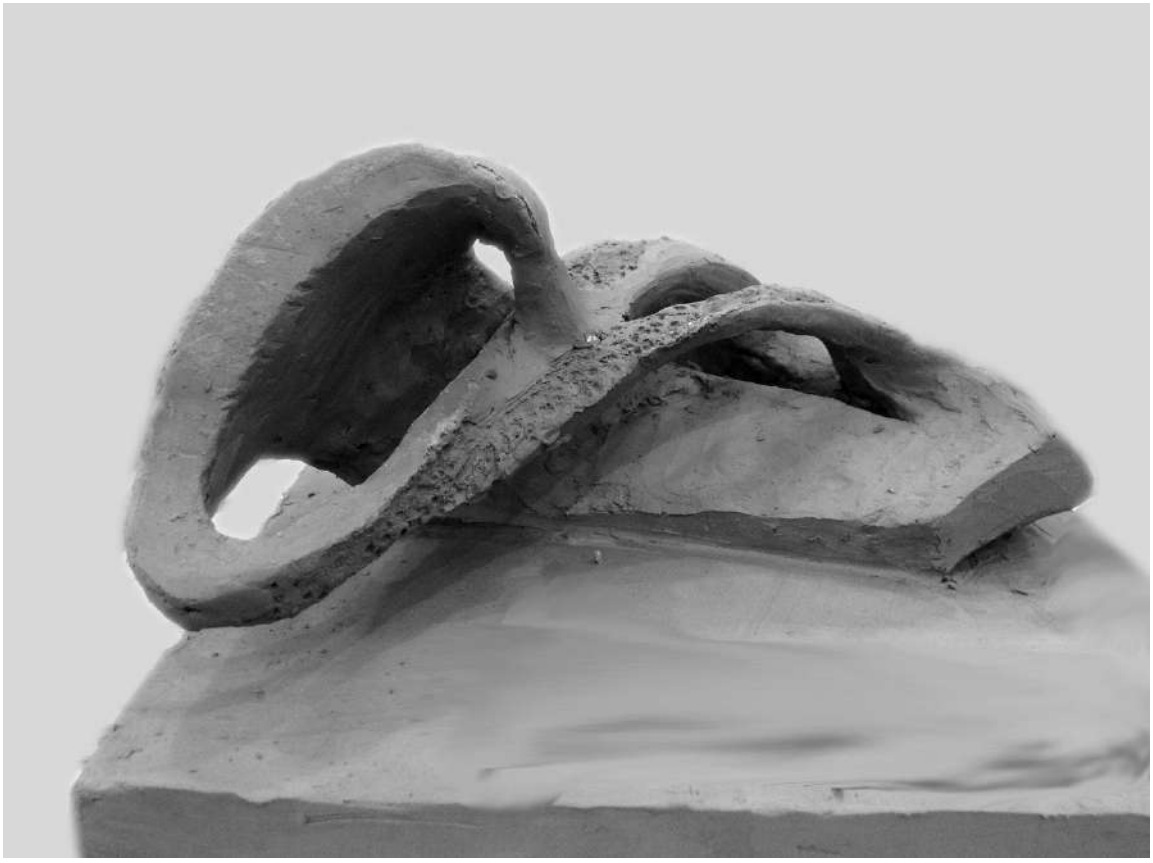
Ил.51



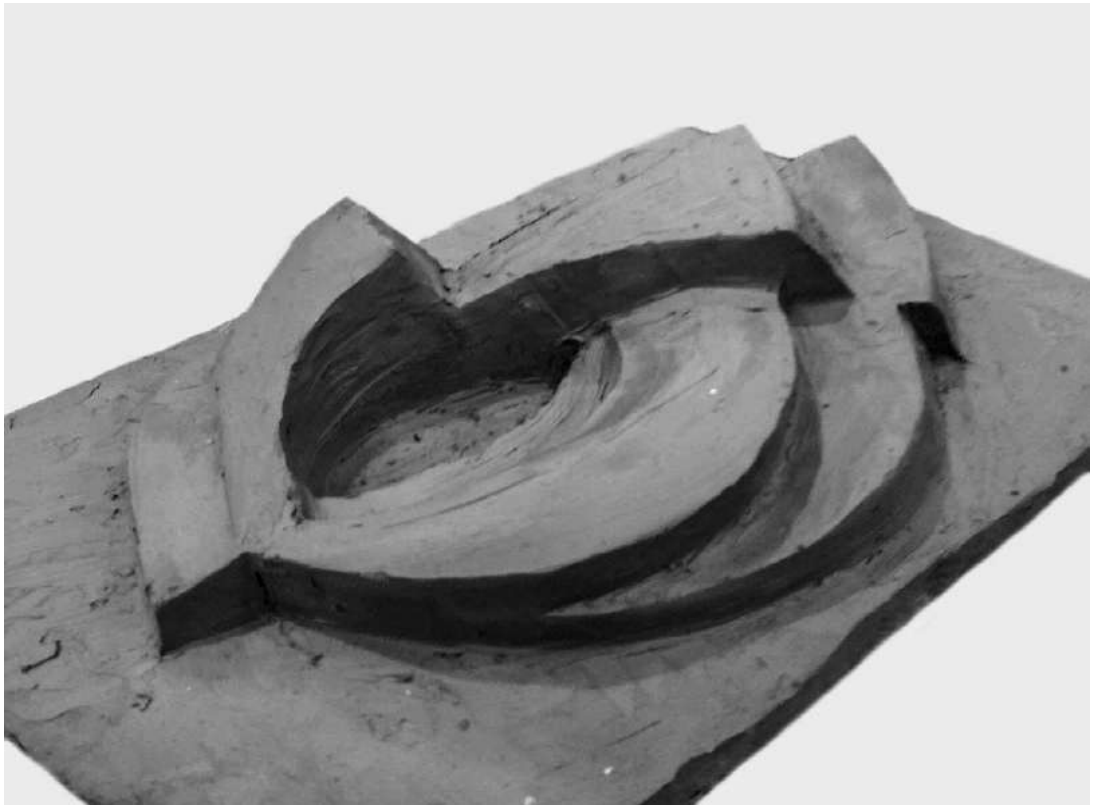
Ил. 52



Ил. 53



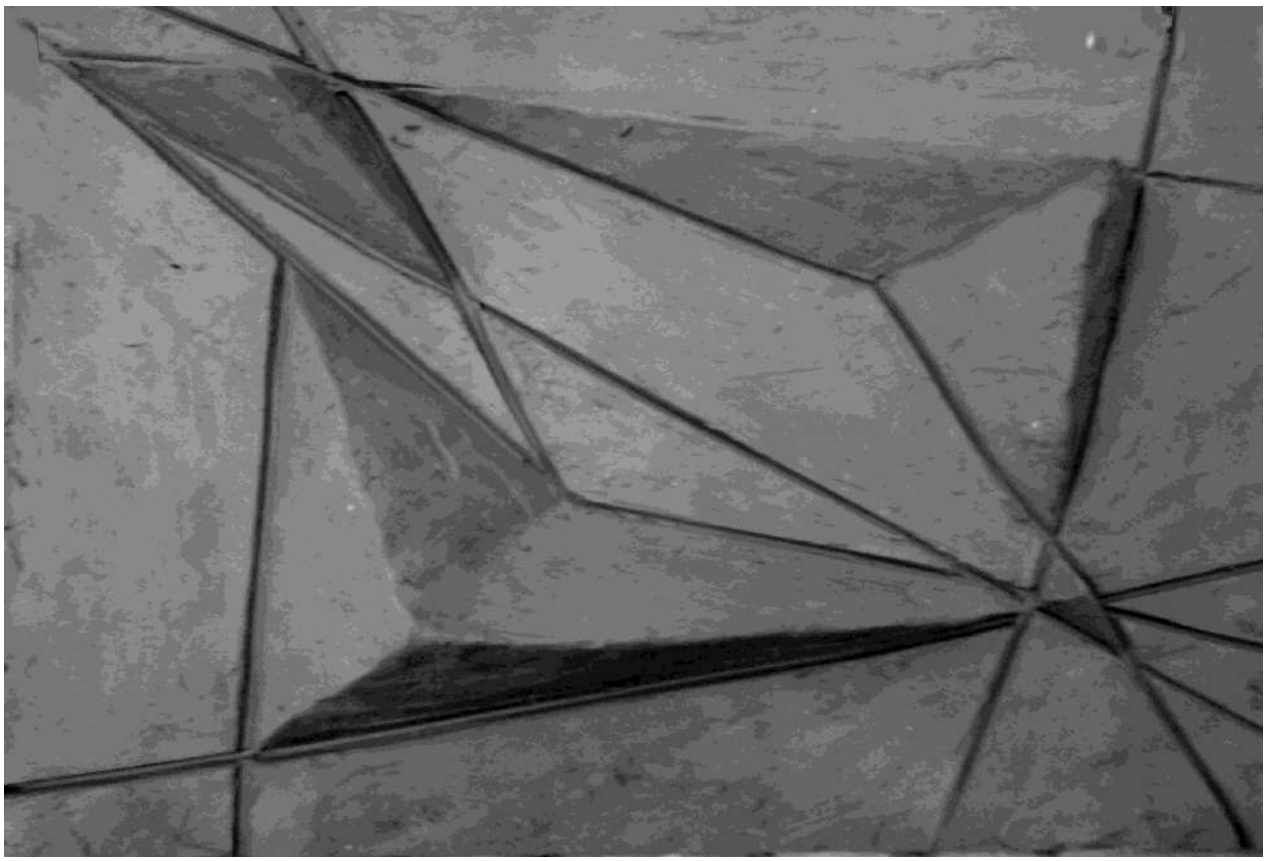
Ил. 54



Ил. 55



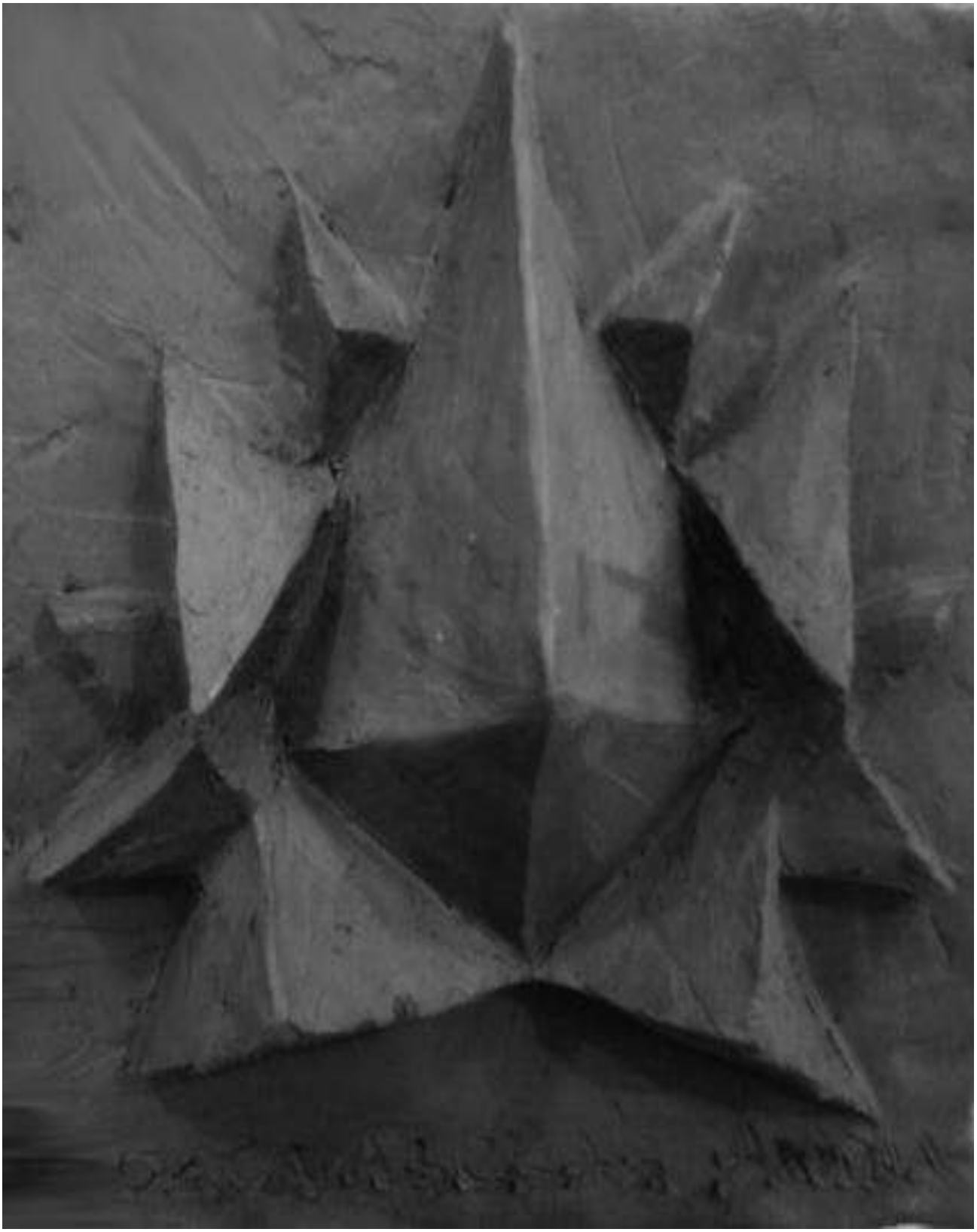
Ил. 56



Ил. 57



Ил. 58



Ил. 59



Ил. 60



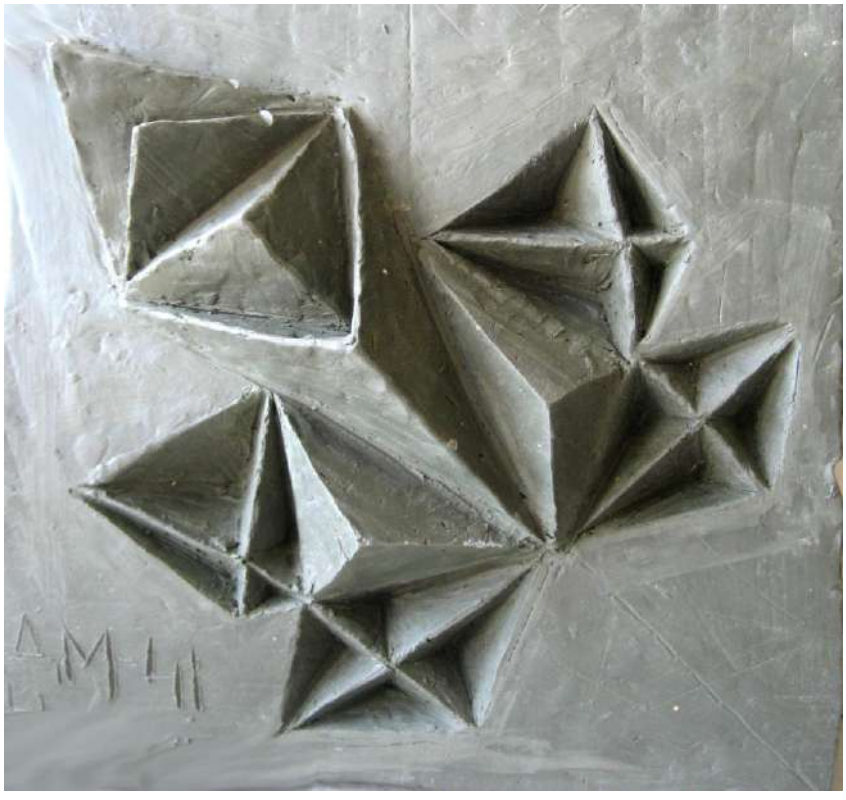
Ил. 621



Ил. 62

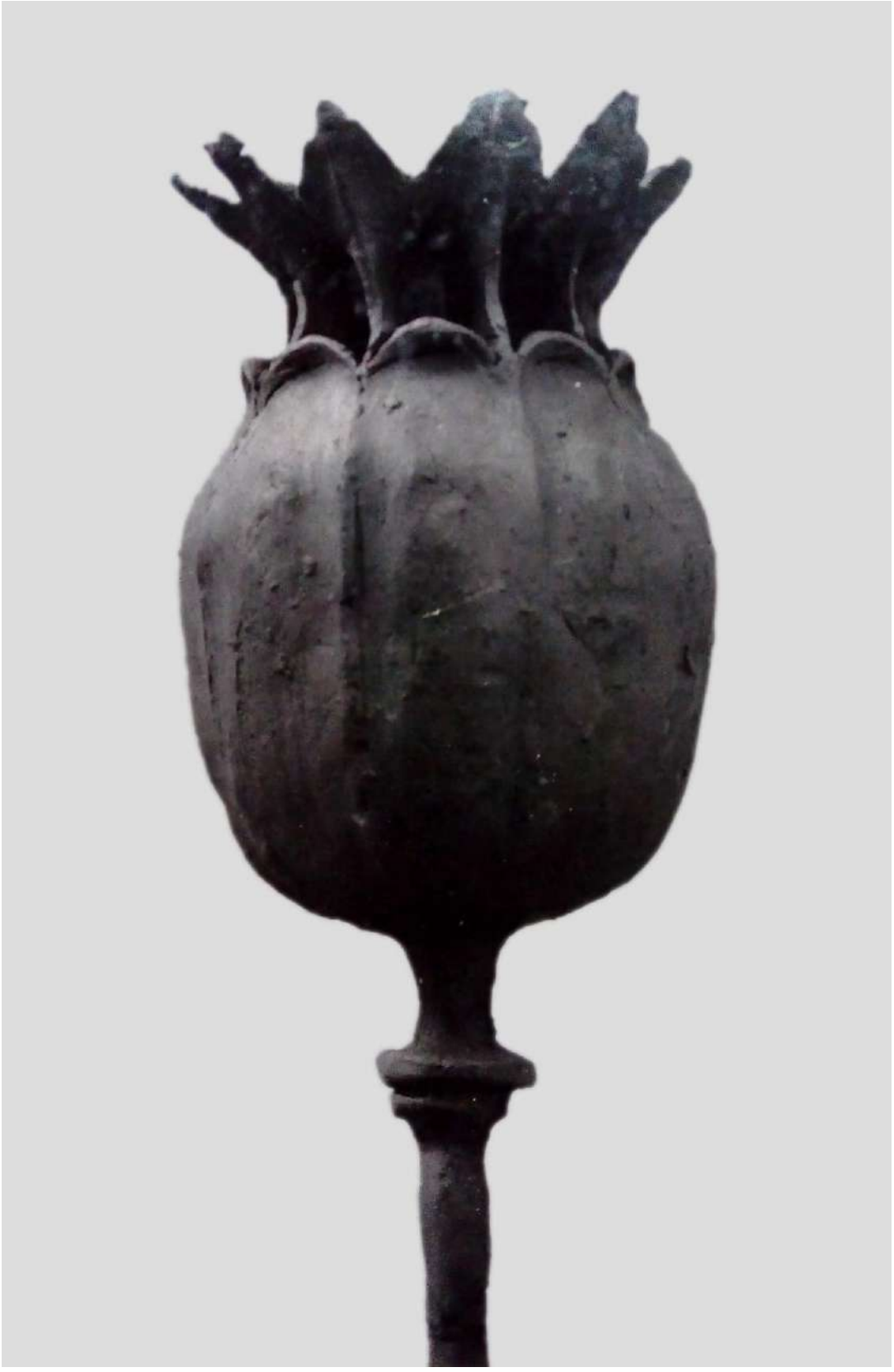


Ил. 63



Ил. 64

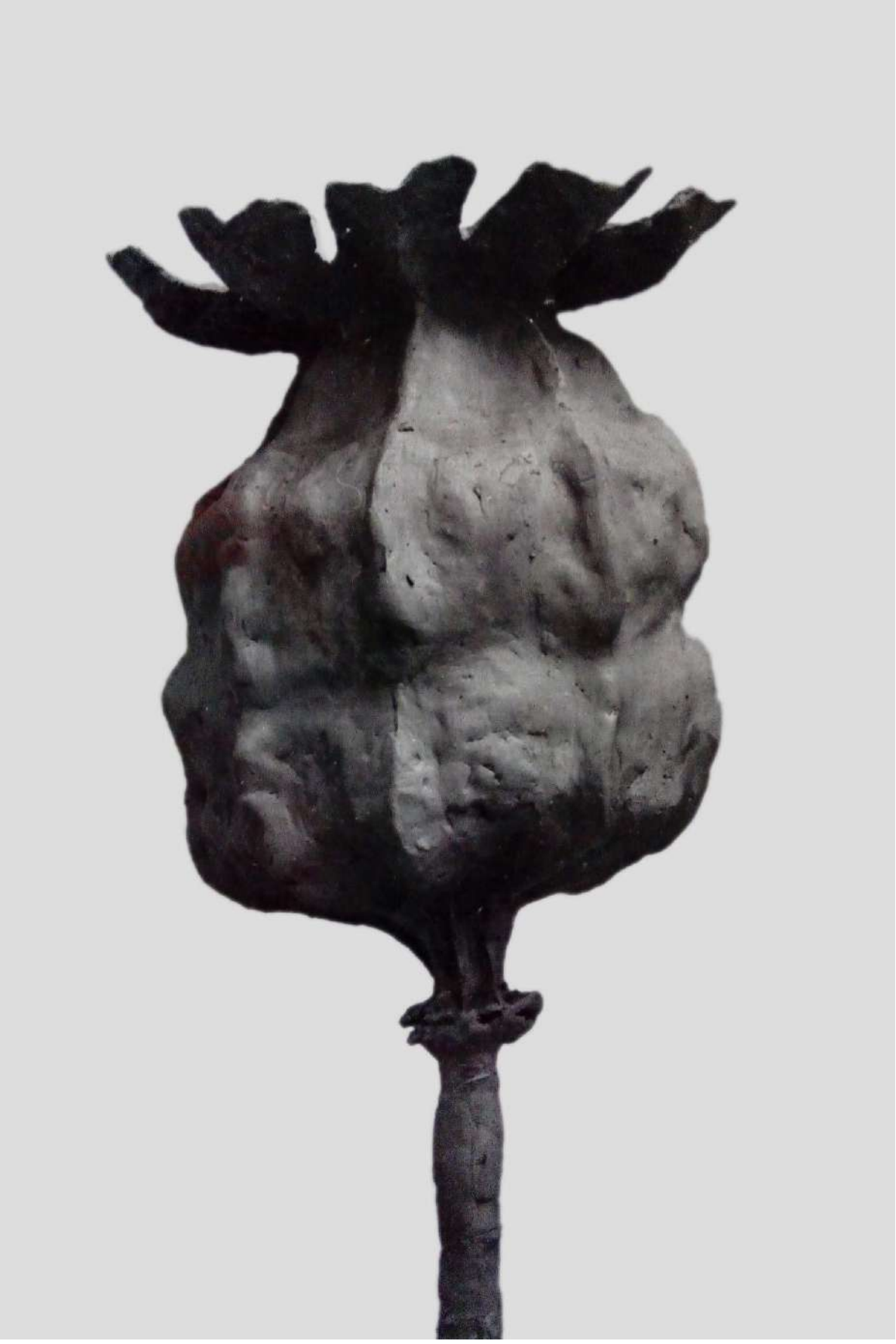
Задание № 3. Академический этюд. Скульптурное изображение головки мака



Ил. 65



Ил. 66



Ил. 67

Задание № 4. Выявление конструктивной основы головки мака



Ил. 68



Ил. 69



Ил. 70



Ил. 71



Ил. 72



Ил. 73



Ил. 74



Ил. 75



Ил. 76



Ил. 77



Ил. 78



Ил. 79



Ил. 80



Ил. 81



Ил. 82



Ил. 83



Ил. 84



Ил. 85



Ил. 86



Ил. 87

Задание № 5. Академический этюд.
Скульптурное изображение морской ракушки



Ил. 88



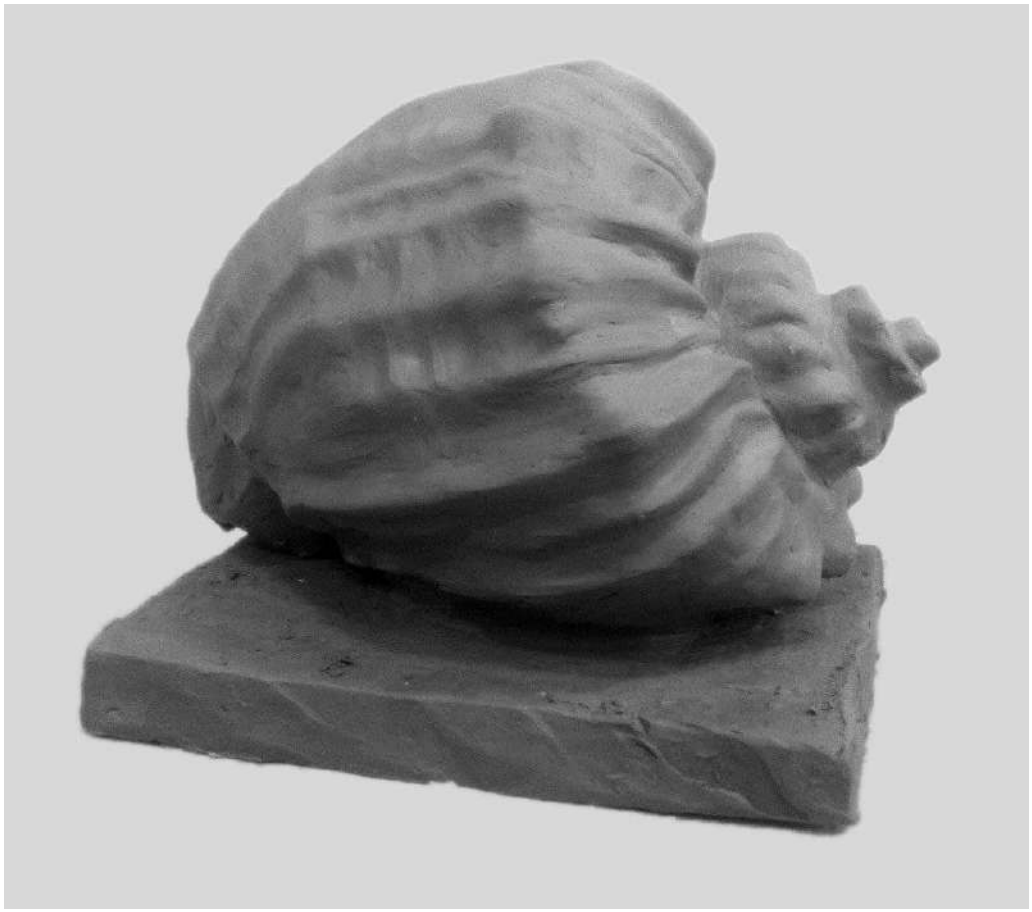
Ил. 89



Ил. 90



Ил.91



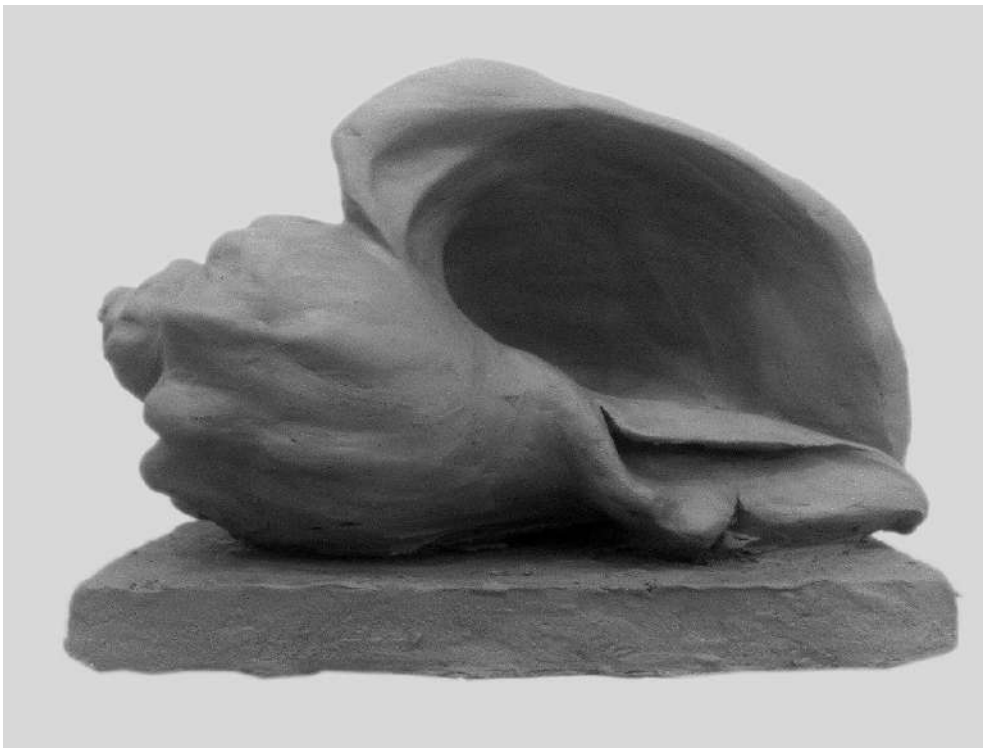
Ил. 92



Ил. 93



Ил. 94



Ил. 95



Ил. 96



Ил. 97



Ил. 98



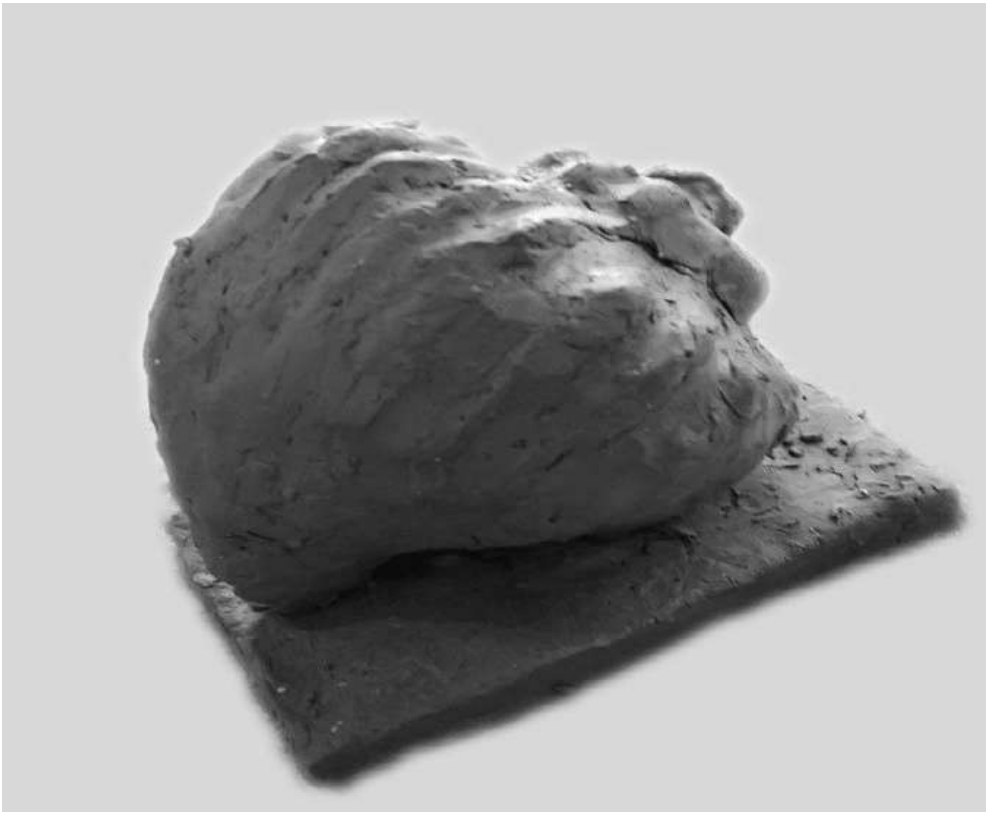
Ил. 99



Ил. 100



Ил. 101



Ил. 102

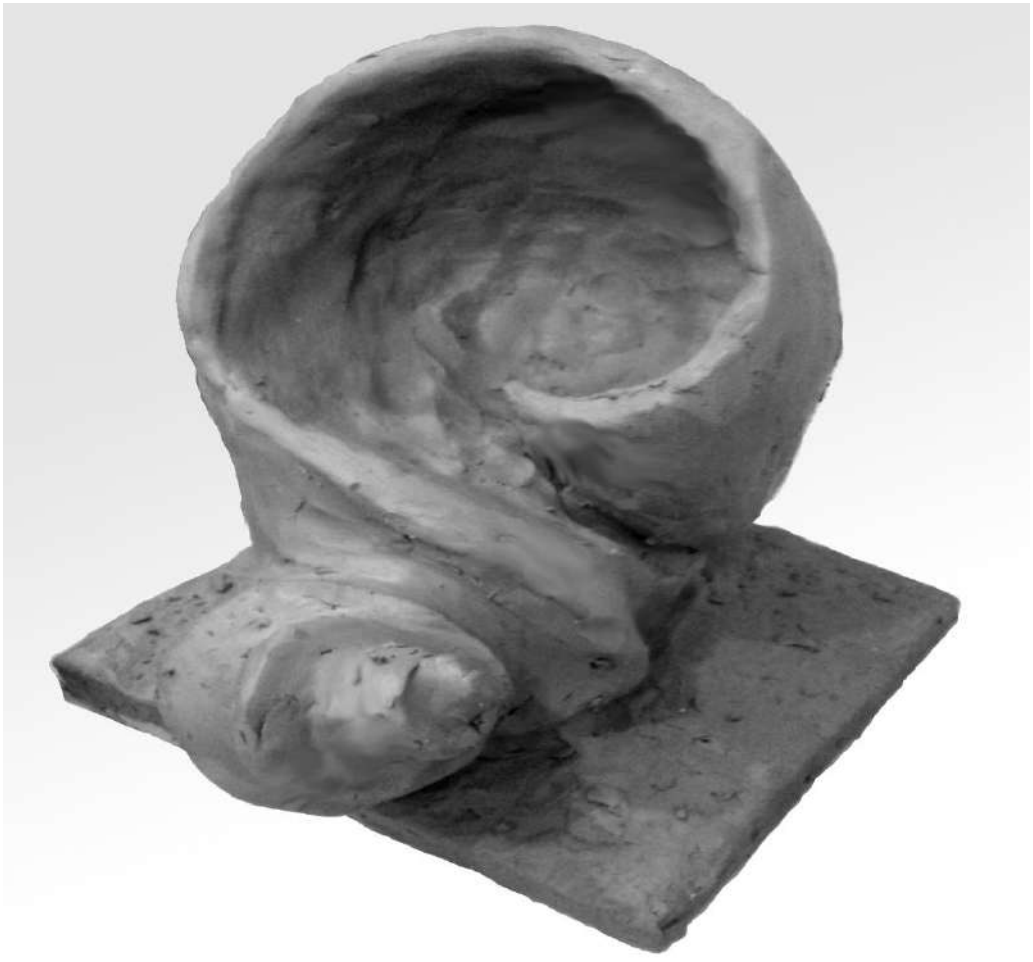
Задание № 6. Выявление конструктивной основы морской ракушки



Ил. 103



Ил. 104



Ил. 105



Ил. 106



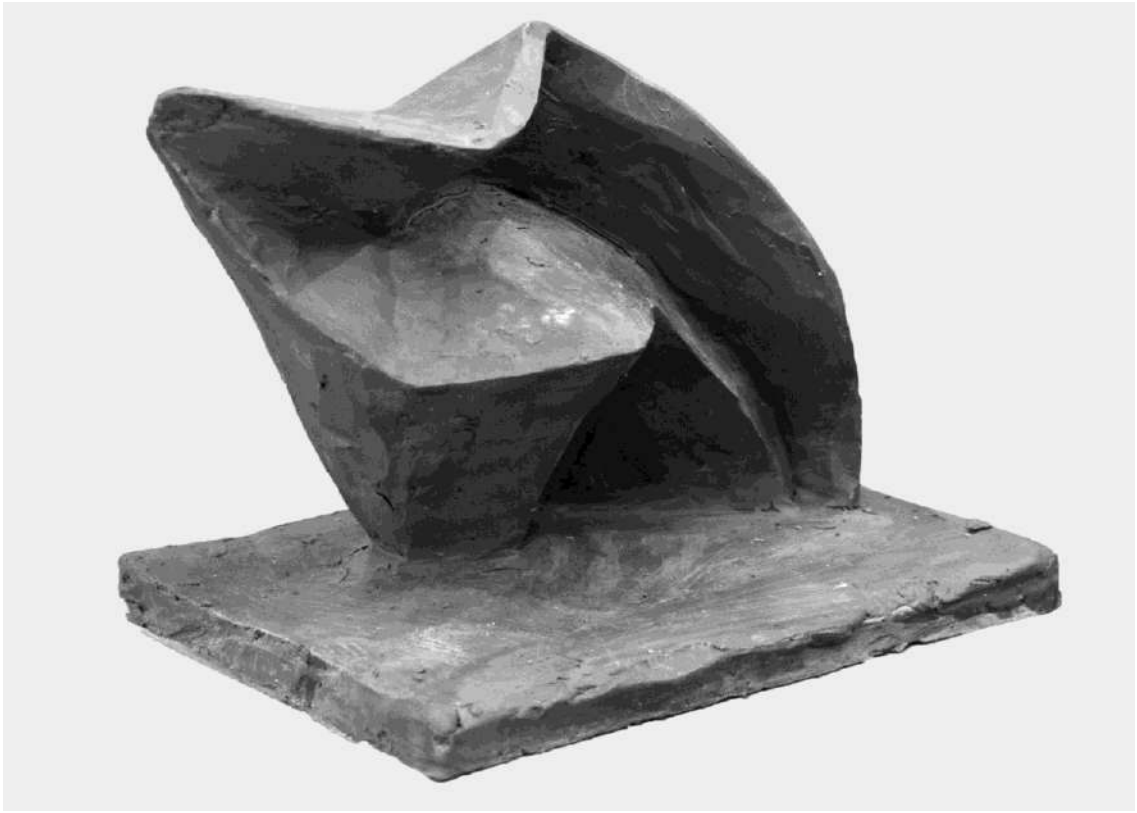
Ил. 107



Ил. 108



Ил. 109



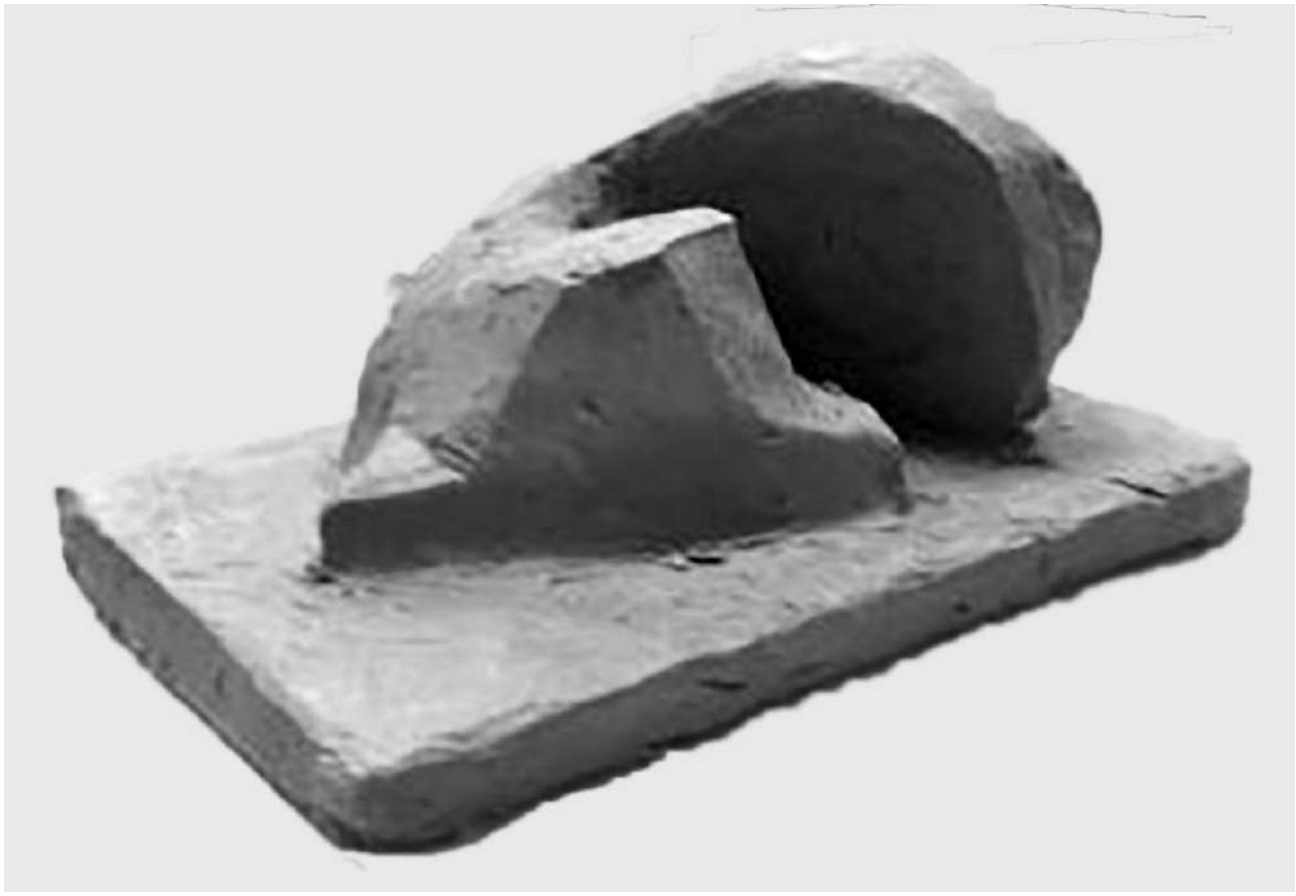
Ил. 110



Ил. 111



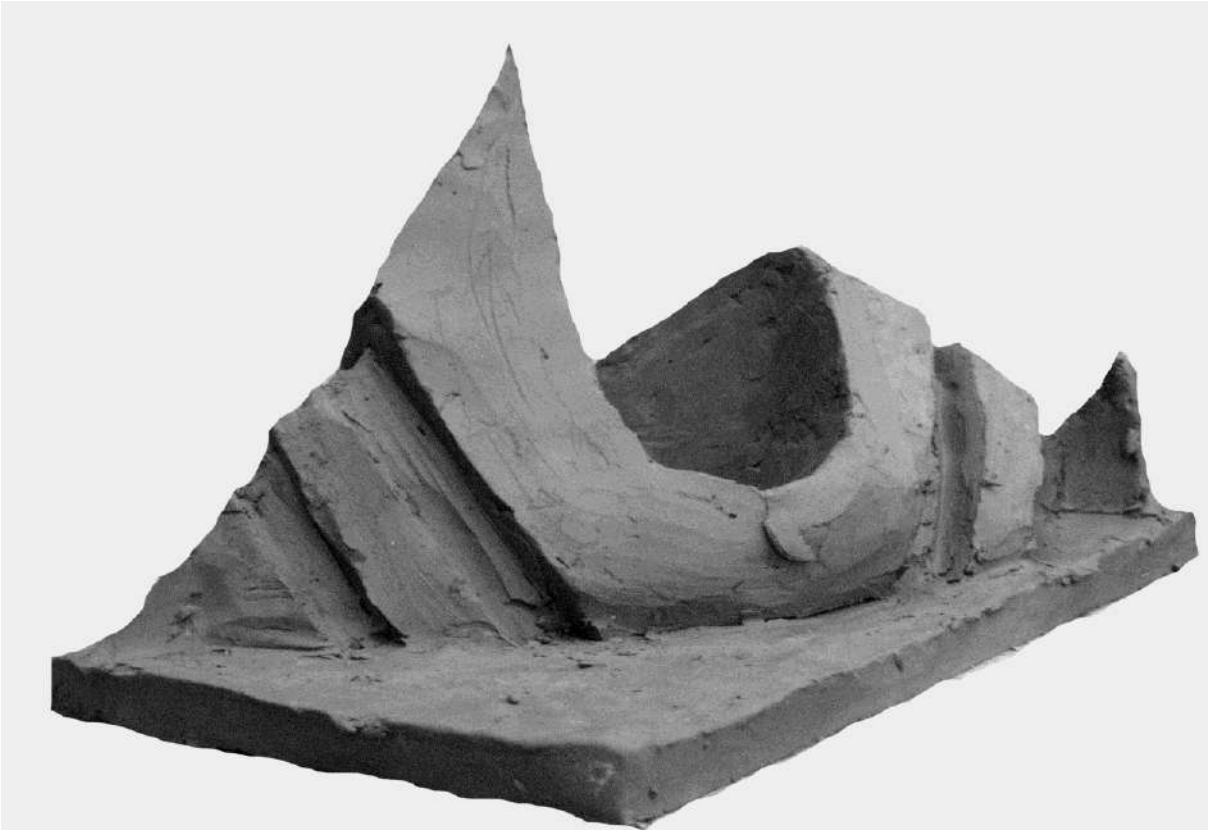
Ил. 112



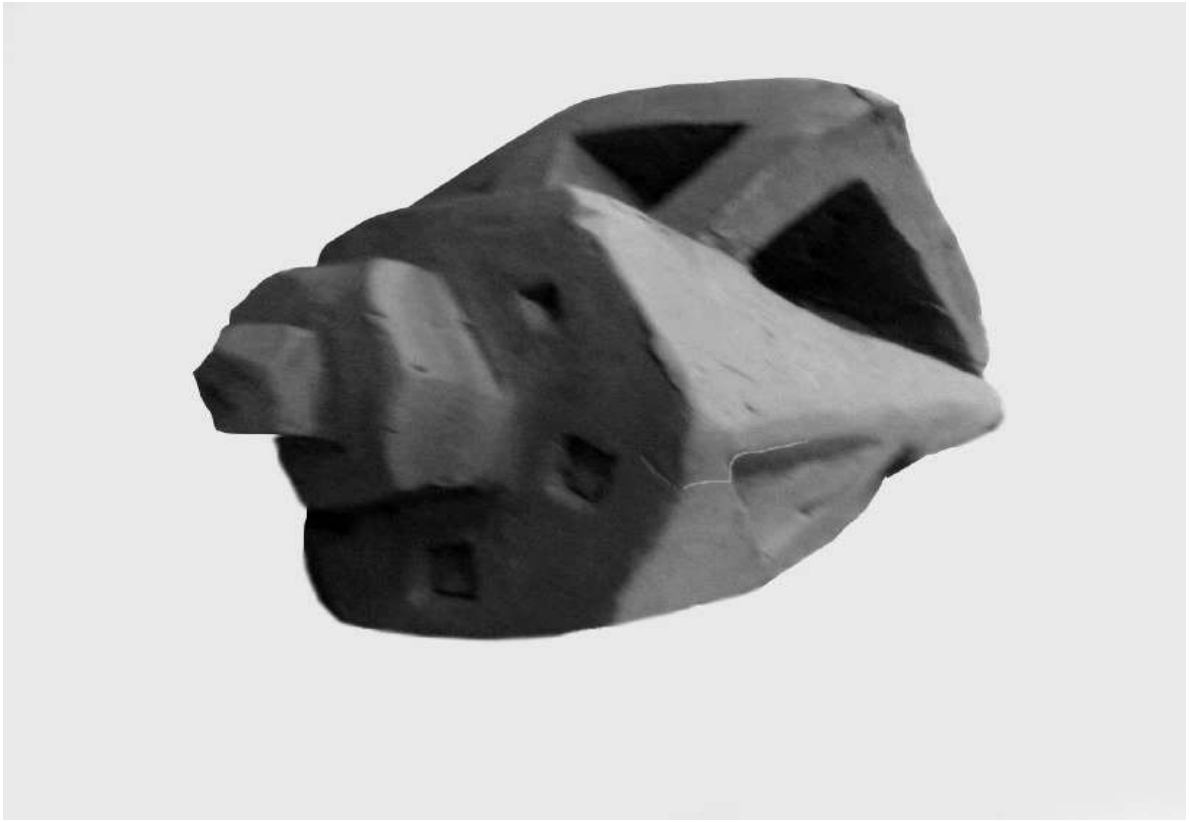
Ил. 113



Ил. 114



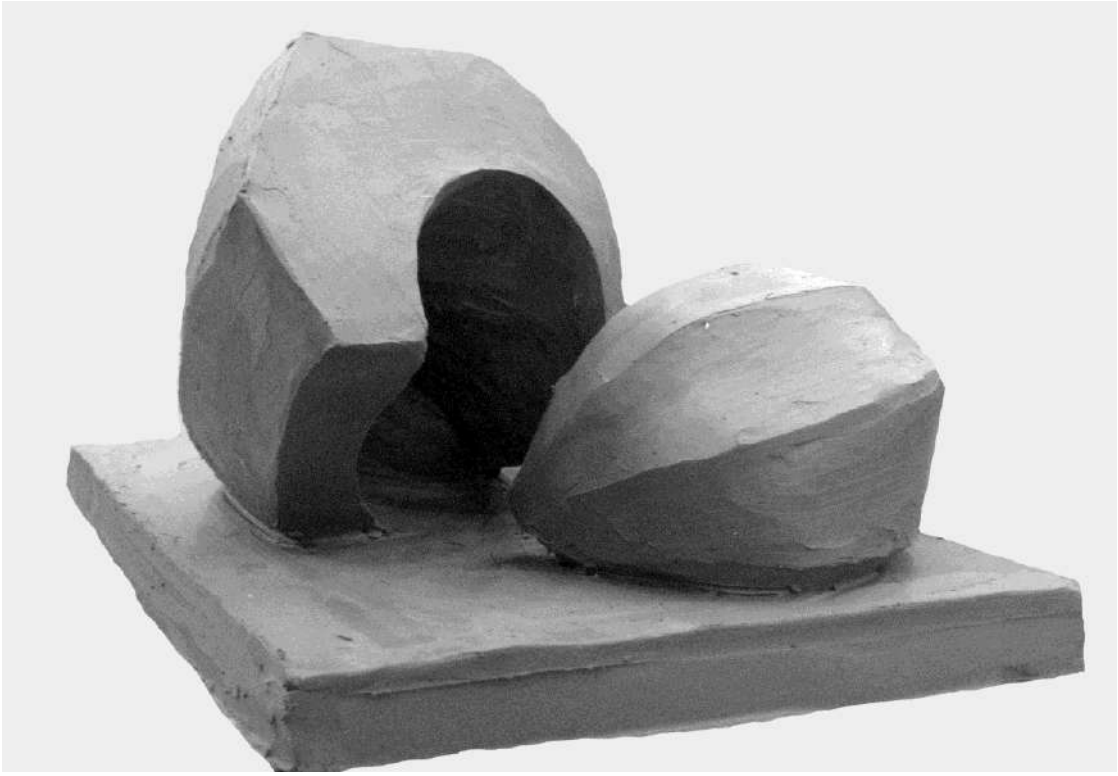
Ил. 115



Ил. 116



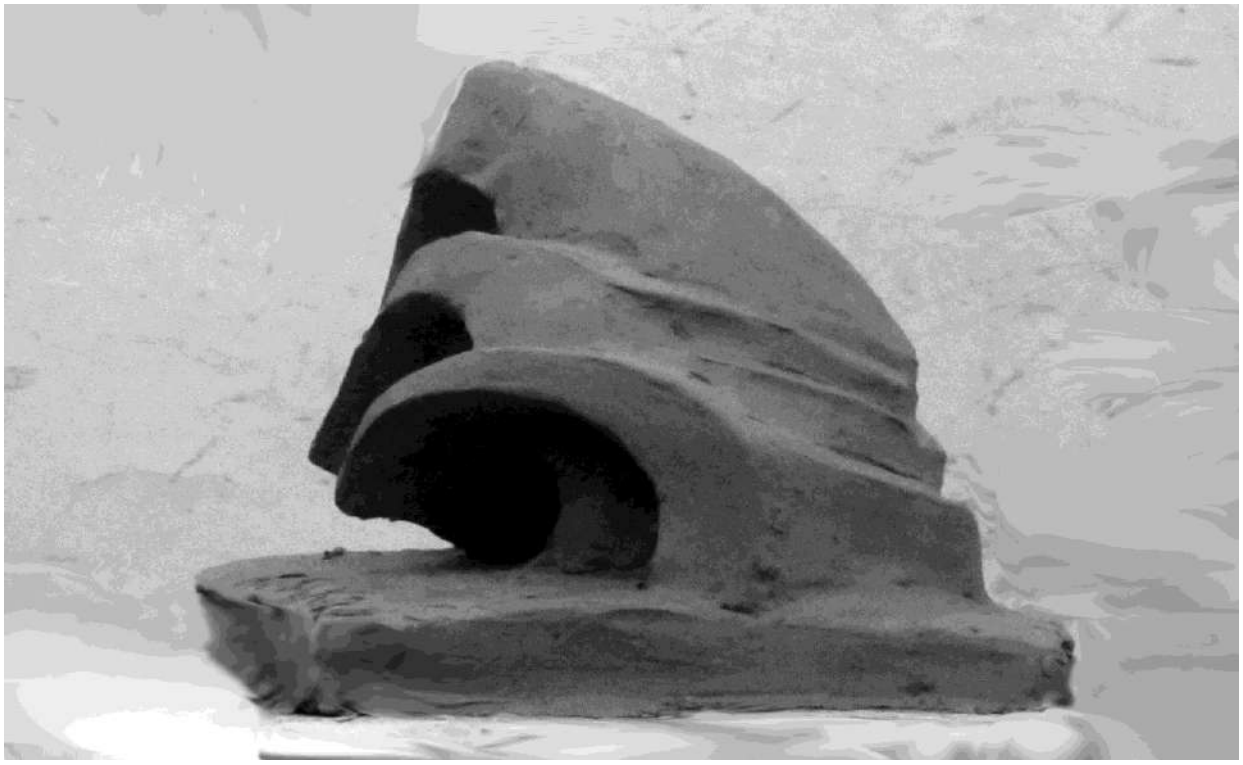
Ил. 117



Ил. 118



Ил. 119



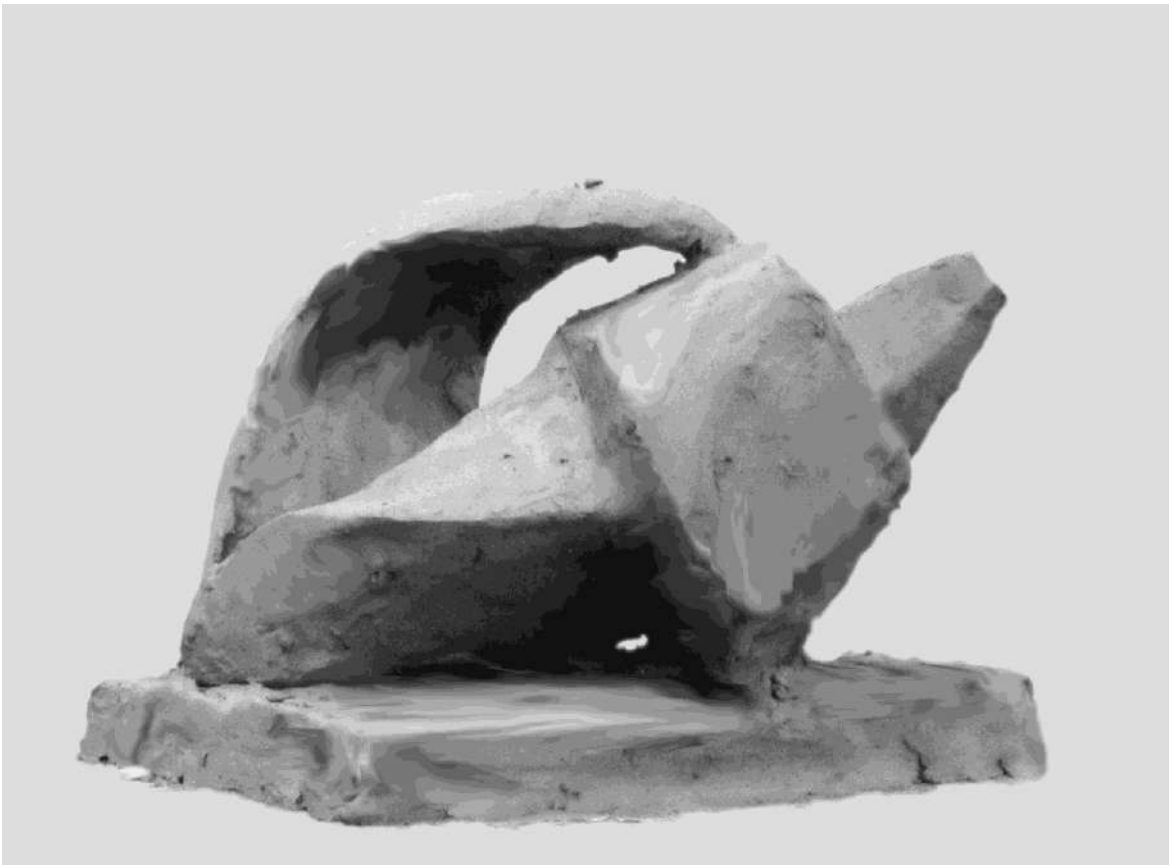
Ил. 120



Ил. 121



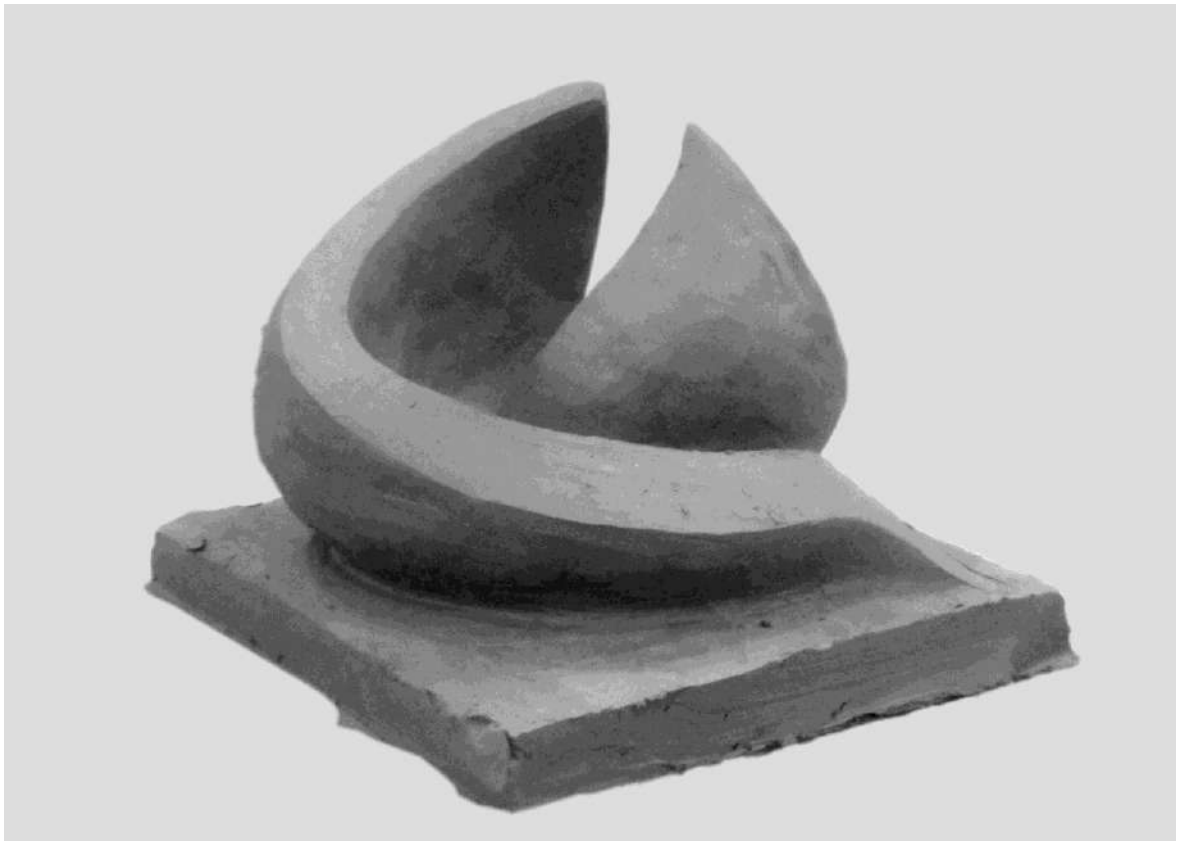
Ил. 122



Ил. 123



Ил. 124



Ил. 125



Ил. 126



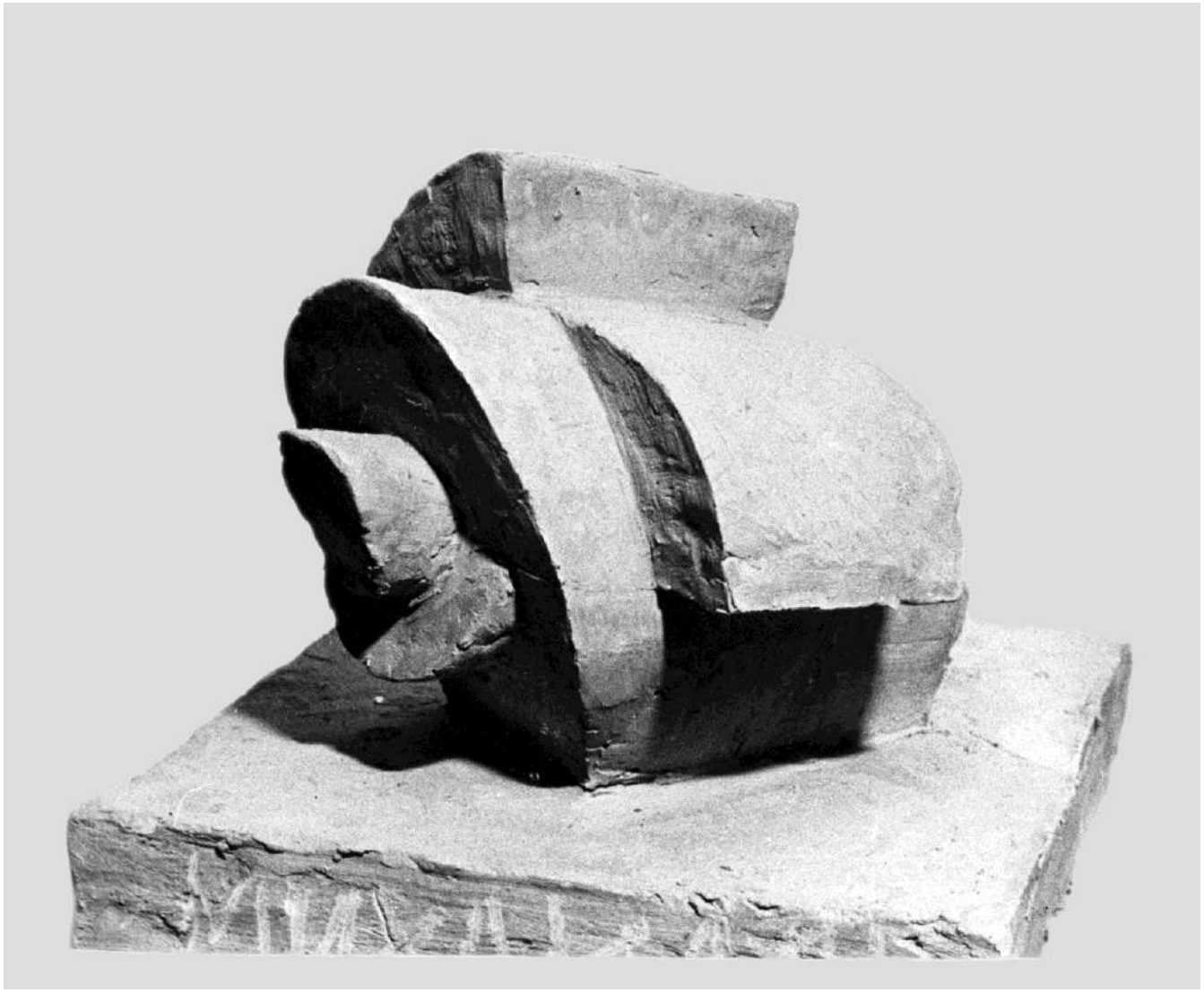
Ил. 127



Ил. 128



Ил. 129



Ил. 130



Ил. 131



Ил. 132

Задание № 7. Академический этюд.
Натюрморт из геометрических предметов в рельефе



Ил. 133



Ил. 134



Ил. 135



Ил. 136



Ил. 137



Ил. 138



Ил. 139



Ил. 140



Ил. 141



Ил. 142



Ил. 143

Задание № 8 Академический этюд. Античный бюст в рельефе



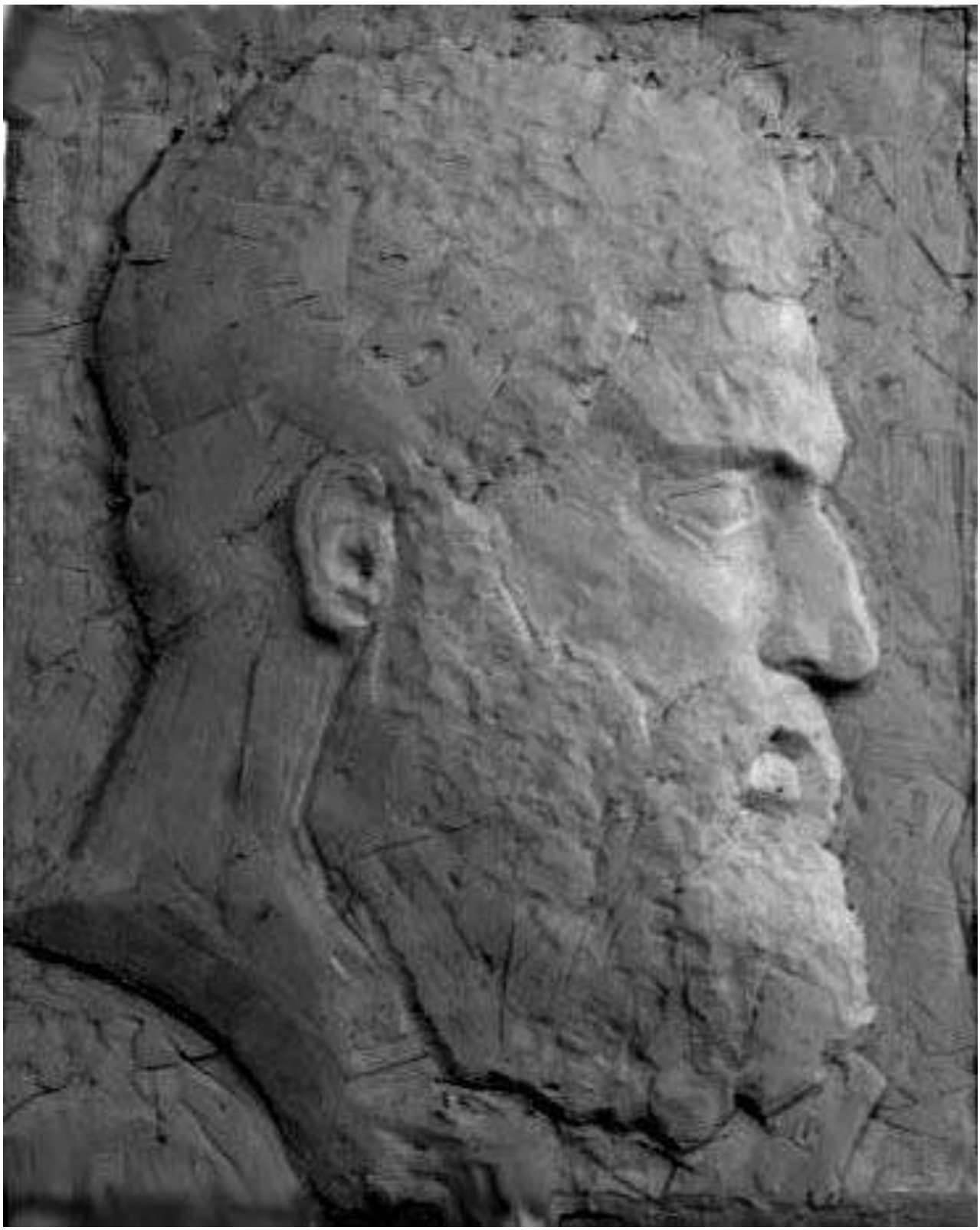
Ил. 144



Ил. 145



Ил. 146



Ил. 147



Ил. 148



Ил. 149



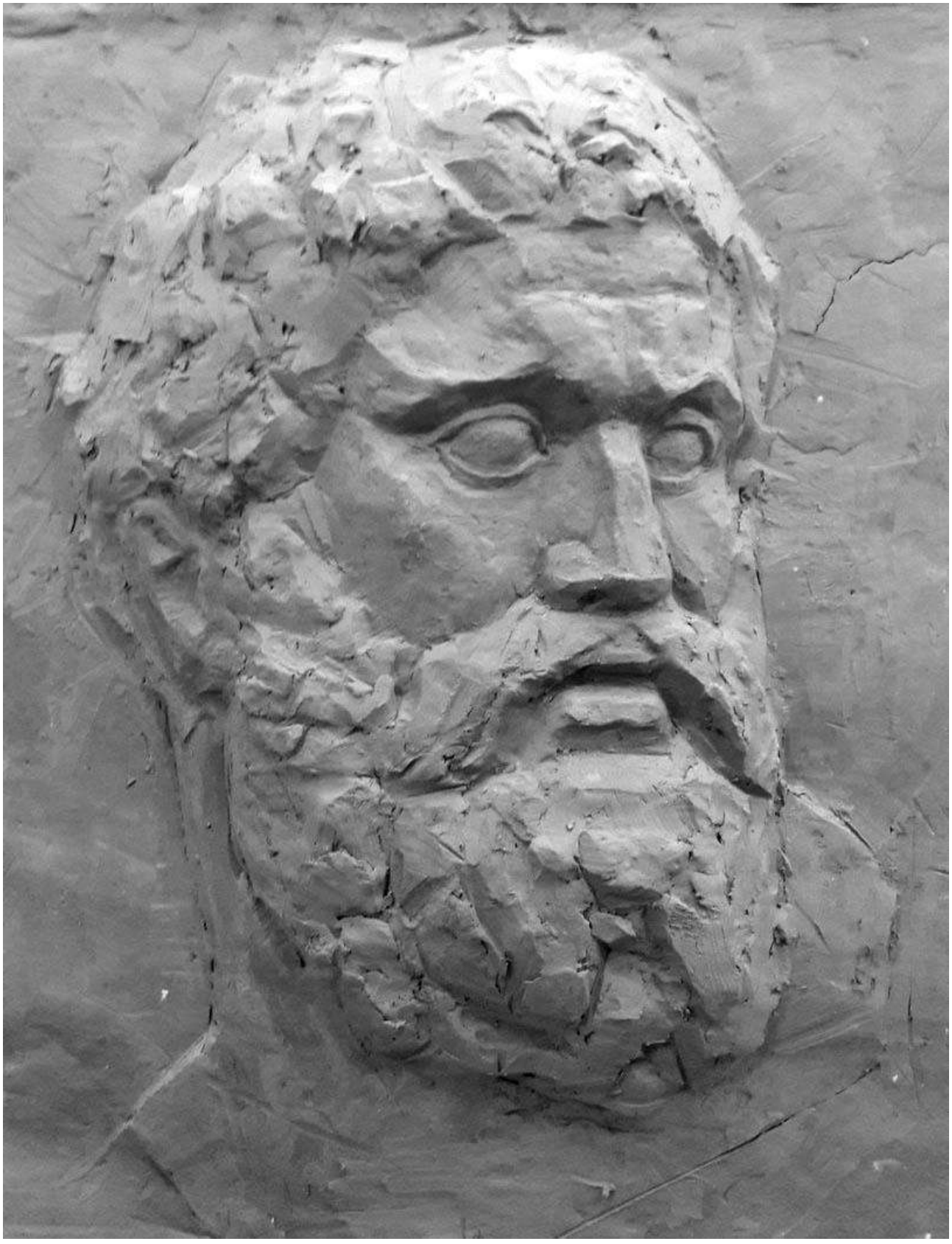
Ил. 150



Ил. 151



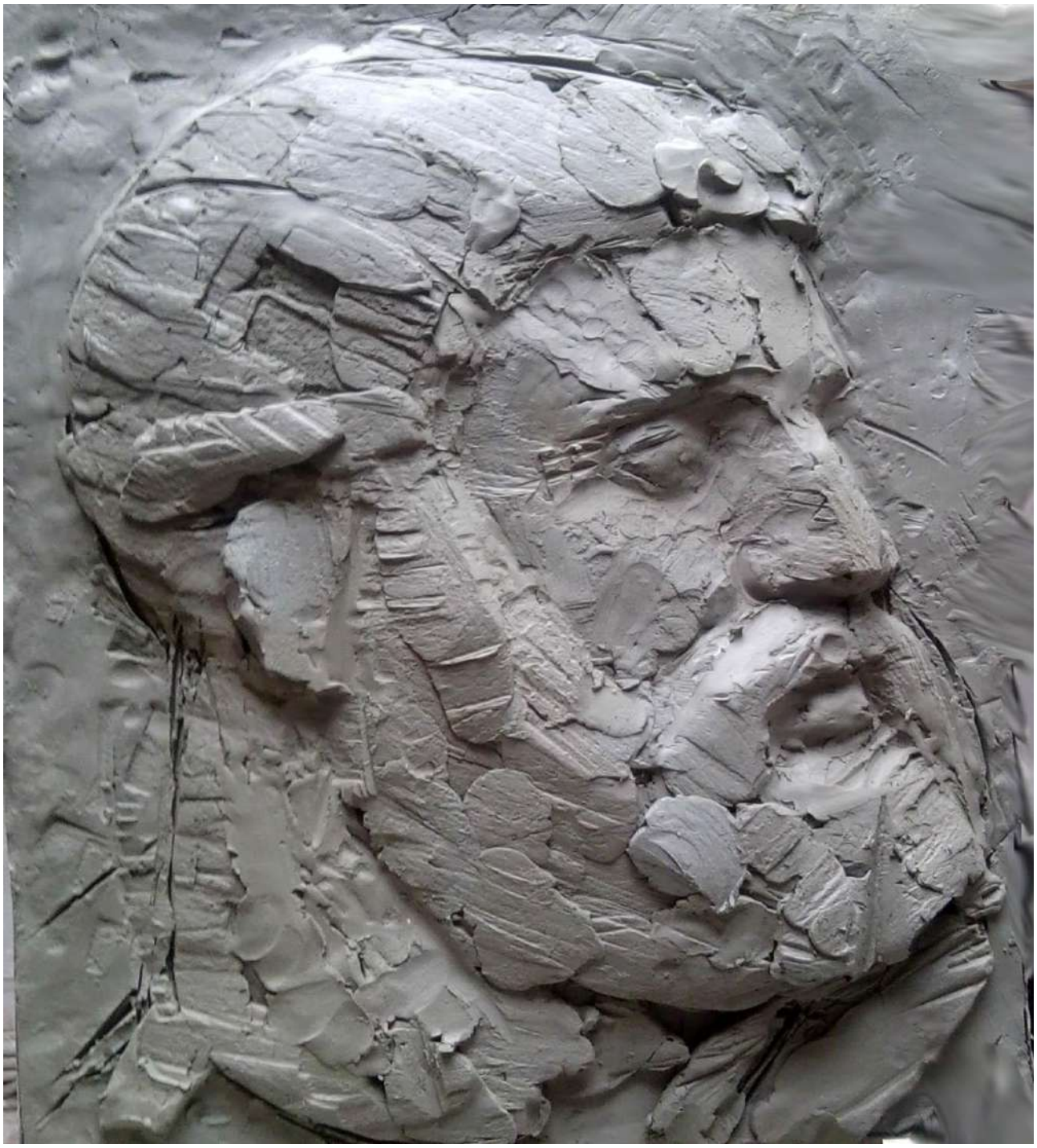
Ил. 152



Ил. 153



Ил. 154



Ил. 155



Ил. 156



Ил. 157



Ил. 158

Задание № 9. Информационный знак в виде скульптурного изображения



Ил. 159



Ил. 160



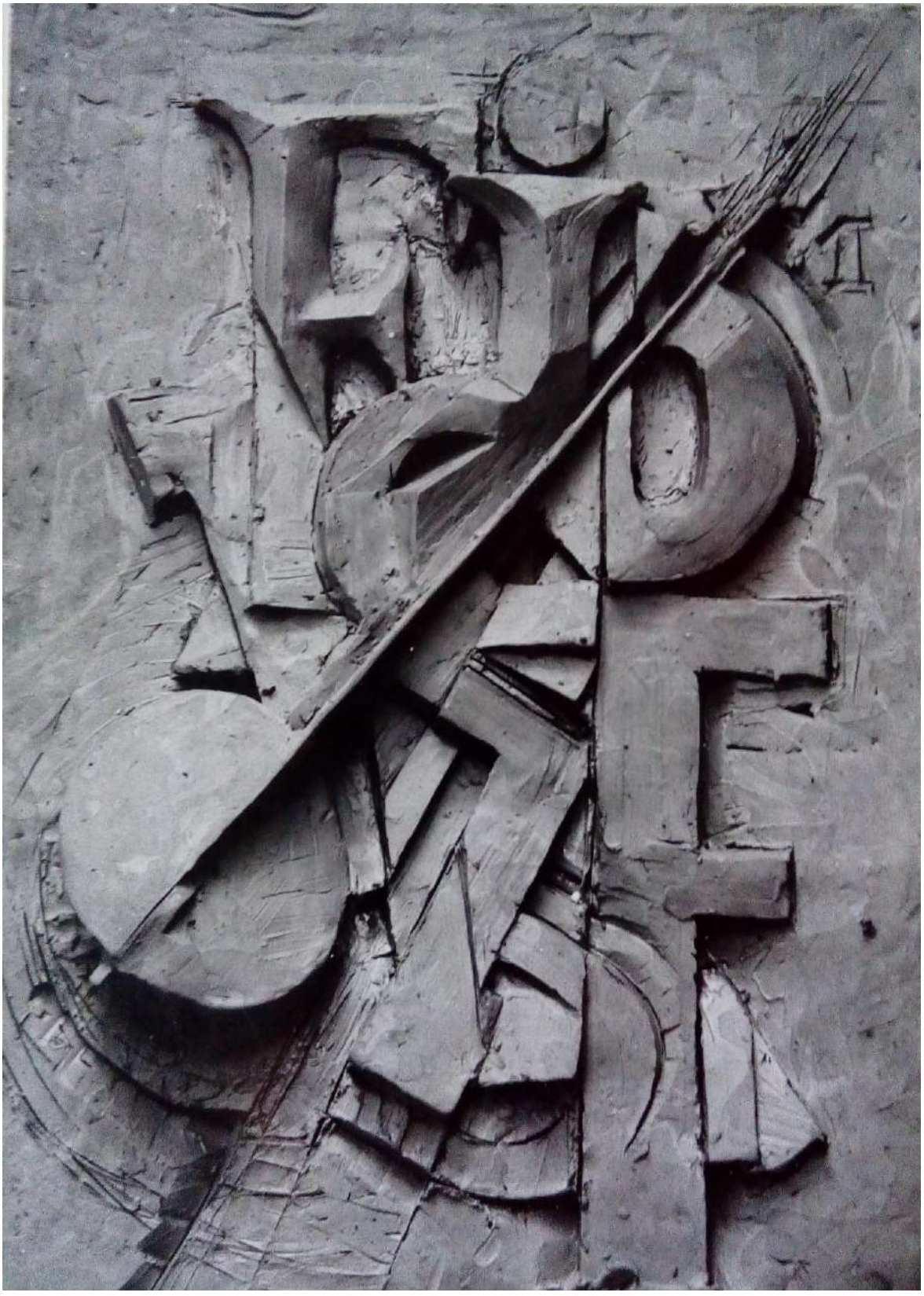
Ил. 161



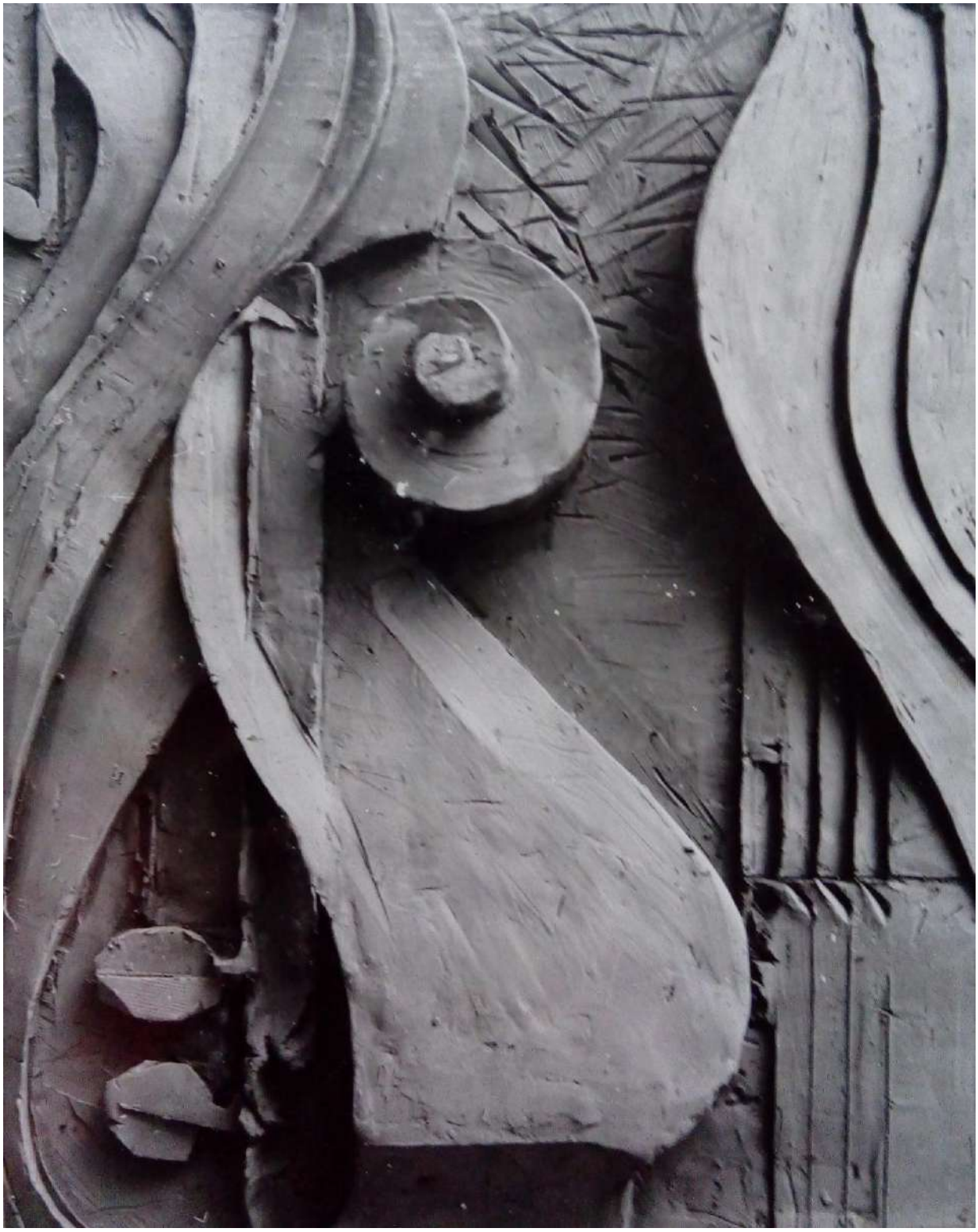
Ил. 162



Ил. 163



Ил. 164



Ил. 165



Ил. 166

Галина Герольдовна Дьячкова

АКАДЕМИЧЕСКАЯ СКУЛЬПТУРА И ПЛАСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Учебное-методическое пособие

Печатается в авторской редакции
Корректор О. Ю. Нестерова
Координатор Редакционно-издательской группы
О. Ф. Никандрова

Подписано к печати 25.05.2019 г. Формат 60x84/16
Усл. печ. л. 8.84. Печать офсетная. Бумага офсетная
Отпечатано в типографии ООО «Турусел».
197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 38
toroussel@gmail.com
Заказ № 17312.Тираж 100 экз.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____С.А.Упоров

Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине ПД.01 МАТЕМАТИКА

Специальность
54.02.02 Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы (по видам) квалификация художник-мастер

Направленность: Художественная обработка металла

программа подготовки специалистов среднего звена
форма обучения: очная

Автор: Озерова Т.С., ст. преподаватель

Одобрен на заседании кафедры
Математики
(название кафедры)
Зав.кафедрой
(подпись)
Сурнев В.Б.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 19.09.2023
(Дата)

Рассмотрен методической комиссией факультета
ГК
(название факультета)
Председатель
(подпись)
Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

Задачи для подготовки к экзамену	2
Подготовка к экзамену	5
Критерии оценивания	4
Список литературы	5
	5

Задачи для подготовки к экзамену:

1. Вычисление пределов и производных

Вычислить пределы:

1) $\lim\limits_{x\to 4}\dfrac{2x^2-7x-4}{2x^2-13x+20}$ 2) $\lim\limits_{x\to 9}\dfrac{\sqrt{2x+7}-5}{81-x^2}$ 3) $\lim\limits_{x\to 3}\dfrac{x^2+x-12}{x^2-3x}$

4) $\lim\limits_{x\to 2}\dfrac{4-x^2}{x^3-8}$ 5) $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{x^2-17x-4}{3-2x^2-13x}$

Найти производные:

1) $y=2\dfrac{2}{3}\cdot x^{11}$

2) $y=\dfrac{2{,}3}{x^5}$

3) $y=5\dfrac{1}{4}\cdot\sqrt[3]{x}$

4) $y=3x^4-5\cos x-arctgx+2^x+4$

5) $y=x\cdot\cos^4(3x)$

2. Применение производной к исследованию и построению графиков функций

1) Найти экстремумы и интервалы монотонности функции:
$$f(x)=\frac{1}{2}x^2-\frac{1}{6}x^3+\frac{1}{3}.$$
2) Найти точки перегиба, интервалы выпуклости и вогнутости графика функции
$$f(x)=\frac{1}{20}x^5-\frac{3}{2}x^3+1.$$
3) Провести полное исследование функций и построить их графики:

$f(x)=x^4-4x^3;$

4) Найти наибольшее и наименьшее значения функции $f(x)=2\sqrt{x}-x$ на отрезке $[0;4]$.

3. Теория вероятностей

1) В 9 ≪А≫ классе 25 человек, в 9 ≪Б≫-20, а в 9 ≪В≫-18. На пришкольный участок надо выделить 12 из 9 ≪А≫, 9 из 9 ≪Б≫ и 5 человека из 9 ≪В≫. Сколько способов выбора существует?

2) Найти число возможных перестановок букв в слове ≪астрономия≫.

3) Мишень имеет форму квадрата, в который вписан круг. По мишени наудачу производится 4 независимых выстрела. Какова вероятность получения ровно 3 попаданий в круг?

4) На автобазе имеется 12 автомашин. Вероятность выхода на линию каждой из них равна 0,8. Найдите вероятность нормальной работы автобазы в ближайший день, если для этого необходимо иметь на линии не меньше 8 автомашин.

5) В урне 3 шара: черный, красный и белый. Из урны шары извлекались по одному 5 раз, причем после каждого извлечения шар возвращался обратно. Найдите вероятность того, что черный и белый шары извлечены не менее чем по 2 раза каждый.

Подготовка к экзамену

Экзамен включает в себя:
1. Теоретический вопрос (количество вопросов в работе – 1);
2. задачи (количество заданий –4).

Для выполнения письменных заданий, предложенных к текстам, студентам необходимо внимательно прочитать текст и понять его содержание, работая со словарем. Ответы на поставленные вопросы должны быть оформлены в письменном виде, должны быть точными, соответствовать содержанию прочитанного текста. Любые ошибки могут служить поводом для снижения оценки. Рекомендуемое время, отводимое для чтения текста и выполнения письменных заданий к нему – 90 минут.

Критерии оценивания

Оценивание письменного задания и задач

Правильность ответа – 1 балл.

Критерии оценки:

Количество баллов за промежуточную аттестацию складывается из суммы баллов за каждое задание (1 теоретический вопрос и 4 задачи):

оценка «отлично», если дано 5 правильных ответов;

оценка «хорошо», если дано 4 верных ответа;

оценка «удовлетворительно», если дано 3 верных ответа;

оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если дано 0-2 правильных ответов.

Список литературы

Основная литература

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Письменный Д. Т. Конспект лекций по математике. Часть 1. М: Айрис-пресс. 2011.– 281 с.	210
2	Письменный Д. Т. Конспект лекций по математике. Часть 2. М: Айрис-пресс. 2006.– 252 с.	96
3	Степаненко Е.В. Математика. Основной курс [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Степаненко, И.Т. Степаненко. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 252 с. — 978-5-8265-1412-2.	электронный курс

Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Письменный Д. Т. Конспект лекций по математике. Часть 1. М: Айрис-пресс. 2011.– 281 с.	210
2	Письменный Д. Т. Конспект лекций по математике. Часть 2. М: Айрис-пресс. 2006.– 252 с.	96
3	Степаненко Е.В. Математика. Основной курс [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Степаненко, И.Т. Степаненко. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 252 с. — 978-5-8265-1412-2.	электронный курс

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

ПД.02 ФИЗИКА

Специальность
54.02.02 Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы (по видам) квалификация художник-мастер

Направленность: Художественная обработка металла

программа подготовки специалистов среднего звена
форма обучения: очная

Автор: Глаголева Ю.В.,, к.ф.-м.н., Куриченко А.А., к.ф.-м.н.

Одобрена на заседании кафедры физики	Рассмотрена методической комиссией факультета ИЭФ
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Зайцев Д.В.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 16 от 28.09.2023	Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

1.Механика

1. Материальная точка движется вдоль оси *OX* так, что в момент времени $t_1 = 2$ с ее координата $x_1 = 6$ м, а к моменту времени $t_2 = 6$ с ее координата $x_2 = -2$ м. Скорость движения точки равна

1) 2 м/с; 2) –2 м/с; 3) 0,5 м/с; 4) –0,5 м/с.

2. Три четверти пути автомобиль двигался со скоростью 60 км/ч; остальную часть пути – со скоростью 80 км/ч. Какова средняя скорость автомобиля?

(64 км/ч)

3. За время $t = 6$ с точка прошла путь, равный половине длины окружности радиусом $R = 0{,}8$ м. Определите среднюю путевую скорость $<v>$ за это время и модуль вектора средней скорости перемещения $|<\vec{v}>|$.

(0,42 м/с; 0,27 м/с)

4. Из пунктов *A* и *B*, расположенных на расстоянии 5 км друг от друга, одновременно навстречу друг другу начинают двигаться прямолинейно и равномерно два велосипедиста. Первый из них, выехавший из пункта *A*, движется со скоростью 18 км/ч; второй, выехавший из пункта *B*, движется со скоростью 27 км/ч. Где и когда встретятся велосипедисты? (2 км от пункта *A*; через 400 с)

5. Пассажир идет по коридору вагона против движения поезда со скоростью 3 км/ч. Чему равна скорость пассажира относительно поверхности Земли, если поезд движется со скоростью 75 км/ч?

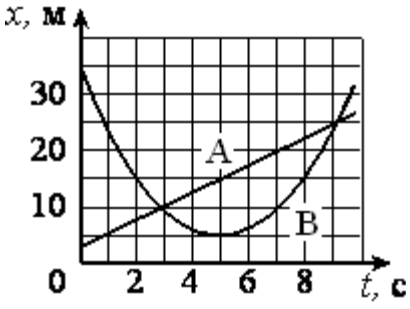
1) 75 км/ч; 2) 72 км/ч; 3) 78 км/ч; 4) 150 км/ч.

6. Лодочник должен переправиться через реку шириной 100 м, двигаясь перпендикулярно линии берега, за 1 мин. Какую скорость должна развивать лодка относительно воды, если скорость течения реки 5 км/ч?

(2,2 м/с)

7. Два пешехода движутся к перекрестку двух улиц, пересекающихся под прямым углом, со скоростями $v_1 = 3$ км/ч и $v_2 = 4$ км/ч. Чему равна скорость второго пешехода относительно первого? (5 км/ч)

8. На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: *A* и *B*, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось О*x*. Выберите верное(-ые) утверждение(-я) о характере движения тел.



А. Временной интервал между встречами тел *A* и *B* составляет 6 с

Б. Тело А движется со скоростью 3 м/с.

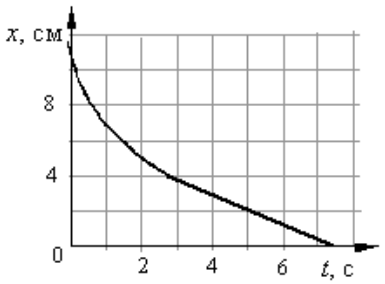
1) только *A* 2) только *Б*
3) и *A*, и *Б* 4) ни *A*, ни *Б*

9. Зависимость проекции скорости движущегося тела от времени имеет вид: $v_x = 2 + 3t$ (м/с). Каково соответствующее уравнение координаты тела?

1) $x = 2t + t^2$ (м); 2) $x = 2t + 1{,}5\,t^2$ (м);

3) $x = 1{,}5t^2$ (м); 4) $x = 3t + t^2$ (м)

10. Шарик уронили в воду с некоторой высоты. На рисунке показан график изменения координаты шарика с течением времени. Согласно графику,



1) шарик все время двигался с постоянным ускорением

2) ускорение шарика увеличивалось в течение всего времени движения

3) первые 3 с шарик двигался с постоянной скоростью

4) после 3 с шарик двигался с постоянной скоростью

11. С горы длиной 50 м санки скатились за 10 с. С каким ускорением двигались санки и какую скорость они приобрели в конце горы? (1 м/с^2; 10 м/с).

12. При подходе к светофору скорость автомобиля изменилась от 43,2 до 28,8 км/ч в течение 8 с. Определить ускорение автомобиля и длину тормозного пути. (-0,5 м/с^2; 80 м)

13. Движение двух автомобилей задано уравнениями $x_1 = 15 + t^2$ и $x_2 = 8t$. Опишите движение каждого автомобиля; найдите время и место их встречи. (3 с, 5 с; 24 м, 40 м)

14. Определить начальную скорость и ускорение автомобиля, если, двигаясь равноускоренно, за первые 3 секунды он прошел 18 м, а за первые 5 секунд – 40 м. (3 м/с; 2 м/с^2)

15. Зависимость пройденного телом пути от времени дается уравнением $s = 3 + 2t + t^2$ (м). Найдите ускорение тела и среднюю скорость за первую, вторую и третью секунды его движения. (2 м/с^2; 3 м/с; 5 м/с; 7 м/с)

16. С крыши высотного здания падает сосулька. Какую скорость она приобретет за 1 секунду свободного падения? Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

1) 1 м/с; 2) 5 м/с; 3) 10 м/с; 4)15 м/с.

17. Тело свободно падает с некоторой высоты, причем время падения равно t. Через какое время от начала движения тело окажется на высоте, равной 1/4 первоначальной?

1) $\sqrt{3}t$; 2) $\frac{3}{4}t$; 3) $\frac{1}{4}t$; 4) $\frac{\sqrt{3}}{2}t$.

18. Сколько времени падало тело, если за последние две секунды оно прошло 60 м? (4 с)

19. Камень упал в шахту. Определите глубину шахты, если звук от падения камня был услышан наверху через 6 секунд? Скорость звука 300 м/с. (150 м)

20. Мячик, брошенный с балкона вертикально вверх, упал на землю через 3 с. Определите начальную скорость мячика, если высота балкона над землей 15 м. Сопротивлением воздуха пренебречь. (10 м/с)

21. Тело бросают вертикально вверх. Наблюдатель заметил, что на высоте 85 м тело побывало дважды с интервалом времени 2 с. Найдите начальную скорость тела. (42,4 м/с)

22. Тело начинает свободно падать с высоты 45 м. В тот же момент из точки, расположенной на высоте 24 м, бросают другое тело вертикально вверх. Оба тела падают на землю одновременно. Определите начальную скорость второго тела. (7 м/с)

23. Тело свободно падает с высоты 90 м. На какой высоте его скорость в 3 раза меньше, чем в момент удара о землю?

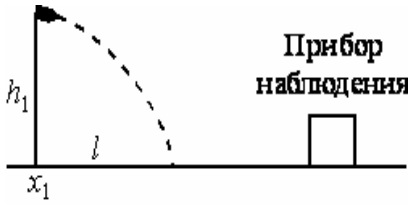
24. Тело с горизонтальной скоростью 5 м/с сброшено с крыши здания высотой 10 м. На каком расстоянии от среза крыши упадет тело? (7,1 м)

25. Дальность полета тела, брошенного со скоростью v_0 в горизонтальном направлении, равна высоте бросания. С какой высоты h брошено тело? ($2v_0^2/g$)

26. Тело брошено с начальной скоростью v_0 = 10 м/с под углом α = 60° к горизонту. Найти скорость тела в высшей точке подъема и в точке его падения? (v_x = 5 м/с; v = 10 м/с)

27. От подножия пологого склона, у которого угол наклона к горизонтали $\beta = 30^0$, брошен камень с начальной скоростью 10 м/с под углом $\alpha = 60^0$ к горизонту. На каком расстоянии L от точки броска камень упадет на склон? Ответ округлите до целых чисел. (7 м)

28. Прибор наблюдения обнаружил летящий снаряд и зафиксировал его горизонтальную координату x_1 и высоту $h_1 = 1655$ м над Землёй (см. рисунок). Через 3 с снаряд упал на Землю и взорвался на расстоянии $l = 1700$ м от места его обнаружения. Чему равнялось время полёта снаряда от пушки до места взрыва, если считать, что сопротивление воздуха пренебрежимо мало? Пушка и место взрыва находятся на одной горизонтали.



29. Одна точка находится на краю равномерно вращающегося диска на расстоянии $r_1 = R$ от его центра, а вторая – на расстоянии $r_2 = R/2$ от центра. Сравните центростремительные ускорения точек.

1) $a_2 = 2a_1$; 2) $a_2 = a_1/2$;

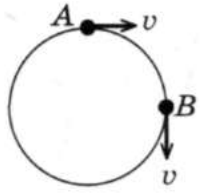
3) $a_2 = a_1$; 4) $a_2 = 4a_1$.

30. Пони бегает по кругу радиуса 10 м со скоростью 5 м/с. Каковы его ускорение a и угловая скорость ω?

1) $a = 0$; $\omega = 0{,}5$ рад/с; 2) $a = 2{,}5$ м/с^2; $\omega = 0{,}5$ рад/с;

3) $a = 5$ м/с^2; $\omega = 2$ рад/с; 4) $a = 10$ м/с^2; $\omega = 2$ рад/с.

31. При равномерном движении по окружности модуль вектора изменения скорости при перемещении из точки А в точку В (см. рисунок) равен



1) 0; 2) $v\sqrt{2}$; 3) $2v$; 4) v

32. Материальная точка движется по окружности радиусом R со скоростью υ. Как нужно изменить скорость её движения, чтобы при увеличении радиуса окружности в 2 раза центростремительное ускорение точки осталось прежним?

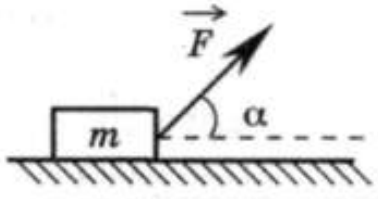
1) увеличить в 2 раза 2) уменьшить в 2 раза

3) увеличить в $\sqrt{2}$ раза 4) уменьшить в $\sqrt{2}$ раза

33. Найти угловую скорость и частоту вращения барабана лебедки диаметром 16 см при подъеме груза со скоростью 0,4 м/с. (5 рад/с; 0,8 $с^{-1}$)

34. Пуля, летевшая горизонтально, пробила один за другим два диска, насаженных на один вал и вращавшихся с частотой 10 $с^{-1}$. Расстояние между дисками 0,3 м. Найдите скорость пули между дисками, если угловое смещение пробоин равно 9^0 и пробоины оказались расположенными на одинаковом расстоянии от оси вращения. (120 м/с)

35. Брусок массой m движется равноускоренно по горизонтальной поверхности под действием силы, как показано на рисунке. Коэффициент трения скольжения F равен μ. Модуль силы трения равен



1) $mg\cos\alpha$; 2) $F\cos\alpha$; 3) $\mu(mg - F\sin\alpha)$; 4) $\mu(mg + F\sin\alpha)$.

36. К невесомой нити подвешен груз массой 1 кг. Если точка подвеса нити движется равноускоренно вертикально вниз с ускорением 4 м/$с^2$, то натяжение нити равно:

1) 8 Н; 2) 6 Н; 3) 4 Н; 4) 2 Н; 5) 1 Н.

37. На гладком столе лежат два бруска с массами m_1 = 400 г и m_2 = 600 г, связанные нитью. К одному из них приложена горизонтальная сила F =2 Н. Определите силу натяжения нити, если сила приложена: а) к первому бруску; б) ко второму бруску. (1,2 Н; 0,8 Н)

38. На гладком столе лежит брусок массой 4 кг. К бруску привязаны два шнура, перекинутые через неподвижные блоки, прикрепленные к противоположным концам стола. К концам шнуров подвешены гири, массы которых 1 кг и 2 кг. Найдите ускорение, с которым движется брусок, и силу натяжения каждого из шнуров. Массой блоков и трением пренебречь.

(1,4 м/$с^2$; 11,4 Н)

39. Мальчик массой 50 кг качается на качелях с длиной подвеса 4 м. С какой силой он давит на сидение при прохождении среднего положения со скоростью 6 м/с? (940 Н)

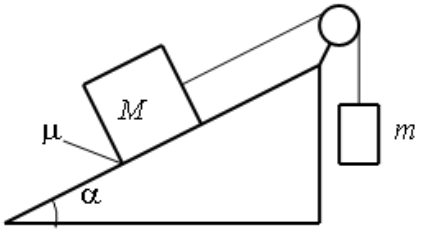
40. Автомобиль массой 2 т поднимается в гору с уклоном 0,2. На участке пути 32 м скорость автомобиля возросла от 21,6 до 36 км/ч. Считая движение автомобиля равноускоренным, определите силу тяги двигателя. Коэффициент сопротивления движению равен 0,02. (6,39 кН).

41. Мальчик массой 45 кг вращается на «гигантских шагах» с частотой 16 об/мин. Длина канатов 5 м. Какой угол α с вертикалью составляют канаты

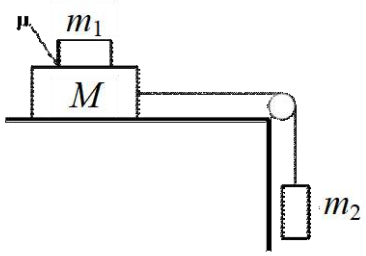
«гигантских шагов»? Чему равны сила натяжения канатов и скорость v вращения мальчика? (45^0; 632 Н; 6 м/с)

42. На внутренней поверхности полусферы, вращающейся с угловой скоростью 10 рад/с вокруг вертикальной оси, находится в равновесии маленький кубик. Угол между вертикальным радиусом полусферы и радиусом, проведенным к кубику, равен 30^0. Коэффициент трения между кубиком и поверхностью полусферы равен 0,1. Определите радиус полусферы. (9 см)

43. Грузы массами M = 1 кг и m связаны лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рисунок). Груз массой M находится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30°$, коэффициент трения $\mu = 0{,}3$). Чему равно максимальное значение массы m, при котором система грузов ещё не выходит из первоначального состояния покоя? Решение поясните схематичным рисунком с указанием сил, действующих на грузы.



44. Система грузов M, m_1 и m_2, показанная на рисунке, движется из состояния покоя. Поверхность стола – горизонтальная гладкая. Коэффициент трения между грузами M и m_1 равен μ= 0,2. Грузы M и m_2 связаны легкой нерастяжимой нитью, которая скользит по блоку без трения. Пусть M = 1,2 кг, $m_1 = m_2 = m$. При каких значениях m грузы M и m_1 движутся как одно целое?

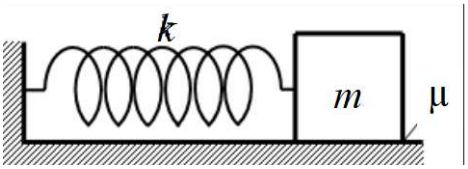


45. Определить жесткость системы двух пружин одинаковой длины при их последовательном и параллельном соединениях. Жесткости пружин: $\kappa_1 = 2\cdot10^3$ Н/м; $\kappa_2 = 6\cdot10^3$ Н/м. ($\kappa_{пар} = 8\cdot10^3$ Н/м; $\kappa_{посл}=1{,}5\cdot10^3$ Н/м).

46. Две пружины равной длины скреплены одними концами и растягиваются за свободные концы руками. Пружина с коэффициентом жесткости 100 Н/м удлиняется на 5 см. Какова жесткость второй пружины, если ее удлинение составляет 1 см? (500 Н/м).

47. В начальный момент пружина не растянута. Подставку начинают опускать вниз с ускорением a=1 м/с^2. Через какое время t груз оторвется от подставки? Жесткость пружины κ =100 Н/м, масса груза m = 1 кг. (0,42 с)

48. К одному концу лёгкой пружины жёсткостью k = 100 Н/м прикреплён массивный груз, лежащий на горизонтальной плоскости, другой конец пружины закреплён неподвижно (см. рисунок). Коэффициент трения груза по плоскости μ = 0,2. Груз смещают по горизонтали, растягивая пружину, затем отпускают с начальной скоростью, равной нулю. Груз движется в одном направлении и затем останавливается в положении, в котором пружина уже сжата.



Максимальное растяжение пружины, при котором груз движется таким образом, равно d = 15 см. Найдите массу m груза.

49. В лифте находится тело массой 100 кг. Лифт движется вдоль вертикальной оси с ускорением a = 1 м/с^2. Определить вес тела в четырех случаях: 1) лифт движется равномерно; 2) лифт движется вверх с ускорением a; 3) лифт движется вниз с ускорением a; 4) лифт движется вниз с ускорением $a = g$.

(1000 Н; 1100 Н; 900 Н; 0)

50. Космический корабль движется по круговой орбите на расстоянии, равном двум радиусам Земли от её поверхности. Найдите отношение гравитационной силы, действующей на космонавта внутри корабля, к гравитационной силе, действовавшей на него на Земле:

1) 1; 2) ¼; 3) 1/9; 4) 1/2.

51. Чтобы период T обращения спутника вокруг Земли увеличить в 2 раза, необходимо массу спутника:

1) увеличить в 4 раза; 2) увеличить в 2 раза; 3) уменьшить в 2 раза;

52. Во сколько раз скорость искусственного спутника, вращающегося вокруг Земли по круговой орбите радиусом R, больше скорости спутника, вращающегося по орбите с радиусом $2R$?

1) 4; 2) 2; 3) $\sqrt{2}$; 4) 1; 5) 0,5.

53. Найти массу и среднюю плотность Луны. Радиус Луны 1740 км, ускорение свободного падения на Луне 1,6 м/с^2. (7,3·10^{22} кг; 3400 кг/м^3).

54. На каком расстоянии от поверхности Земли ускорение свободного падения равно 2,45 м/с^2? Ускорение свободного падения у поверхности Земли равно 9,8 м/с^2, радиус Земли составляет 6,4·10^6 м. (6400 км).

55. Определить расстояние от центра Земли до «висящего» спутника, который все время находился бы в одной и той же точке плоскости экватора над земной поверхностью. Радиус Земли 6,4·10^6 м. (42·10^6 м).

56. Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два груза (см. рисунок теста **6.13**), находится в равновесии. Массу первого груза увеличили в 2 раза. Как нужно изменить плечо d_1, чтобы равновесие сохранилось?

1) уменьшить в 4 раза 2) увеличить в 4 раза
3) уменьшить в 2 раза 4) увеличить в 2 раза

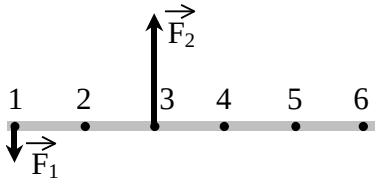
57. Железный стержень массой ***m*** лежит на земле. Чтобы приподнять его за один из концов, необходимо приложить к стержню минимальную силу, равную:

1) $mg/3$; 2) $mg/2$; 3) mg; 4) $2mg$.

58. Тело подвешено на двух нитях и находится в равновесии. Угол между нитями равен 90^0, а силы натяжения нитей равны 3Н и 4Н. Каков вес тела?

1) 1 Н; 2) 5 Н; 3) 7 Н; 4) 25 Н.

59. На рисунке изображен тонкий невесомый стержень, к которому в точках 1 и 3 приложены силы F_1 = 100 Н и F_2 = 300 Н. В какой точке надо расположить ось вращения, чтобы стержень находился в равновесии?

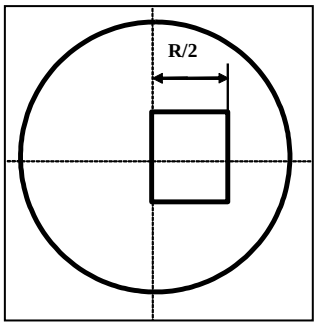


1) в точке 2; 2) в точке 6;
3) в точке 4; 4) в точке 5.

60. Стержень длиной 1 м одинакового сечения изготовлен наполовину из свинца, а наполовину из железа. На каком расстоянии от середины стержня находится центр масс этого тела? Плотность свинца равна $11{,}2\cdot10^3$ кг/м^3; плотность железа $7{,}8\cdot10^3$ кг/м^3 . (4,5 см)

61. Определить положение общего центра масс (расстояние от середины стержня), если радиус первого шара 5 см, второго 10 см, длина стержня 40 см. (10 см)

62. На конце стержня длиной 30 см прикреплен шар радиусом 6 см. На каком расстоянии от центра шара находится центр масс этой системы, если массы стержня и шара одинаковы? (10,5 см)



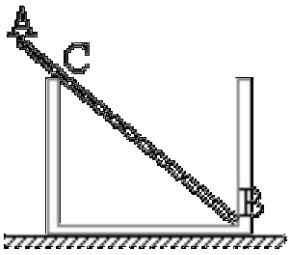
63. На столе лежит однородная цепочка длиной L. Какова максимальная длина L_1 свешивающейся со стола части цепочки, если коэффициент трения между цепочкой и столом равен μ. ($L_1=\mu L/(1+\mu)$).

64. Определите положение центра масс однородной круглой пластинки одинаковой толщины, имеющей радиус R = 11,56 см, из которой вырезан квадрат так, как указано на рисунке. (0,25 см)

65. Фонарь массой 20 кг подвешен на двух одинаковых тросах, угол между которыми равен 120^0. Найдите силу натяжения тросов. (200 Н)

66. К гладкой вертикальной стене на нити длиной 4 см подвешен шар массой 300 г. Найдите силу давления шара на стенку, если его радиус 2,5 см. Трением о стену пренебречь. (1,25 Н)

67. Однородный стержень AB массой m = 100 г покоится, упираясь в стык дна и стенки банки концом B и опираясь на край банки в точке C (см. рисунок). Модуль силы, с которой стержень давит на стенку сосуда в точке C, равен 0,5 Н. Чему равен модуль вертикальной составляющей силы, с которой стержень давит на сосуд в точке B, если модуль горизонтальной составляющей этой силы равен 0,3 Н? Трением пренебречь.



68. Балка весом 8000 Н имеет длину 4 м и подперта на расстоянии 1,9 м от ее левого конца. На каком расстоянии от правого конца должен стать человек массой 80 кг, чтобы балка осталась в равновесии? (3,1 м)

69. Лестница длиной 4 м приставлена к гладкой стене под углом 60^0 к горизонту. Коэффициент трения между лестницей и полом 0,25. На какое расстояние вдоль лестницы может подняться человек, прежде чем лестница начнет скользить? Массой лестницы пренебречь. (173 см)

70. Какой максимальный груз можно подвесить к концу балки, закрепленной в стене, если стена выдерживает максимальную силу давления 6 кН? Масса балки 50 кг, ее длина 2,5 м, глубина погружения балки в стену 0,5 м.

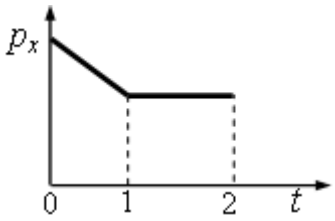
(95 кг)

71. Мяч массой m брошен вертикально вверх со скоростью υ. Через некоторое время он пролетает вниз через исходную точку с такой же по модулю скоростью υ. Чему равен модуль изменения импульса мяча за время от начала движения до возвращения в исходную точку?

1) $m\upsilon$; 2) $-m\upsilon$; 3) $2m\upsilon$; 4) $-2m\upsilon$;

5) 0.

72. На рисунке приведён график зависимости проекции импульса тела на ось *Ox*, движущегося по прямой, от времени. Как двигалось тело в интервалах времени 0–1 и 1–2?



1) в интервале 0–1 равномерно, в интервале 1–2 не двигалось;

2) в интервале 0–1 равноускоренно, в интервале 1–2 равномерно;

3) в интервалах 0–1 и 1–2 равномерно;

4) в интервалах 0–1 и 1–2 равноускоренно.

7.29. Какую скорость получит неподвижная лодка, имеющая вместе с грузом массу 400 кг, если находящийся в ней человек выстрелит в горизонтальном направлении? Масса пули 10 г, ее скорость 800 м/с?

($2\cdot10^{-2}$ м/с)

73. Определить изменение импульса шарика, имеющего массу 100 г, летящего со скоростью 10 м/с и упруго ударяющегося о стенку под углом 60^0 к плоскости стенки и отскакивающего от стенки без потери скорости.

(1,73 кг·м/с)

74. Граната, брошенная под углом 60^0 к горизонту со скоростью v_0 =10 м/с, разрывается в некоторой точке траектории на два осколка одинаковой массы, один из которых начинает двигаться по вертикали, а другой под углом 45^0 к горизонту. Какова скорость второго осколка? (Сопротивление воздуха не учитывать). (14 м/с)

75. Молот массой m = 1 кг падает с высоты h = 2 м на наковальню. Длительность удара t = 0,01 с. Определите среднее значение силы <F> удара.

($6{,}32\cdot10^2$ Н)

76. Охотник стреляет из ружья с движущейся лодки в направлении её движения. Каково была скорость лодки v_0 до выстрела, если она остановилась после двух сделанных подряд выстрелов? Масса лодки 120 кг, масса охотника 80 кг, масса заряда 25 г. Скорость вылета заряда из ружья 600 м/с.

(0,15 м/с)

77. Три сцепленных вагона массами m, $2m$ и $3m$, где m = 2 т, движущиеся со скоростью v = 1,8 км/ч, столкнулись с неподвижным вагоном, после чего они

все стали двигаться со скоростью v = 0,9 км/ч. Чему равна масса m_0 неподвижного вагона? (12 т)

78. Вычислите работу, совершаемую при равноускоренном подъеме груза массой 100 кг на высоту 4 м за время 2 с. Принять g = 9,8 м/с^2.

(4,72 кДж)

79. При увеличении скорости тела его кинетическая энергия увеличилась в 4 раза. Как изменился при этом импульс тела?

1) увеличился в 4 раза; 3) увеличился в 16 раз;
2) увеличился в 2 раза; 4) не изменился.

80. Укажите формулу для расчета потенциальной энергии упруго-деформированного тела:

1) $\frac{kx^2}{2}$; 2) mgh; 3) $\frac{mv^2}{2}$; 4) $F_{\text{трен}}S$.

81. Импульс тела равен 10 кг·м/с, а кинетическая энергия 25 Дж. Найти массу и скорость тела. (2 кг; 5 м/с)

82. Шар массой m = 1,8 кг сталкивается с покоящимся шаром большей массы M. В результате прямого упругого удара шар потерял w = 0,36 своей кинетической энергии $W_{к1}$. Определите массу большего шара M. (16,2 кг)

83. Два неупругих шара массами 2 кг и 3 кг движутся со скоростями соответственно 8 м/с и 4 м/с. Определите увеличение внутренней энергии шаров при их столкновении в двух случаях: а) меньший шар нагоняет больший; б) шары движутся навстречу друг другу.
(9,6 Дж; 86,4 Дж)

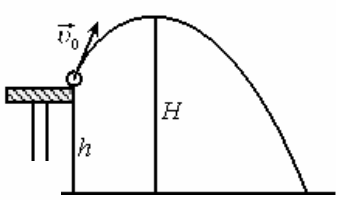
84. Консервативная система – это совокупность тел…

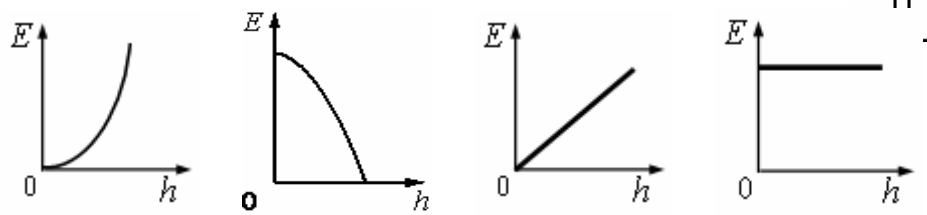
1) не взаимодействующих друг с другом;
2) на которые не действуют внешние силы и которые взаимодействуют только друг с другом;
3) на которые не действуют внешние силы и между которыми не действуют силы трения;
4) между которыми не действуют силы трения.

85. Какие из перечисленных ниже сил не являются консервативными (потенциальными) силами?

1) упругая сила; 2) сила тяжести;
3) силы трения; 4**)** силы электростатического поля.

86. Какой из графиков, приведённых на рисунке, показывает зависимость полной энергии E тела,





1) 2) 3) 4)

брошенного под углом к горизонту, от его высоты h над Землёй? Сопротивлением воздуха пренебречь.

87. Космический корабль, вращающийся по круговой орбите, переходит на другую круговую орбиту большего радиуса. Как изменяется его потенциальная энергия $W_П$? Его кинетическая энергия $W_К$? Его полная энергия $W_П + W_К$?

1) $W_П$ уменьшилась, $W_К$ увеличилась, $W_П + W_К$ не изменилась;
2) $W_П$ увеличилась, $W_К$ уменьшилась, $W_П + W_К$ не изменилась;
3) $W_П$ увеличилась, $W_К$ уменьшилась, $W_П + W_К$ увеличилась;
4) $W_П$ уменьшилась, $W_К$ увеличилась, $W_П + W_К$ увеличилась.

88. Девочка свободно, не раскачиваясь, качается на качелях. Сохраняются ли при этом ее импульс и механическая энергия?

1) импульс сохраняется, энергия – нет;
2) импульс не сохраняется, энергия сохраняется;
3) и импульс, и энергия сохраняются;
4) ни импульс, ни энергия не сохраняются.

89. Тело, брошенное под некоторым углом к горизонту, описало параболу и упало на землю. Чему равна работа силы тяжести, если начальная и конечная точки траектории лежат на одной горизонтали?

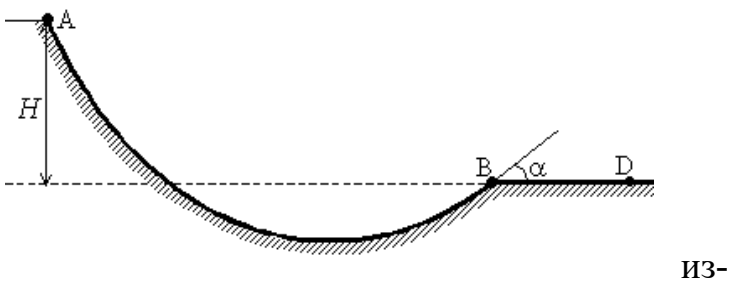
1) mgh; 2) $mgh \cdot \cos\alpha$; 3) 0; 4) $-mgh$.

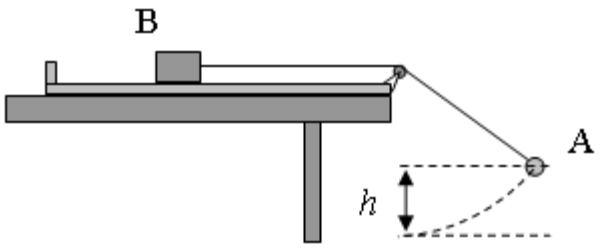
90. Чему равны значения потенциальной и кинетической энергии камня массой 1 кг, брошенного вертикально вверх со скоростью 12 м/с через 1 с после бросания. Сопротивление не учитывать. (48 Дж; 2 Дж)

91. В пружинном ружье пружина сжата на $x_1 = 20$ см. При взводе ее сжали еще на $x_2 = 30$ см. С какой скоростью вылетит из ружья стрела массой $m = 50$ г, если жесткость пружины $к = 120$ Н/м. (22,4 м/с)

92. Из пружинного пистолета выстрелили вертикально вниз в мишень, находящуюся на расстоянии 2 м от него. Совершив работу 0,12 Дж, пуля застряла в мишени. Какова масса пули, если пружина была сжата перед выстрелом на 2 см, а ее жесткость 100 Н/м?

93. Шайба массой m начинает движение по желобу AB из точки A из состояния покоя. Точка A расположена выше точки B на высоте $H = 6$ м. В процессе движения по желобу механическая энергия шайбы из-за трения уменьшается на $\Delta E = 2$ Дж. В точке B шайба вылетает из желоба под углом $\alpha = 15°$ к горизонту и падает на землю в точке D, находящейся на одной горизонтали с точкой B (см. рисунок). $BD = 4$ м. Найдите массу





шайбы m. Сопротивлением воздуха пренебречь.

94. В установке, изображённой на рисунке, грузик A соединён перекинутой через блок нитью с бруском B, лежащим на горизонтальной поверхности трибометра, закреплённого на столе. Грузик отводят в сторону, приподнимая его на высоту h, и отпускают. Длина свисающей части нити равна L. Какую величину должна превзойти масса грузика, чтобы брусок сдвинулся с места в момент прохождения грузиком нижней точки траектории? Масса бруска M, коэффициент трения между бруском и поверхностью μ. Трением в блоке, а также размерами блока пренебречь.

95. Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно и равны $v_{пл}$ = 15 м/с и $v_{бр}$ = 5 м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом μ = 0,17. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 30 %?

96. Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, равна 500 м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два осколка. Первый упал на землю вблизи точки выстрела, имея скорость в 2 раза больше начальной скорости снаряда, а второй в этом же месте – через 100 с после разрыва. Чему равно отношение массы первого осколка к массе второго осколка? Сопротивлением воздуха пренебречь.

97. На краю стола высотой h = 1,25 м лежит пластилиновый шарик массой m = 100 г. На него со стороны стола налетает по горизонтали другой пластилиновый шарик, имеющий скорость v = 0,9 м/с. Какой должна быть масса второго шарика, чтобы точка приземления шариков на пол была дальше от стола, чем заданное расстояние L = 0,3 м? (Удар считать центральным.)

98. С помощью рычага длиной 150 см подняли груз массой 100 кг на высоту 5 см. Какую работу совершили при этом, если КПД устройства 95%? (53 Дж)

99. Баба копра массой 400 кг падает на сваю массой 100 кг, вбитую в грунт. Определить среднюю силу сопротивления грунта и КПД копра, если известно, что при каждом ударе свая погружается в грунт на 5 см, а высота поднятия копра 1,5 м. Удар неупругий. ($10{,}1 \cdot 10^4$)

2. Жидкости и газы

1. В стеклянной трубке, запаянной с одного конца, находятся воздух и столбик ртути, закрывающий воздух в трубке. Какие действия нужно произвести с этой трубкой для измерения давления атмосферного воздуха?

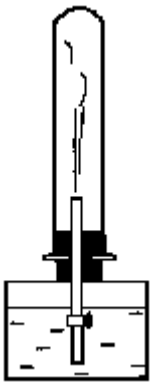
1) измерить длину h столба ртути и длину ℓ воздушного столба при вертикальном положении трубки;

2) измерить длину h столба ртути и длину ℓ воздушного столба при горизонтальном положении трубки;

3) измерить длину h столба ртути и длину ℓ воздушного столба при вертикальном и горизонтальном положениях трубки;

4) опустить открытый конец стеклянной трубки в чашку со ртутью и измерить высоту h ртутного стола в трубке при вертикальном положении.

2. Из стеклянной трубки откачали воздух и закрыли кран. Почему при открывании крана в трубке (см.рисунок), из которой откачан воздух, образуется водяной фонтан?



1) вода поступает в сосуд потому, что атмосферное давление больше давления разряженного воздуха в сосуде;

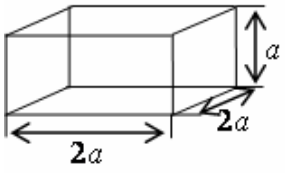
2) вода обладает свойством расширения и потому заполняет любое пустое пространство;

3) пустой сосуд втягивает воду;

4) воздух обладает способностью заполнять пустоту. Он стремится в трубку и вталкивает туда находящуюся на его пути воду.

3. Найдите давление воды на стенку цилиндрического сосуда с диаметром основания 20 см на расстоянии 5 см от дна. Объем воды в сосуде 10 л, плотность воды $1\cdot10^3$ кг/м^3 . ($2{,}6\cdot10^3$ Па)

4. Сосуд, изображённый на рисунке, доверху наполнили некоторой жидкостью. Найдите давление жидкости на дно сосуда. Атм. давление не учитывать. Плотность жидкости равна ρ.



1) ρga; 2) $2\rho ga$; 3) $2\rho ga^2$; 4) $2\rho ga^3$.

5. Малый поршень гидравлического пресса опускается за один ход на 25 см, а большой поднимается на 5 мм. Какова сила давления, действующая на большой поршень, если к малому поршню приложена сила 200 Н? Найдите работу, совершаемую за один ход поршня.

(10 кН; 50Дж)

6. В стакане с водой плавает кусок льда с впаянной внутрь деревянной щепкой. Как изменится уровень воды в стакане, когда лед растает?

1) уровень воды увеличится; 2) уровень воды уменьшится;

3) уровень воды не изменится; 4) всякое может быть.

7. При взвешивании груза в воздухе показание динамометра равно 2 Н. При опускании груза в воду показание динамометра уменьшается до 1,5 Н. Выталкивающая сила равна

1) 0,5 Н; 2) 1,5 Н; 3) 2 Н; 4) 3,5 Н.

8. В стакане с водой плавает кусок льда со впаянной внутрь свинцовой дробинкой. Как изменится уровень воды в стакане, когда лед растает?

1) уровень воды увеличится; 2) уровень воды уменьшится;

3) уровень воды не изменится; 4) всякое может быть.

9. Теплоход переходит из устья Волги в соленое Каспийское море. При этом архимедова сила, действующая на теплоход:

1) уменьшается; 2) не изменяется; 3) увеличивается;
3) уменьшается или увеличивается в зависимости от размера теплохода.

10. Алюминиевый и железный шары одинаковой массы уравновешены на рычаге. Нарушится ли равновесие, если шары погрузить в воду?
1) не нарушится; 2) алюминиевый шар опустится;
3) железный шар опустится; 4) всякое может быть.

11. Тело плавает на границе двух жидкостей. Плотность тяжелой жидкости в 2,5 раза больше плотности тела, а плотность легкой – в 2 раза меньше плотности тела. Какая часть объема тела погружена в тяжелую жидкость? (25 %)

12. Найдите массу золота в изделии, изготовленном из сплава золота с серебром. Вес изделия в воздухе 25,4 Н, в воде 23,4 Н. Плотность золота 19,3 г/см^3, серебра 10,5 г/см^3; g = 10 м/с^2. (965 г)

13. Один конец нити закреплен на дне, а второй прикреплен к пробковому поплавку. При этом ¾ всего объема поплавка погружено в воду. Определите силу натяжения нити, если масса поплавка равна 2 кг. Плотность пробки 300 кг/м^3; g = 10 м/с^2. (30 Н)

3. Механические колебания и волны

1. Первая пружина имеет жесткость 20 Н/м, вторая – 60 Н/м. Обе пружины растянуты на 1,5 см. Определите отношение потенциальных энергий. (3)

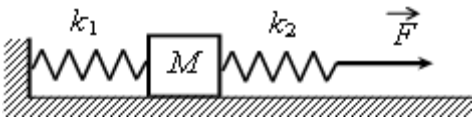
2. На какое расстояние надо оттянуть груз массой 500 г от положения равновесия, чтобы он, будучи прикреплен к пружине жесткостью 0,2 кН/м, проходил через положение равновесия со скоростью 10 м/с? (0,5 м)

3. Пружинный маятник вывели из положения равновесия и отпустили. Через какое минимальное время, начиная с начала колебания, его потенциальная энергия станет равна кинетической, если масса маятника 100 г, а жесткость пружины 10 Н/м? (0,08 с)

4. Груз изображённого на рисунке к тесту 10.25 пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняется потенциальная энергия пружины маятника, кинетическая энергия груза и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 1 к точке 2? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:
1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменяется.
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия пружины маятника	Кинетическая энергия груза	Жёсткость пружины

5. К системе из кубика массой 1 кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила F (см. рисунок). Система покоится. Между кубиком и



опорой трения нет. Левый край первой пружины прикреплён к стенке. Жёсткость первой пружины $k_1 = 300$ Н/м. Жёсткость второй пружины $k_2 = 600$ Н/м. Удлинение второй пружины равно 2 см. Модуль силы F равен

1) 4 Н; 2) 6 Н; 3) 12 Н; 4) 18 Н.

6. Массивный груз, подвешенный к потолку на пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина всё время остаётся растянутой. Как ведёт себя потенциальная энергия пружины, кинетическая энергия груза, его потенциальная энергия в поле тяжести, когда груз движется вниз от положения равновесия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия пружины	Кинетическая энергия груза	Потенциальная энергия груза в поле тяжести

7. Когда наблюдатель воспринимает по звуку, что самолет находится в зените, он видит его под углом 73^0 к горизонту (tg 73^0 =3,2709). С какой скоростью летит самолет? Скорость звука 340 м/с. (100 м/с)

8. Звук взрыва, произведенного в воде вблизи поверхности, приборы, установленные на корабле и принимающие звук по воде, зарегистрировали на 45 с раньше, чем он пришел по воздуху. На каком расстоянии от корабля произошел взрыв? Скорость звука в воде 1400 м/с, в воздухе 340 м/с.

(20 км)

9. Молотком по железнодорожному рельсу ударяют на расстоянии 1,068 км от наблюдателя. Приложив ухо к рельсу, наблюдатель услышал звук на 3 с раньше, чем он дошел к нему по воздуху. Найдите скорость звука в стали, если скорость звука в воздухе равна 340 м/с. (7565 м/с)

4. Молекулярная физика и термодинамика

1. Хаотичность теплового движения молекул газа приводит к тому, что

1) плотность газа одинакова во всех местах занимаемого им сосуда;

2) плотность вещества в газообразном состоянии меньше плотности этого вещества в жидком состоянии;

3) газ гораздо легче сжать, чем жидкость;

4) при одновременном охлаждении и сжатии газ превращается в жидкость.

2.. Какая-либо упорядоченность в расположении частиц вещества отсутствует. Это утверждение соответствует модели строения

1) только газа;

2) только жидкости;

3) только твердого тела;

4) газа, жидкости и твердого тела.

3. Одним из подтверждений положения молекулярно-кинетической теории строения вещества о том, что частицы вещества хаотично движутся, может служить

А — возможность испарения жидкости при любой температуре;

Б — зависимость давления столба жидкости от глубины;

В — выталкивание из жидкости погруженных в нее тел.

Какие из утверждений правильны?

1) только А; 3) только А и Б;

2) только Б; 4) только Б и В.

4.. Явление диффузии в жидкостях свидетельствует о том, что молекулы жидкостей

1) движутся хаотично;

2) притягиваются друг к другу;

3) состоят из атомов;

4) колеблются около своих положений равновесия.

5. В баллоне находится масса m_1 = 10 кг газа при давлении p_1 = 10 МПа. Какую массу газа взяли из баллона, если давление стало p_2 = 2,5 МПа? Температуру газа считать постоянной.

1) 7,5 кг; 2) 15 кг; 3) 10 кг; 4) 2,5 кг.

6. Установите соответствие между физическими константами и их размерностями.

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ	ИХ РАЗМЕРНОСТИ
А. Постоянная Больцмана	1) К·м /(моль·Н)
Б. Универсальная газовая постоянная	2) Вт·с/К
	3) К/(Вт·с)
	4) Дж/ (моль·К)

А	Б

7. Установите соответствие между физическими величинами и приборами для их измерения.

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

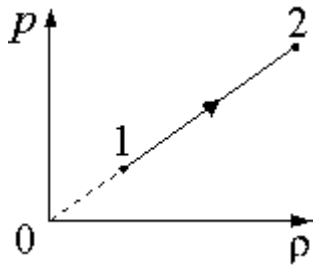
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ПРИБОРЫ ДЛЯ ИХ ИЗМЕРЕНИЯ
А. Давление	1) калориметр
Б. Температура	2) термометр
	3) манометр
	4) динамометр

А	Б

8. Два сосуда, содержащие одинаковые массы одного газа, соединены трубкой с краном. В первом сосуде давление $p_1 = 5 \cdot 10^3$Па, во втором – $p_2 = 8 \cdot 10^3$Па. Какое давление установится после открытия крана, если температура останется неизменной?

1) 6150 Па; 2) 12300 Па; 3) 3000 Па; 4) 8130 Па.

9. При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 давление газа пропорционально его плотности. Масса газа в процессе остаётся постоянной. Утверждается, что в этом процессе



А. происходит изотермическое сжатие газа.

Б**.** концентрация молекул газа увеличивается.

1) верно только А; 2) верно только Б;

3) оба утверждения верны; 4) оба утверждения неверны.

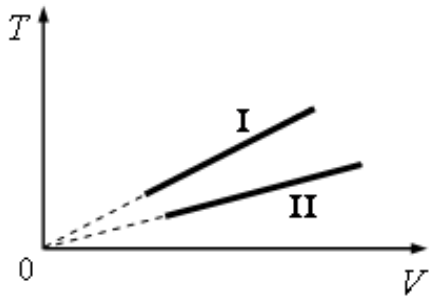
10. В сосуде находится 3 моль гелия. Что произойдет с давлением газа на стенки сосуда, температурой и объемом газа при его изотермическом расширении?

К каждому элементу левого столбца подберите соответствующий элемент из правого и внесите в строку ответов выбранные цифры под соответствующими буквами.

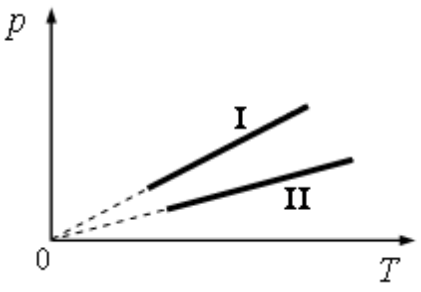
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ
А. Давление газа	1) увеличивается
Б. Температура газа	2) уменьшается
В. Объем газа	3) не изменяется

А	Б	В

11.. В трубке, закрытой с одного конца, столбик воздуха заперт столбиком ртути длиной 19 см. Если трубку повернуть открытым концом вниз, длина столбика воздуха будет 10 см, а если открытым концом вверх, то 6 см. Найдите атмосферное давление (в мм рт. ст.) (760 мм рт. ст.)

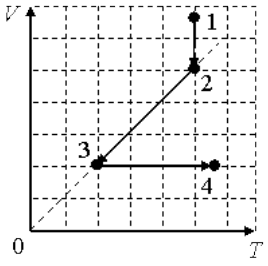


12. На рисунке изображены графики двух процессов, проведённых с идеальным газом при одном и том же давлении. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изобара I лежит выше изобары II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



13. Две порции одного и того же идеального газа нагреваются в сосудах одинакового объёма. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изохора I лежит выше изохоры II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

13. На *VT*-диаграмме показано, как изменялись объём и температура некоторого постоянного количества разреженного газа при его переходе из начального состояния 1 в состояние 4. Как изменялось давление газа *p* на каждом из трёх участков 1–2, 2–3, 3–4: увеличивалось, уменьшалось или же оставалось неизменным? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



14. Идеальный одноатомный газ переходит из состояния *A* в состояние *C* (см. рисунок к тесту 13.9). Масса газа не меняется. Как ведут себя перечисленные ниже величины, описывающие этот газ, в ходе указанного на диаграмме процесса.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:
1) увеличится; 2) уменьшится; 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Объем газа	Внутренняя энергия

15. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими процесс изотермического сжатия воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

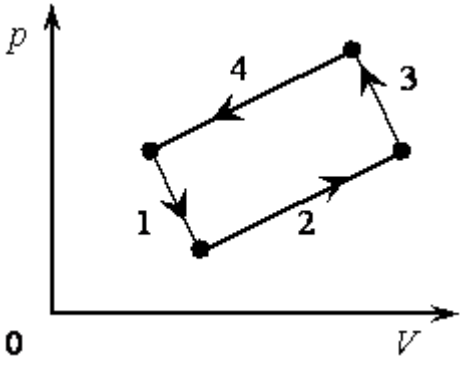
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А. Давление	1) увеличивается
Б. Температура	2) уменьшается
В. Внутренняя энергия	3) не изменяется

А	Б	В

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

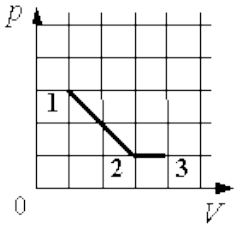
16. На рис. Показан ход изменения состояний 2 моль идеального газа. Какие процессы связаны с наименьшим положительным значением работы газа и наибольшим положительным значением работы внешних сил? Установите соответствие между такими процессами и номерами процессов на диаграмме.

А) работа газа положительна и минимальна



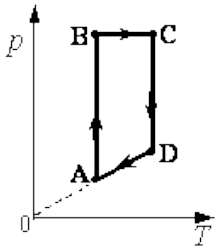
Б) работа внешних сил положительна и максимальна

17. На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа A_{12}/A_{23} на этих двух отрезках pV-диаграммы?



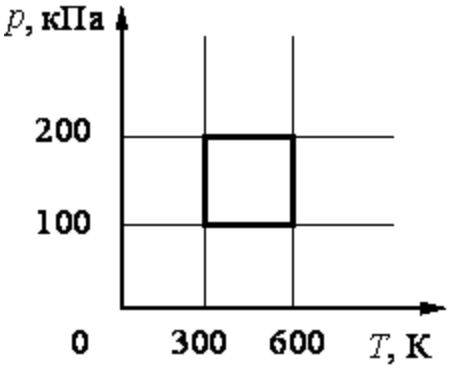
1) 6; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

18. На графике изображен цикл с идеальным газом неизменной массы. На каком участке графика работа равна нулю?



1) AB; 2) DA; 3) CD; 4) BC.

19. С идеальным газом происходит циклический процесс, pT-диаграмма которого представлена на рисунке. Наименьший объём, который занимает газ в этом процессе, составляет 6 л. Определите количество вещества этого газа.



1) 0,36 моль; 2) 0,24 моль;

3) 0,18 моль; 4) 0,12 моль.

20. В калориметр с горячей водой погрузили медный цилиндр, взятый при комнатной температуре. В результате в калориметре установилась температура 60 °С. Если вместо медного цилиндра опустить в калориметр алюминиевый цилиндр такой же массы при комнатной температуре, то конечная температура в калориметре будет

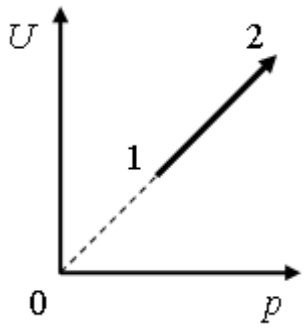
1) выше 60 ^{0}С; 2) ниже 60 ^{0}С; 3) 60 ^{0}С; 4) зависеть от отношения.

21. В теплоизолированный сосуд с большим количеством льда при температуре $t_1 = 0^0$С заливают $m = 1$ кг воды с температурой $t_2 = 44\ ^0$С. Какая масса льда Δm расплавится при установлении теплового равновесия в сосуде? Ответ выразите в граммах.

22. Алюминиевый чайник массой 0,4 кг, в котором находится 2 кг воды при 10 ^{0}С, помещают на газовую горелку с КПД 40 %. Какова мощность горелки, если через 10 мин вода закипела, причем 20 г воды выкипело. ($c_{ал}$ = 880 Дж/(кг·К); $c_в$ = 4,19 кДж/(кг·К); удельная теплота парообразования 2,3 МДж/кг).

(3,5 кВт)

23. Чтобы расплавить на примусе 4 кг льда, взятого при температуре минус 8 ^{0}С ($c_л$ = 2,1 кДж/(кг·К); λ = 334 кДж/кг), израсходовали 900 г керосина ($q_к$ = 46 МДж/кг). Определите КПД примуса. (3,4%)



24. На рисунке показан процесс изменения состояния одного моль одноатомного идеального газа (U – внутренняя энергия газа; p – его давление). Как изменяются в ходе этого процесса объём, абсолютная температура и теплоёмкость газа?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится; 2) уменьшится; 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём газа	Температура газа	Теплоёмкость газа

25. Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре T_1=600 К и давлении p_1=4·10^5 Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление при расширении обратно пропорционально квадрату объёма. Конечное давление газа p_2=10^5 Па. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу A=2493Дж?

26. Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре T_1=600К и давлении p_1=4·105Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его температура при расширении обратно пропорциональна объёму. Конечное давление газа p_2=10^{5}Па. На какую величину изменилась внутренняя энергия аргона в результате расширения?

27.Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре T_1=600 К и давлении p_1=4·10^5 Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление при расширении обратно пропорционально квадрату объёма. Конечный объём газа вдвое больше начального. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу A = 2493Дж?

28. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими адиабатный процесс расширения воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А. Давление	1) увеличивается
Б. Объем	2) уменьшается
В. Температура	3) не изменяется
Г. Внутренняя энергия	

А	Б	В	Г

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

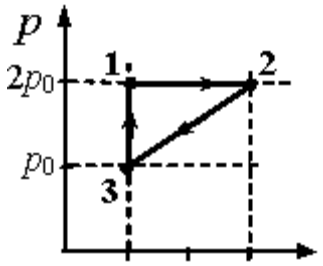
29. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими процесс изотермического сжатия воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А. Давление	1) увеличивается
Б. Температура	2) уменьшается
В. Внутренняя энергия	3) не изменяется

А	Б	В

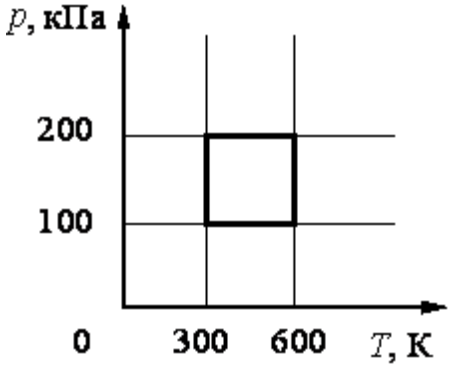
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

30.. С одноатомным идеальном газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ совершает работу $A_ц$ = 5 кДж. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя?



31. Двигатель внутреннего сгорания имеет КПД 28 % при температуре горения топлива 927 ^{0}C и температуре отходящих газов 447 ^{0}C. На сколько процентов КПД идеальной машины больше КПД двигателя?

1) 12 %; 2) 19 %; 3) 23 %; 4) 56 %.



32. С идеальным газом происходит циклический процесс, *pT*-диаграмма которого представлена на рисунке. Наименьший объём, который занимает газ в этом процессе, составляет 6 л. Определите количество вещества этого газа.

1) 0,12 моль; 2) 0,36 моль; 3) 0,48 моль; 4) 0,56 моль.

33. Определите работу расширения 20 л газа при изобарическом нагревании от 300 К до 393 К. Давление газа 80 кПа. (496 Дж)

34. Температуру холодильника тепловой машины увеличили, оставив температуру нагревателя неизменной. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины, количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, и работа газа за цикл?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:
1) увеличится; 2) уменьшится; 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

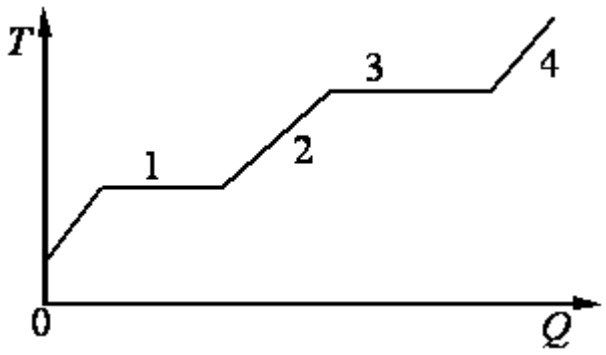
КПД тепловой машины	Количество теплоты отданное газом холодильнику за цикл	Работа газа за цикл

35. Азот массой 280 г был нагрет при постоянном давлении на 100 ^{0}C. Определите работу расширения. ($8{,}3\cdot10^3$ Дж)

36. Киломоль одноатомного газа нагревается на 100 К при постоянном объеме. Найти количество теплоты, сообщенное газу. (1,24 МДж)

5. Агрегатные состояния вещества

1. В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество. Цилиндр поместили в раскалённую печь. На рисунке показан график изменения температуры *T* вещества по мере поглощения им количества теплоты *Q*. Какие участки графика соответствуют нагреванию вещества в газообразном состоянии и кипению жидкости? Установите соответствие между тепловыми процессами и участками графика. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца.



ПРОЦЕССЫ	УЧАСТКИ ГРАФИКА
А) нагревание вещества в газообразном состоянии	1) 2; 2) 2;
Б) кипение жидкости	3) 3; 4) 4.

2.. По мере понижения температуры от +50 °С до –50 °С вода находилась сначала в жидком состоянии, затем происходил процесс ее затвердевания, и дальнейшее охлаждение твердой воды – льда. Изменялась ли внутренняя энергия воды во время этих трех процессов и если изменялась, то как? Установите соответствие между физическими процессами, перечисленными в первом столбце, и изменениями внутренней энергии воды, перечисленными во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ	ИЗМЕНЕНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ
А. Охлаждение жидкой воды	1) остается неизменной
Б. Отвердевание воды	2) увеличивается
В. Охлаждение льда	3) уменьшается

А	Б	В

3. В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

4. В закрытом сосуде находится 6 г водяного пара под давлением 25 кПа при температуре 100 ^{0}С. Объем сосуда уменьшили в 8 раз, без изменения температуры. Найдите массу пара, оставшегося после этого в сосуде.

(3 г)

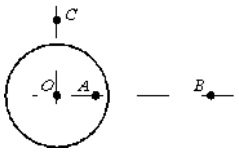
5.. В сосуде под поршнем – вода и водяной пар. Масса воды в 3 раза больше, чем масса пара. Объем сосуда изотермически увеличивают в 2 раза. Как изменяются при этом масса воды и давление пара?
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:
1) увеличится; 2) уменьшится; 3) не изменится.
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.
Цифры в ответе могут повторяться.

Масса пара	Давление пара

модуль напряжённости электростатического поля кубика в точке *M*
1) 0; 2) E_A; 3) $4E_A$; 4) $16E_A$.

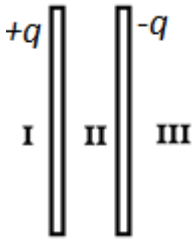
6. Электростатика. Постоянный ток

1. На неподвижном проводящем уединённом шарике радиусом *R* находится заряд *Q*. Точка *O* – центр шарика, $OA = {}^3/_4R$, $OB = 3R$, $OC = {}^3/_2R$. Модуль напряжённости электростатического поля заряда *Q* в точке *C* равен E_C. Чему равен модуль напряжённости электростатического поля заряда *Q* в точке *A* и точке *B*?



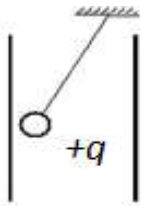
А) модуль напряжённости электростатического поля шарика в точке *A*
Б) модуль напряжённости электростатического поля шарика в точке *B*
1) 0; 2) $4E_C$; 3) $E_C/2$; 4) $E_C/4$.

2. Две очень большие квадратные металлические пластины заряжены до зарядов + *q* и – *q* (см. рис.). В каких областях пространства напряженность электрического поля, созданного пластинами, равна нулю?



1) только в I; 2) только в II;
3) только в III; 4) в I и III.

3. Маленький шарик с зарядом $q = 4 \cdot 10^{-7}$ Кл и массой 3 г, подвешенный на невесомой нити с коэффициентом упругости 100 Н/м, находится между вертикальными пластинами плоского воздушного конденсатора. Расстояние между обкладками конденсатора 5 см. Какова разность потенциалов между обкладками конденсатора, если удлинение нити 0,5 мм?



4. Цинковая пластина, имеющая отрицательный заряд –10e, при освещении потеряла четыре электрона. Каким стал заряд пластины?

1) +6e; 2) – 6e; 3) + 14e; 4) – 14e.

5.Точка B находится в середине отрезка АС. Неподвижные точечные заряды $+q$ и $-2q$ расположены в точках A и C соответственно (см. рисунок). Какой заряд надо поместить в точку C взамен заряда $-2q$, чтобы напряжённость электрического поля в точке B увеличилась в 2 раза?



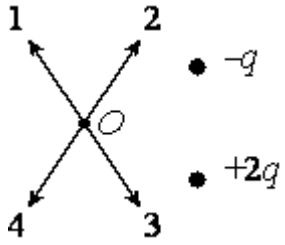
1) $-5q$; 2) $-4q$; 3) $4q$; 4) $5q$.

6. Заряженная пылинка находится в однородном электрическом поле напряжённостью $E = 1{,}3 \cdot 10^5$ В/м, направленном вертикально. Какой заряд она должна иметь, чтобы находиться в равновесии? Масса пылинки $m = 2 \cdot 10^{-12}$ кг. ($1{,}5 \cdot 10^{-16}$ Кл)

7. В однородное электрическое поле со скоростью $0{,}5 \cdot 10^7$ м/с влетает электрон и движется по направлению линий напряжённости поля. Какое расстояние пролетит электрон до полной потери скорости, если модуль напряжённости поля равен 3600 В/м?

1) 1 см; 2) 2 см; 3) 5 см; 4) 8 см.

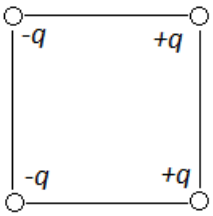
8. По какой из стрелок 1–4 направлен вектор напряжённости электрического поля $\vec{E}$, созданного двумя разноимёнными неподвижными точечными зарядами в точке O (см. рисунок, $q > 0$)? Точка O равноудалена от зарядов.



9. Как изменится ускорение заряженной пылинки, движущейся в электрическом поле, если напряжённость поля увеличить в 2 раза, а заряд пылинки в 2 раза уменьшить? Силу тяжести не учитывать.

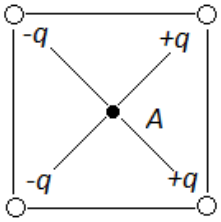
1) не изменится; 2) увеличится в 2 раза;
3) уменьшится в 2 раза; 4) увеличится в 4 раза.

10. Как направлен вектор напряженности электрического поля в центре квадрата, созданного зарядами, которые расположены в его вершинах так, как это представлено на рисунке?



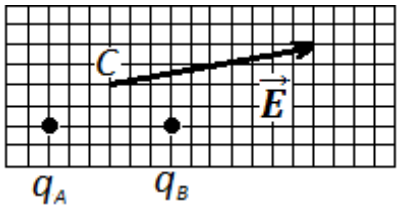
1) влево; 2) вправо; 3) вниз; 4) вверх.

11. Каждый из четырех одинаковых по величине и знаку зарядов, расположенных в вершинах квадрата, создают в точке *A* электрическое поле, напряженность которого равна *E* (см. рис.). Напряженность поля в точке *A* равна



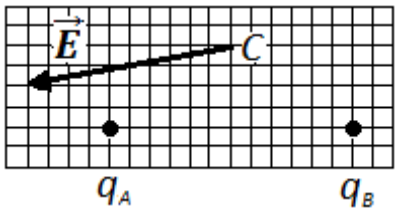
1) 0; 2) 4E; 3)$2\sqrt{2}E$; 4)$4\sqrt{2}$E.

12. На рисунке изображен вектор напряженности$\vec{E}$электрического поля в точке *C*, которое создано двумя точечными зарядами q_A и q_B. Чему примерно равен заряд q_B, если заряд q_A равен 2 мкКл? Ответ выразите в микрокулонах (мкКл). 1 мкКл; 2) 2 мкКл; 3) 1 мкКл; 4) 2 мкКл.

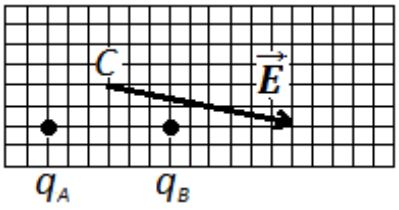


13. На рисунке изображен вектор напряженности $\vec{E}$электрического поля в точке *C*, которое создано двумя точечными зарядами q_A и q_B. Каков заряд q_B, если заряд q_A равен 2 мкКл?

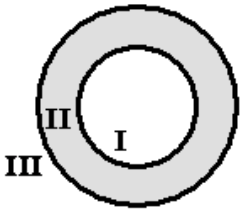
1) 1 мкКл; 2) 2 мкКл;
3) 1 мкКл; 4) 2 мкКл.



14. На рисунке изображен вектор напряженности $\vec{E}$электрического поля в точке *C*, которое создано двумя точечными зарядами q_A и q_B. Каков заряд q_B, если заряд q_A равен1 мкКл? 1) 1 мкКл; 2) 2 мкКл;3)1 мкКл; 4) 2 мкКл.



15. На рисунке изображено сечение уединенного проводящего полого шара. I – область полости, II – область проводника, III – область вне проводника. Шару сообщили отрицательный заряд. В каких областях пространства напряженность электрического поля, создаваемого шаром, отлична от нуля?



1) только в I; 2) только в II; 3) только в III; 4) в I и II.

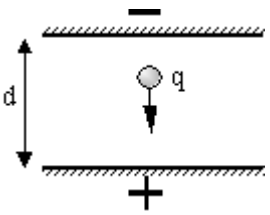
16. Полый шарик массой m = 0,4 г с зарядом q = 8 нКл движется в горизонтальном однородном электрическом поле, напряжённость которого E = 500 кВ/м. Какой угол α образует с вертикалью траектория шарика, если его начальная скорость равна нулю?

17.Пылинка, имеющая заряд 10^{-11} Кл, влетела в однородное электрическое поле вдоль его силовых линий с начальной скоростью 0,1 м/с и переместилась на расстояние 4 см. Какова масса пылинки, если её скорость

увеличилась на 0,2 м/с при напряженности поля 10^5 В/м? Ответ выразите в миллиграммах (мг).

18. Пылинка, имеющая массу 10^{-6} кг, влетела в однородное электрическое поле вдоль его силовых линий с начальной скоростью 0,1 м/с и переместилась на расстояние 4 см. Каков заряд пылинки, если её скорость увеличилась на 0,2 м/с при напряженности поля E = 10^5 В/м? Ответ выразите в пикокулонах (пКл).

19. Пластины большого по размерам плоского конденсатора расположены горизонтально на расстоянии d = 1 см друг от друга. Напряжение на пластинах конденсатора 5000 В. В пространстве между пластинами падает капля жидкости. Масса капли $4{\cdot}10^{-6}$ кг. При каком значении заряда q капли ее скорость будет постоянной? Влиянием воздуха на движение капли пренебречь. Ответ выразите в пикокулонах (10^{-12} Кл).



20. Два одинаковых воздушных конденсатора ёмкостью по 100 пФ каждый соединены последовательно и подключены к источнику напряжения 10 В. Найти изменение заряда на конденсаторах, если в один из них вставить диэлектрик с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 2$**,** не отключая от источника. (0,17 нКл)

21. Разность потенциалов между пластинами одного из двух одинаковых конденсаторов емкостью C равна U, а другого нулю. Конденсатора соединяют параллельно. Найдите изменение энергии системы после соединения конденсаторов. (Уменьшилась на $CU^2/4$)

22.Первый конденсатор емкостью $3C$ подключен к источнику тока с ЭДС ε, а второй – емкостью C подключен к источнику с ЭДС 3ε. Отношение энергии электрического поля второго конденсатора к энергии электрического поля первого равно 1)1; 2)13; 3)3; 4)9.

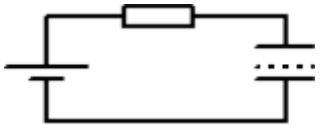
23.Плоский конденсатор подключен к источнику постоянного напряжения. Как изменятся при увеличении зазора между обкладками конденсатора три величины: емкость конденсатора, величина заряда на его обкладках, разность потенциалов между ними? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1)увеличится; 2)уменьшится; 3)не изменится.

А) Емкость конденсатора.

Б) Величина заряда на обкладках конденсатора.

В) Разность потенциалов между обкладками конденсатора.

24. Источник постоянного напряжения с ЭДС 100 В подключён через резистор к конденсатору переменной ёмкости, расстояние между пластинами которого можно изменять (см. рисунок). Пластины медленно раздвинули. Какая работа была совершенапротив сил притяжения пластин, если за время движения пластин на резисторе выделилось количество теплоты 10 мкДж и заряд конденсатора изменился на 1 мкКл?

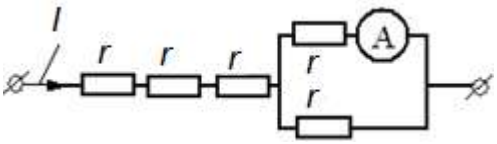


25. Если напряжение между концами проводника и его длину увеличить в 3 раза, то сила тока, идущего через проводник:
1) уменьшится в 3 раза; 2) не изменится;
3) увеличится в 3 раза; 4) уменьшится в 9 раз.

26. Участок цепи состоит из четырех последовательно соединенных резисторов, сопротивления которых равны r, $2r$, $3r$ и $4r$. Каким должно быть сопротивление пятого резистора, добавленного в этот участок последовательно к первым четырем, чтобы суммарное сопротивление участка увеличилось в 3 раза?
1) $10r$; 2) $20r$; 3) $30r$; 4) $40r$.

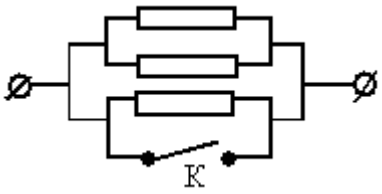
27.. Медная проволока имеет электрическое сопротивление 6 Ом. Какое электрическое сопротивление имеет медная проволока, у которой в 2 раза больше длина и в 3 раза больше площадь поперечного сечения?
1) 36 Ом; 2) 9 Ом; 3) 4 Ом; 4) 1 Ом.

28.Участок цепи состоит из трех последовательно соединенных резисторов, сопротивления которых равны r, $2r$ и $3r$. Сопротивление участка уменьшится в 1,5 раза, если убрать из него
1) первый резистор; 2) второй резистор;
3) третий резистор; 4) первый и второй резисторы**.**

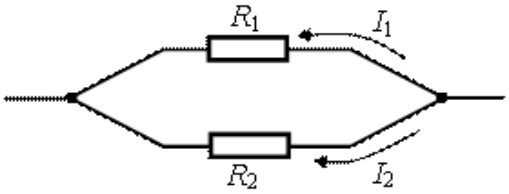


29. Через участок цепи (см. рисунок) течет постоянный ток I = 4 А. Что показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.
1) 1 А; 2) 2 А; 3) 3 А; 4) 1,5 А.

30. Каким будет сопротивление участка цепи (см. рисунок), если ключ K замкнуть? (Каждый из резисторов имеет сопротивление R).
1) $2R$; 2) 0; 3) $3R$; 4) R.

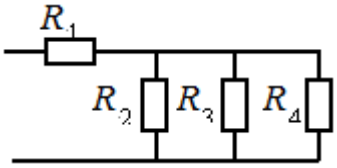


31. Два резистора включены в электрическую цепь параллельно, как показано на рисунке. Значения силы тока в резисторах I_1 = 0,8 А, I_2 = 0,2 А. Для сопротивлений резисторов справедливо соотношение

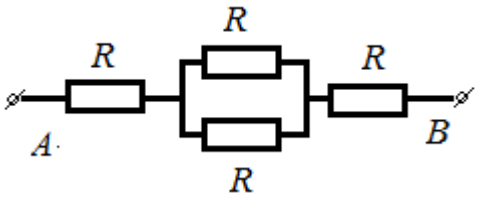


1) $R_1 = 14R_2$; 2) $R_1 = 4R_2$;
3) $R_1 = 12R_2$; 4) $R_1 = 2R_2$.

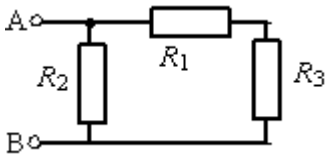
32.Определите общее сопротивление электрической цепи, если
R_1 =2Ом, R_2=R_3=R_4 = 3Ом.
1) 11Ом; 2) 3Ом; 3) 1,5Ом; 4) 19/9 Ом.



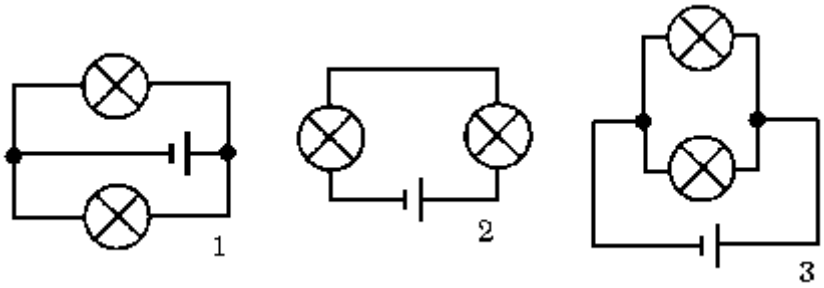
33.электрической цепи, представленной на рисунке, равно1) 4R;2) 3R;3) 2,5R;4) 2,25R.



34. Определите общее сопротивление R участка цепи между клеммами A и B, если R_1=R_2=2Ом, R_3=4Ом. 1) 8 Ом; 2) 5 Ом; 3) 1,5 Ом; 4) 0,5 Ом

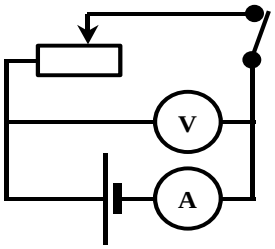


35. Какая из схем, изображенных на рисунке, соответствует последовательному включению ламп?



1) только 1; 2) только 2; 3) только 3; 4) 1 и 2;
5) 1 и 3; 6) 2 и 3; 7) 1, 2 и 3.

36. В электрической цепи, изображенной на рисунке, ползунок реостата переместили вправо. Как изменились при этом показания вольтметра и амперметра?



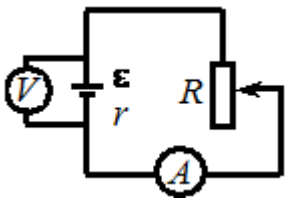
1) показания обоих приборов увеличились;
2) показания обоих приборов уменьшились;
3) показания амперметра увеличились, вольтметра уменьшились;
4) показания амперметра уменьшились, вольтметра увеличились.

37. Обмотка амперметра, предназначенного для измерения силы тока, имеет сопротивление 0,9 Ом. Определите сопротивление шунта, который нужно подключить к амперметру, чтобы можно было измерять токи, в 10 раз большие. (0,1 Ом)

38. К миллиамперметру, рассчитанному на максимальный ток 100 мА, присоединили добавочное сопротивление, чтобы получить вольтметр, которым можно измерять напряжение до 220 В. Какой должна быть величина этого добавочного сопротивления, если известно, что при шунтировании миллиамперметра сопротивлением 0,2 Ом цена его деления возрастает в 10 раз? (2198 Ом)

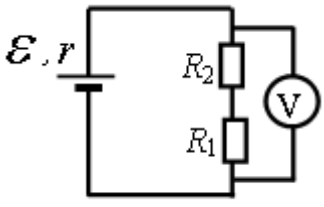
39. В каждую из сторон правильного шестиугольника включено сопротивление 5 Ом. Кроме того, каждая из вершин соединена с центром шестиугольника таким же сопротивлением. Чему равно сопротивление получившейся системы при подключении противоположными вершинами? (4 Ом)

40. При одном сопротивлении реостата вольтметр показывает 6 В, амперметр – 1 А (см. рисунок). При другом сопротивлении реостата показания приборов: 4 В и 2 А. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока? Амперметр и вольтметр считать идеальными.



1) 0,5 Ом; 2) 1 Ом; 3) 1,5 Ом; 4) 2 Ом.

41. К однородному медному цилиндрическому проводнику на 15 с приложили разность потенциалов 1 В. Какова длина проводника, если его температура при этом повысилась на 10 К? Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь (удельное сопротивление меди $1{,}7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м).



42. В схеме, изображённой на рисунке, ЭДС источника тока равна 5 В, его внутреннее сопротивление r = 1 Ом, а сопротивления резисторов $R_1 = R_2$ = 2 Ом. Какое напряжение показывает вольтметр? 1) 1 В; 2) 2 В; 3) 3 В; 4) 4 В.

43. На одной лампочке написано «220 В, 60 Вт», на другой – «110 В, 30 Вт». Сопротивление какой лампочки больше?

1) сопротивление первой больше; 2) сопротивление второй больше;
3) сопротивления одинаковы; 4) среди ответов нет правильного.

44. Как изменится мощность, потребляемая электрической лампой, если, не изменяя её электрическое сопротивление, уменьшить напряжение на ней в 3 раза?

1) уменьшится в 3 раза; 2) уменьшится в 9 раз;
3) не изменится; 4) увеличится в 9 раз.

45. Как изменятся тепловые потери в линии электропередачи, если будет использоваться напряжение 110 кВ вместо 11 кВ при условии передачи одинаковой мощности?

1) увеличатся в 10 раз; 2) уменьшатся в 10 раз;
3) увеличатся в 100 раз; 4) уменьшатся в 100 раз;
5) не изменятся.

46. Два резистора, имеющие сопротивления R_1 = 3 Ом и R_2 = 6 Ом, включены последовательно в цепь постоянного тока. Чему равно отношение Q_1/Q_2 количеств теплоты, выделяющихся на этих резисторах за одинаковое время?

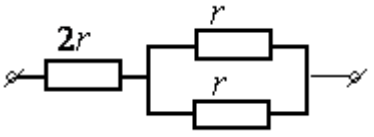
1) $\frac{1}{2}$; 2) 2; 3) 4; 4) $\frac{1}{4}$.

47. Два нагревателя подключаются к источнику питания сначала последовательно, затем – параллельно. В каком случае к.п.д. больше?

1) в первом; 2) в обоих случаях одинаково;
3) во втором; 4) среди ответов нет правильного.

48. При питании лампочки от элемента с ЭДС 1,5 В сила тока в цепи равна 0,2 А. Найдите работу сторонних сил в элементе за 1 мин. (18 Дж)

49. При подключении электромагнита к источнику с ЭДС 30 В и внутренним сопротивлением 2 Ом напряжение на зажимах источника стало 28 В. Найдите силу тока в цепи. Какую работу совершают

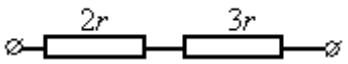


сторонние силы источника за 5 мин? Какова работа тока во внешней и внутренней частях цепи за то же время? (1 А; 9 кДж; 8,4 кДж; 0,6 кДж)

50. На рисунке показан участок цепи, по которому течет постоянный ток. Отношение тепловой мощности, выделяющейся на левом резисторе, к мощности, выделяющейся на одном из двух правых, равно

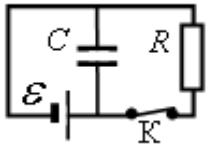
1) 18; 2) 2; 3) 14; 4) 8.

51. На рисунке показан участок цепи, по которому течет постоянный ток. Отношение тепловой мощности, выделяющейся на левом резисторе, к мощности, выделяющейся на правом, равно



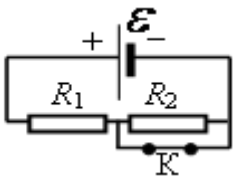
1) 3/2; 2) 2/3; 3) 9/4; 4) 4/9.

52. Конденсатор ёмкостью C = 2 мкФ присоединён к батарее с ЭДС ε = 10 В и внутренним сопротивлением r = 1 Ом. В начальный момент времени ключ Кбыл замкнут (см. рисунок). Какой станет энергия конденсатора через длительное время (не менее 1 с) после размыкания ключа К, если сопротивление резистора R = 10 Ом?

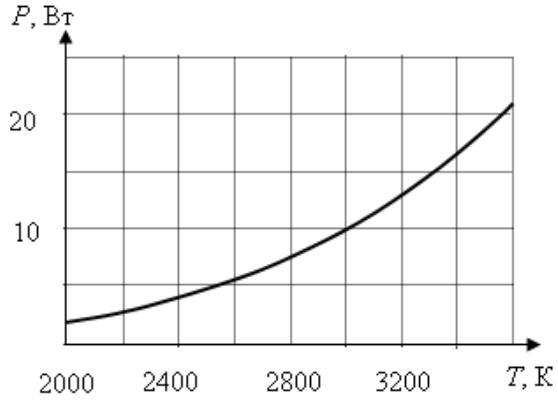


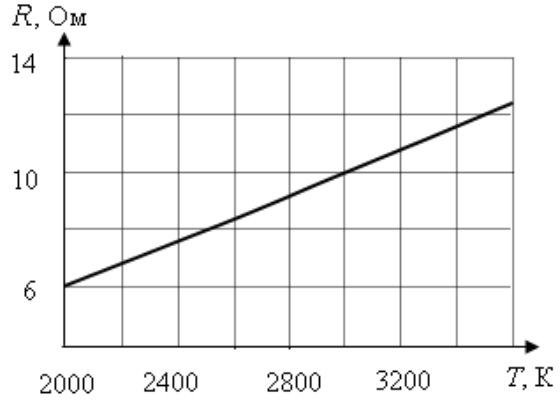
1) 100 нДж; 2) 200 нДж; 3) 100 мкДж; 4) 200 мкДж.

53. На рисунке показана цепь постоянного тока. Сопротивления обоих резисторов одинаковы и равны R. Внутренним сопротивлением источника тока можно пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ε – ЭДС источника тока). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



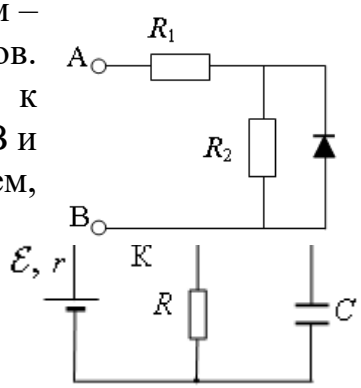
54. При нагревании спирали лампы накаливания протекающим по ней током основная часть подводимой энергии теряется в виде теплового излучения. На рисунке изображены графики зависимости мощности тепловых потерь лампы P=P(T) и сопротивления спирали R=R(T) от температуры. При помощи этих графиков определите напряжение, приложенное к спирали, при температуре T=2500К.





1) 5,0 В; 2) 6,3 В; 3) 10,3 В; 4) 12,0 В.

55. В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном – многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке *A* – положительного, а к точке *B* – отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, потребляемая мощность равна 4,8 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая мощность оказалась равной 14,4 Вт. Укажите условия протекания тока через диод и резисторы в обоих случаях и определите сопротивление резисторов в этой цепи.



56. Вольтметр, подключенный к лампочке, показывает напряжение $U = 4$ В, а амперметр – ток $I = 2$ А. Чему равно внутреннее сопротивление r источника тока, к которому эта лампочка присоединена, если ЭДС источника $\varepsilon = 5$ В? (0,5 Ом)

57. Источник тока, замкнутый на сопротивление $R_1 = 2$ Ом, дает ток $I_1 = 1{,}6$ А. Тот же источник тока, замкнутый на сопротивление $R_2 = 1$ Ом, дает ток $I_2 = 2$ А. Найдите мощность, теряемую внутри батареи, во втором случае. (12 Вт)

58. $R_1 = 10$ Ом и $R_2 = 20$ Ом, подключены к источнику тока с напряжением 120 В. Чему равна мощность, выделяемая в резисторе с сопротивлением R_2? (320 Вт)

59. Найдите ЭДС и внутреннее сопротивление аккумулятора, если при токе 5 А он отдает во внешнюю цепь мощность 9,5 Вт, а при токе 7 А – мощность 12,6 Вт. ($\varepsilon = 25$ В; $r = 0{,}05$ Ом)

60. Для нагревания 4,5 л воды от 23 ^{0}C до кипения нагреватель потребляет 0,5 кВт·ч электрической энергии. Чему равен КПД нагревателя? Плотность воды $\rho = 10^3$ кг/м^3; $c_В$ = 4,2 кДж/(кг·К). (81 %)

Когда к тем же зажимам подключили резистор, вольтметр стал показывать 3 В. Что покажет вольтметр, если вместо одного подключить два таких же резистора, соединенных последовательно? параллельно? (2 В; 4 В)

61. Лампочки, сопротивления которых 3 и 12 Ом, поочередно подключенные к некоторому источнику тока, потребляют одинаковую мощность. Найти внутреннее сопротивление источника и КПД цепи в каждом случае.(6 Ом; 33 %; 67 %)

62. ЭДС батареи 12 В, ток короткого замыкания 5 А. Какую наибольшую мощность может дать батарея во внешней цепи? (15 Вт)

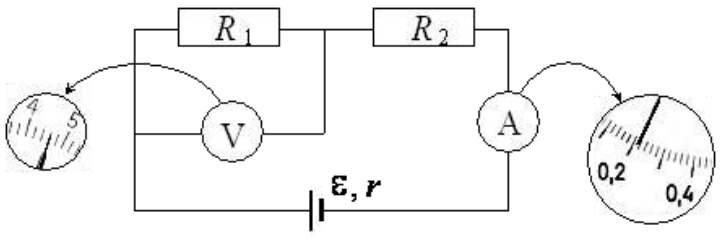
63. При коротком замыкании выводов гальванической батареи сила тока в цепи 0,45 А. При подключении к выводам батареи электрической лампы сила тока в цепи 0,225 А, а напряжение на лампе 4,5 В. Найдите ЭДС гальванической батареи.

64. Линия электропередачи, имеющая сопротивление 250 Ом, подключена к генератору постоянного тока мощностью 25 кВт. При каком напряжении на зажимах генератора потери в линии составят 4 % от мощности генератора? ($1{,}25 \cdot 10^4$ В)

65. Два резистора, имеющие сопротивления R_1 = 3 Ом и R_2 = 6 Ом, включены параллельно в цепь постоянного тока. Чему равно отношение мощностей P_1/P_2 электрического тока, выделившихся в этих резисторах?

1) 1 : 1 2) 1 : 2 3) 2 : 1 4) 4 : 1

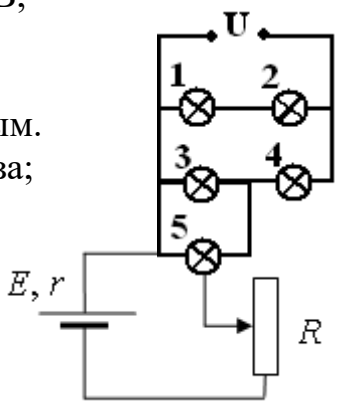
66. При проведении лабораторной работы ученик собрал электрическую цепь по схеме на рисунке. Сопротивления R_1 и R_2 равны 20 Ом и 150 Ом соответственно. Сопротивление вольтметра равно 10 кОм, а амперметра – 0,4 Ом. ЭДС источника равна 36 В, а его внутреннее сопротивление – 1 Ом. На рисунке показаны шкалы приборов с показаниями, которые получил ученик. Исправны ли приборы или же какой-то из них даёт неверные показания?



67. Электрическая цепь состоит из источника тока с конечным внутренним сопротивлением и реостата. Сопротивление реостата можно изменять в пределах от 1 Ом до 5 Ом. Максимальная мощность тока P_{max}, выделяющаяся на реостате, равна 4,5 Вт и достигается при сопротивлении реостата R = 2 Ом. Какова ЭДС источника?

68. Паяльник, рассчитанный на напряжение U_1 = 220 В, подключили в сеть с напряжением U_2 = 110 В. Как изменилась мощность, потребляемая паяльником? Сопротивление спирали паяльника считать постоянным.

1) уменьшилась в 4 раза; 2) увеличилась в 2 раза; 3) уменьшилась в 2 раза; 4) увеличилась в 4 раза.

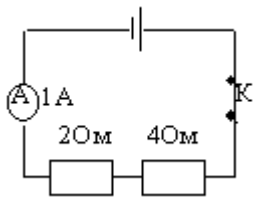


69. Реостат R подключен к источнику тока с ЭДС E и внутренним сопротивлением r (см. рисунок). Зависимость силы тока в цепи от сопротивления реостата представлена на графике. Найдите сопротивление реостата, при котором мощность тока, выделяемая на внутреннем сопротивлении источника, равна 8 Вт.



70. При лечении электростатическим душем к электродам электрической машины прикладывается разность потенциалов 10 кВ. Какой заряд проходит между электродами за время процедуры, если известно, что электрическое поле совершает при этом работу, равную 3,6 кДж?

1) 36 мКл; 2) 0,36 Кл; 3) 36 МКл; 4) $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

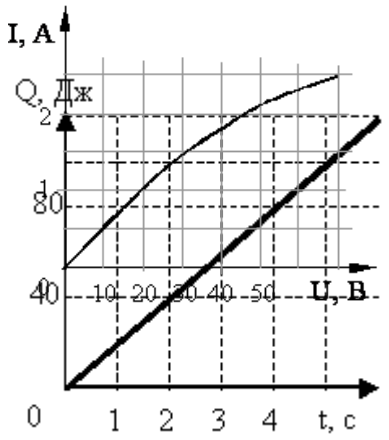


71. Изучая закономерности соединения резисторов, ученик собрал электрическую цепь, изображенную на рисунке. Какая энергия выделится во внешней части цепи при протекании тока в течение 10 минут? Необходимые данные указаны на схеме. Амперметр считать идеальным.

72. Какая лампа (см. рис.) горит ярче других (все лампы имеют одинаковое сопротивление)?

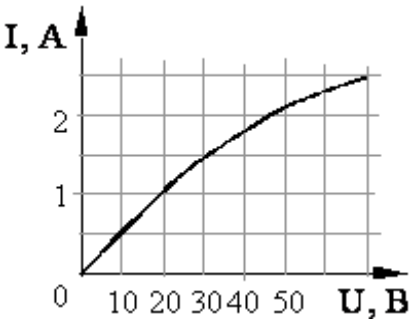
1) 5; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

73. По резистору течет постоянный ток. На рисунке приведен график зависимости количества теплоты, выделяемого в резисторе, от времени. Сопротивление резистора 5 Ом. Чему равна сила тока в резисторе?



74. Две проволоки одинаковой длины из одного и того же материала включены последовательно в электрическую цепь. Сечение первой проволоки в 3 раза больше сечения второй. Количество теплоты, выделяемое в единицу времени в первой проволоке,
1) в 3 раза больше, чем во второй;
2) в 3 раза меньше, чем во второй;
3) в 9 раза больше, чем во второй;
4) в √3 раз меньше, чем во второй.

75. На рисунке показан график зависимости силы тока в лампе накаливания от напряжения на ее клеммах. При напряжении 30 В мощность тока в лампе равна
1) 135 Вт; 2) 67,5 Вт; 3) 45 Вт; 4) 20 Вт.

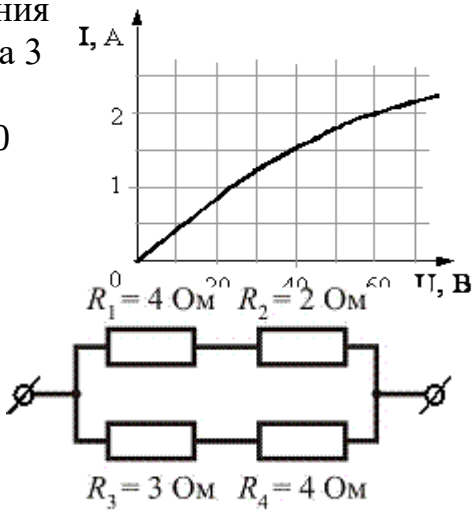


76. На рисунке показан график зависимости силы тока в лампе накаливания от напряжения на ее клеммах. При силе тока 1,5 А мощность тока в лампе равна
1) 135 Вт; 2) 67,5 Вт; 3) 45 Вт; 4) 20 Вт.

77. силы тока в лампе накаливания от напряжения на ее клеммах. При силе тока 2 А ток в лампе за 3 с совершает работу
1) 90 Дж; 2) 10,8 кДж; 3) 270 Дж; 4) 360 Дж.

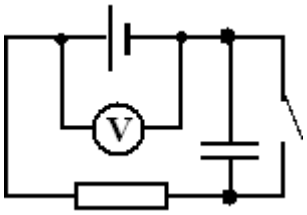
78. На рисунке представлен участок электрической цепи. Каково отношение количеств теплоты Q_2/Q_3, выделившихся на резисторах R_2 и R_3 за одно и то же время?

1) 0,44; 2) 0,67; 3) 0,9; 4) 1,5.



79. На входе в электрическую цепь квартиры стоит предохранитель, размыкающий цепь при силе тока 10 А. Подаваемое в цепь напряжение равно 110 В. Какое максимальное число электрических чайников, мощность каждого из которых равна 400 Вт, можно одновременно включить в квартире?

1) 2,7; 2) 2; 3) 3; 4) 2,8.

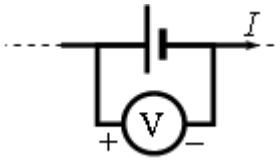


80. Схема электрической цепи показана на рисунке. Когда цепь разомкнута, вольтметр показывает 8 В. При замкнутой цепи вольтметр показывает 7 В. Сопротивление внешней цепи равно 3,5 Ом. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?

81. На цоколе автомобильной лампочки обозначены два числа: 12 В, 20 Вт. Какую работу совершает электрический ток за 10 мин свечения лампы при ее работе в сети напряжением 12 В?

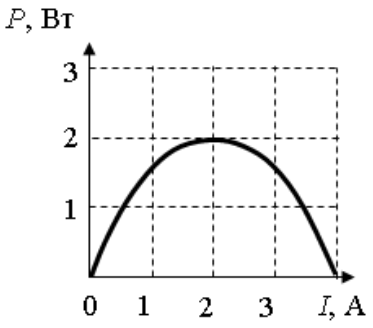
1) 12000 Дж; 2) 2400 Дж; 3) 240 Дж; 4) 20 Дж.

82. Вольтметр подключён к клеммам источника тока с ЭДС ε = 3 В и внутренним сопротивлением r = 1 Ом, через который течёт ток I = 2 А (см. рисунок). Вольтметр показывает 5 В. Какое количество теплоты выделяется внутри источника за 1 с?



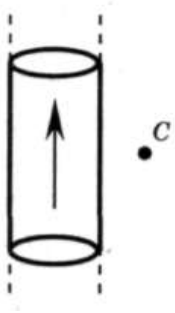
1) 5 Дж; 2) 4 Дж; 3) 3 Дж; 4) 1 Дж.

83. Электрическая цепь состоит из батареи с ЭДС ε и внутренним сопротивлением r = 0,5 Ом и подключённого к ней резистора нагрузки с сопротивлением R. При изменении сопротивления нагрузки изменяется сила тока в цепи и мощность в нагрузке. На рисунке представлен график изменения мощности, выделяющейся на нагрузке, в зависимости от силы тока в цепи. Используя известные физические законы, объясните, почему данный график зависимости мощности от силы тока является параболой. Чему равно ЭДС батареи?



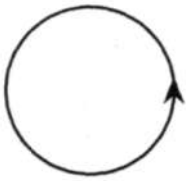
7. Магнитное поле

1. На рисунке изображен цилиндрический проводник, по которому идет электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции в точке *C*?



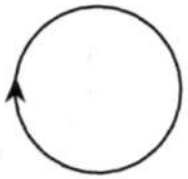
1) в плоскости чертежа вверх;
2) в плоскости чертежа вниз;
3) от нас перпендикулярно плоскости чертежа;
4) к нам перпендикулярно плоскости чертежа.

2. На рисунке изображен проволочный виток, по которому идет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен



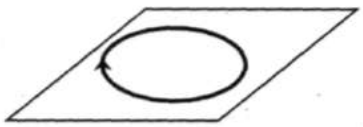
1) к нам перпендикулярно плоскости чертежа;
2) от нас перпендикулярно плоскости чертежа;
3) вправо →;
4) влево ←.

3. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен



1) от нас перпендикулярно плоскости чертежа;
2) к нам перпендикулярно плоскости чертежа;
3) влево ←;
4) вправо →.

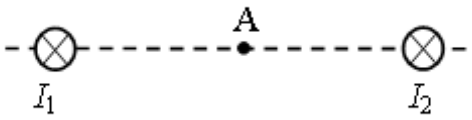
4. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в горизонтальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен



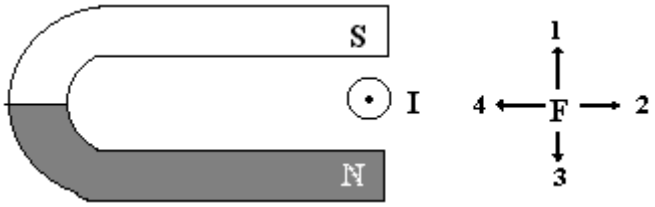
1)вертикально вверх ↑; 3) горизонтально вправо →;
2)горизонтально влево ←; 4) вертикально вниз ↓.

5. Магнитное поле создано в точке *A* двумя параллельными длинными проводниками с токами I_1 и I_2, расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Векторы $\vec{B}_1$ и $\vec{B}_2$ в точке *A* направлены в плоскости чертежа следующим образом:

1) $\vec{B}_1$ – вверх, $\vec{B}_2$ – вниз; 3) $\vec{B}_1$ – вниз, $\vec{B}_2$ – вверх;
2) $\vec{B}_1$ – вверх, $\vec{B}_2$ – вверх; 4) $\vec{B}_1$ – вниз, $\vec{B}_2$ – вниз.

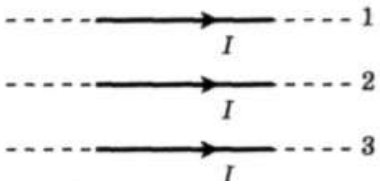


6. Ток в проводнике помещенному в магнитное поле, направлен так, как показано на рисунке. Укажите направление силы Ампера, действующей на этот проводник.



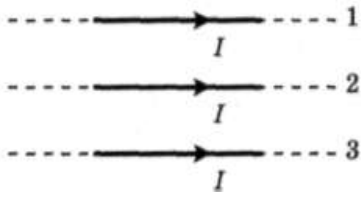
1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

7. На проводник 2 со стороны двух других проводников действует сила Ампера (см. рисунок). Все проводники тонкие, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу, и расстояния между соседними проводниками одинаковы, I — сила тока. Сила Ампера в этом случае



1) направлена вверх ↑; 3) направлена от нас;
2) направлена вниз ↓; 4) равна нулю.

8. На проводник 3 со стороны двух других проводников действует сила Ампера (см. рисунок). Все проводники тонкие, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу, и расстояния между соседними проводниками одинаковы, I — сила тока. Сила Ампера в этом случае

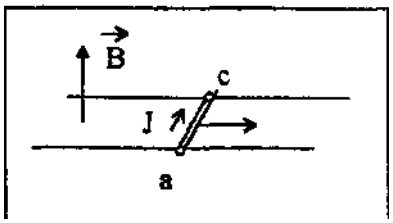


1) направлена вверх ↑; 2) направлена к нам;
3) направлена вниз ↓; 4) равна нулю.

9. Участок проводника длиной 20 см находится в магнитном поле индукцией 50 мТл. Сила электрического тока, идущего по проводнику, равна 5 А. Какое перемещение совершит проводник в направлении действия силы Ампера, если работа этой силы равна 0,005 Дж? Проводник расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции.

1) 0,0001 м; 2) 0,1 м; 3) 0,01 м; 4) 10 м.

10. Электромагнитный ускоритель представ–ляет собой два провода, расположенные в горизонтальной плоскости на расстоянии 20 см друг от друга, по которым может скользить без трения металлическая перемычка ***ac*** массой 2 кг (см. рисунок). Магнитное поле индукцией B = 1 Тл перпендикулярно плоскости движения перемычки. Какой ток следует пропустить по перемычке, чтобы она, пройдя путь 2 м, приобрела скорость 10 м/с ?



1) 10 А; 2)50 А;
3) 100 А; 4) 250 А.

11. На сколько отличаются наибольшее и наименьшее значения модуля силы, действующей на прямой провод длиной 20 см с током 10 А, при различных положениях провода в однородном магнитном поле, индукция которого равна 1 Тл?

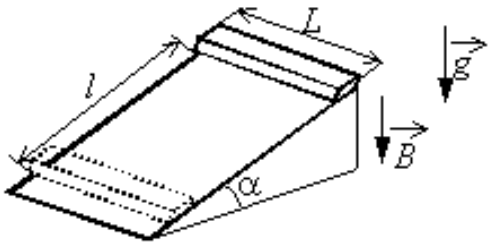
1) 200 Н; 2) 2 Н; 3) 1 Н; 4) 20Н.

12. Прямолинейный проводник подвешен горизонтально на двух нитях в однородном магнитном поле с индукцией 10 мТл. Вектор магнитной индукции горизонтален и перпендикулярен проводнику. Во сколько раз изменится сила натяжения нитей при изменении направления тока на противоположное? Масса единицы длины проводника 0,01 кг/м, сила тока в проводнике 5 А.

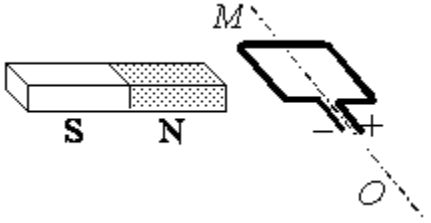
1) 1,5 раза; 2) 2 раза; 3) 2,5 раза; 4) 3 раза.

13. Тонкий алюминиевый брусок прямоугольного сечения, имеющий длину L = 0,5 м, соскальзывает из состояния покоя по гладкой наклонной плоскости из диэлектрика в вертикальном магнитном поле индукцией B = 0,1 Тл (см. рисунок). Плоскость наклонена к горизонту под углом α = 30°. Продольная ось бруска при движении сохраняет горизонтальное направление. Найдите величину ЭДС индукции на концах бруска в момент, когда брусок пройдет по наклонной плоскости расстояние l = 1,6 м.

14. Рамку с постоянным током удерживают неподвижно в поле полосового магнита (см. рисунок). Полярность подключения источника тока к выводам рамки показана на рисунке. Как будет двигаться рамка на неподвижной оси MO, если рамку не удерживать? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения. Считать, что рамка испытывает небольшое сопротивление движению со стороны воздуха.



15. Электрон и протон влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции на расстоянии L друг от друга с одинаковыми скоростями v. Отношение модулей сил, действующих на них со стороны магнитного поля в этот момент времени

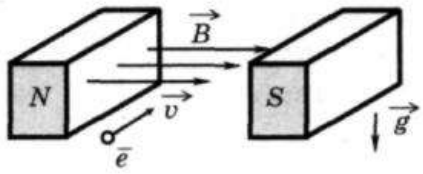


1) 0; 2) 1; 3) 2000; 4) 1/2000.

16. Радиусы окружностей R_{α} и R_{p} , по которым движутся α-частица и протон ($m_{\alpha} = 4m_{\text{p}}$; $q_{\alpha} = 2q_{\text{p}}$), влетевшие в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции с одинаковыми скоростями, соотносятся как

1) $R_{\alpha} = 2R$; 2) $R_{\alpha} = 0{,}5R_{\text{p}}$; 3) $R_{\alpha} = 4R_{\text{p}}$; 4) $R_{\alpha} = 0{,}25R_{\text{p}}$.

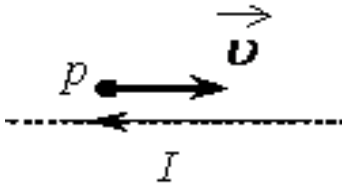
17. Электрон *e*, влетевший в зазор между полю - сами электромагнита, имеет горизонтально направленную скорость *v*, перпендикулярную вектору индукции магнитного поля (см. рисунок). Куда направлена действующая на него сила Лоренца *F*?



1) вертикально вниз; 3) вертикально вверх;
2) горизонтально влево ; 4) горизонтально вправо.

18. Протон *p* имеет скорость *v*, направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током *I* (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца?

1) вертикально вверх в плоскости рисунка ↑;
2) вертикально вниз в плоскости рисунка ↓;
3) горизонтально влево в плоскости рисунка ←;
4) перпендикулярно плоскости рисунка от нас ⊗.



19. Две частицы, имеющие отношение зарядов $q_1/q_2 = 2$ и отношение масс $m_1/m_3 = 1$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции и движутся по окружностям. Определите отношение периодов обращения этих частиц.

20. Электрон движется в однородном магнитном поле индукцией *B* по круговой орбите радиусом $R = 6 \cdot 10^{-4}$ м. Значение импульса электрона равно $p = 4{,}8 \cdot 10^{-24}$ кг·м/с. Чему равна индукция B магнитного поля?

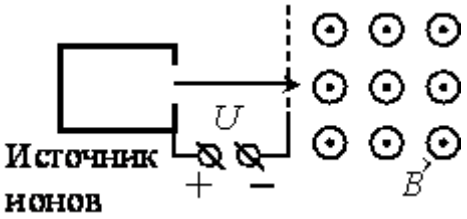
21. В однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции влетают электрон и протон ($m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ кг , $m_p = 1{,}67 \cdot 10^{-27}$кг). Их кинетические энергии одинаковы. Как соотносятся радиусы кривизны их траекторий?

22. С какой скоростью вылетает α-частица из радиоактивного ядра, если она, попадая в однородное магнитное поле индукцией $B = 2$ Тл перпендикулярно его силовым линиям, движется по дуге окружности радиусом $R = 1$ м (α-частица — ядро атома гелия, молярная масса гелия $\mu = 0{,}004$ кг/моль)?

23. Как изменится радиус окружности, по которой заряженная частица движется в однородном магнитном поле при увеличении ее кинетической энергии в 4 раза ? Масса частицы не изменяется.

24. перпендикулярно линиям магнитной индукции, которая равна 1 Тл. Какова должна быть минимальная протяженность поля в направлении движения протона, чтобы направление его движения сменилось на противоположное?

25. Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов $U = 10$ кВ и попадает в однородное магнитное поле перпендикулярно к вектору его индукции $\vec{B}$ (см. рисунок). Радиус траектории движения иона в магнитном поле $R = 0{,}2$ м, модуль индукции магнитного поля равен 0,5 Тл. Определите отношение массы иона к его электрическому заряду m/q. Кинетической энергией иона при его вылете из источника пренебрегите.



26. Намагниченный стальной стержень начинает свободное падение с нулевой начальной скоростью из положения, изображённого на рис. 1. Пролетая сквозь закреплённое проволочное кольцо, стержень создаёт в нём электрический ток, сила которого изменяется со временем так, как показано на рис. 2.

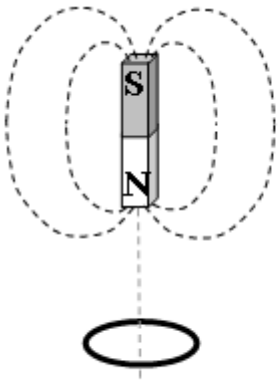


Рис. 1

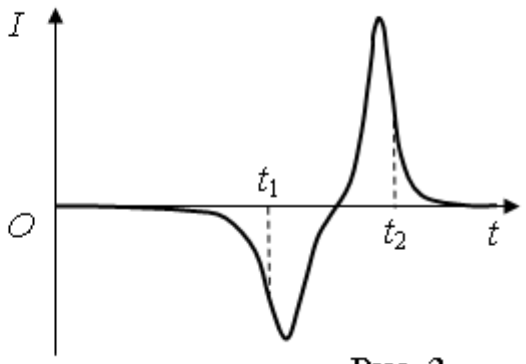


Рис. 2

Почему в моменты времени t_1 и t_2 ток в кольце имеет различные направления? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Влиянием тока в кольце на движение магнита пренебречь.

27. Зависимость от времени магнитного потока Ф, пронизывающего виток, показана на рисунке 10. Чему равен ток в витке в интервале В-Г, если его сопротивление равно 0,05Ом ?

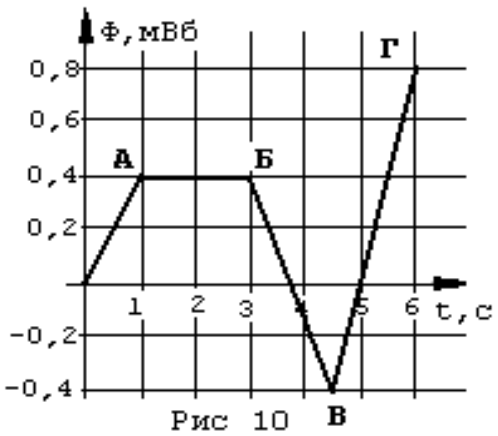


Рис 10

28. Закон электромагнитной индукции заключается в следующем: ЭДС индукции в контуре со знаком минус равна скорости изменения

1) силы тока в нем;
2) магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром;
3) магнитной индукции;
4) электромагнитной индукции.

29. За 5 с магнитный поток, пронизывающий проволочную рамку, увеличился от 3 до 8 Вб. Чему равно при этом значение ЭДС индукции в рамке?

1) 0,6 В; 2) 1 В; 3) 1,6 В; 4) 25 В.

30. Проволочное кольцо покоится в магнитном поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости кольца. В первый промежуток времени проекция вектора магнитной индукции на некоторую фиксированную ось линейно растет от B_0 до $5B_0$, во второй — за то же время уменьшается от $5B_0$ до 0, затем за третий такой же промежуток времени уменьшается от 0 до $-5B_0$. На каких отрезках времени совпадают направления тока в кольце?

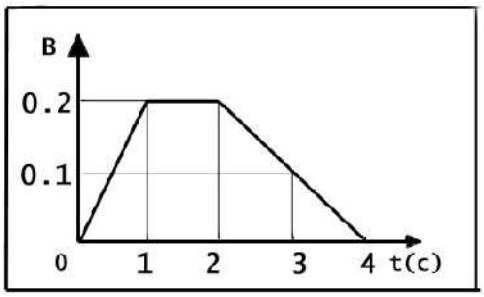
31. Радиусы двух замкнутых круговых контуров, лежащих в одной плоскости, в которых при одинаковой скорости изменения индукции магнитного поля, пронизывающего эти контуры, возникают ЭДС индукции соответственно 0,16 В и 0,04 В**,** связаны между собой соотношением

1) $R_1 = 8R_2$; 2) $R_1 = 4R_2$; 3) $R_1=2R_2$; 4) $2R_1=R_2$.

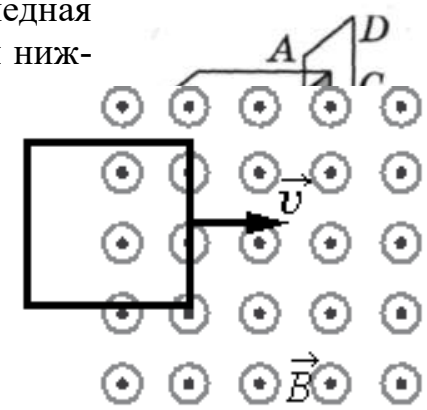
32. Проволочная рамка, имеющая форму равностороннего треугольника, помещена в однородное магнитное поле с индукцией B=0,06 Тл, направление линий которой составляет угол $\alpha=30^o$ с перпендикуляром к плоскости рамки. Если при равномерном уменьшении индукции до нуля за время Δt=0,03с в рамке, индуцируется Э.Д.С. 30мВ, то длина стороны рамки равна

1) 0,1м; 2) 0,2м; 3) 5см; 4) 15 см.

33. Проволочная рамка площадью 100 см^2 помещена в однородное магнитное поле, зависимость индукции которого от времени показана на графике. Плоскость рамки составляет угол в 30° с направлением линий магнитной индукции. Чему равна ЭДС индукции, которая действует в рамке в момент времени t = 3с ?



34. Вблизи северного полюса магнита падает медная рамка *ABCD* (рисунок). При прохождении верхнего и нижнего положений рамки, показанных на рисунке, индукционный ток в стороне *AB* рамки

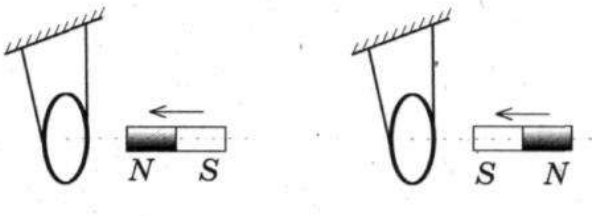


1) равен нулю в обоих положениях;
2) направлен вверх в обоих положениях;
3) направлен вниз в обоих положениях;
4) направлен вверх и вниз соответственно.

35. Около полосы медной фольги с большой частотой меняют магнитное поле, вектор индукции которого направлен перпендикулярно пластине. В пластине возникает ток,

1) направленный вдоль полосы;
2) направленный поперек полосы;
3) идущий по окружности в одном направлении;
4) идущий по окружности и периодически меняющий направление.

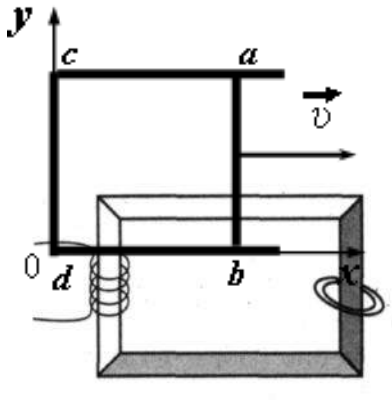
36. Постоянный магнит вводят в замкнутое алюминиевое кольцо на тонком длинном подвесе (рисунок). Первый раз — северным полюсом, второй раз южным полюсом. При этом



1) в первом опыте кольцо притягивается к магниту, во втором — кольцо отталкивается от магнита;
2) в первом опыте кольцо отталкивается от магнита, во втором — кольцо притягивается к магниту;
3) в обоих опытах кольцо притягивается к магниту;
4) в обоих опытах кольцо отталкивается от магнита.

37. В некоторой области пространства создано однородное магнитное поле (см. рисунок). Квадратная металлическая рамка движется через границу этой области с постоянной скоростью $\vec{v}$, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно вектору магнитной индукции $\vec{B}$. ЭДС индукции,

генерируемая при этом в рамке, равна $\mathcal{E}$. Какой станет ЭДС, если рамка будет двигаться со скоростью *v*/4?



38. На сердечник в виде сплошной массивной рамки из стали квадратного сечения (рисунок) намотана катушка из изолированного проводника и надето кольцо. Вихревое электрическое поле при пропускании по катушке периодически меняющегося тока возникает

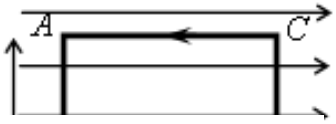
1) только вдоль стержней сердечника;
2) только внутри стержней сердечника поперек его сечения;
3) только в кольце по его периметру;
4) в кольце по периметру и в сердечнике поперек его сечения.

39. На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит жёсткая рамка массой *m* из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата *ACDE* со стороной *a*. Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции перпендикулярен сторонам *AE* и *CD* и равен по модулю *B*. По рамке течёт ток в направлении, указанном стрелками. При какой минимальной силе тока рамка начнет поворачиваться вокруг стороны *CD* ?

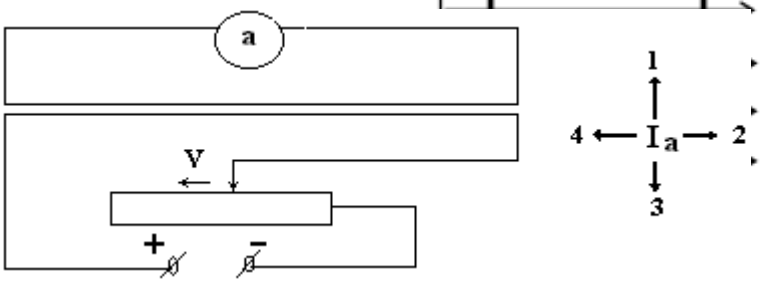
40. По П-образному проводнику acdb постоянного сечения скользит со скоростью $\vec{v}$ медная перемычка *ab* длиной *l* из того же материала и такого же сечения. Проводники, образующие контур, помещены в постоянное однородное магнитное поле, вектор индукции которого направлен перпендикулярно плоскости проводников (см. рисунок). Какова индукция магнитного поля *B*, если в тот момент, когда *ab* = *ac*, разность потенциалов между точками *a* и *b* равна *U*? Сопротивление между проводниками в точках контакта пренебрежимо мало, а сопротивление проводов велико.

41. В проводнике индуктивностью 50 мГн сила тока в течение 0,1 с равномерно возрастает с 5 А до некоторого конечного значения. При этом в проводнике возбуждается ЭДС самоиндукции, равная 5 В. Определите конечное значение силы тока в проводнике.

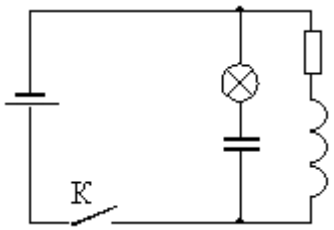
1) 5 А; 2) 10 А;
2) 3) 15 А; 4) 20 А.



42. Ползунок реостата движется так как показано на рисунке. Укажите как, при этом, будет направлен ток в цепи на участке (а).

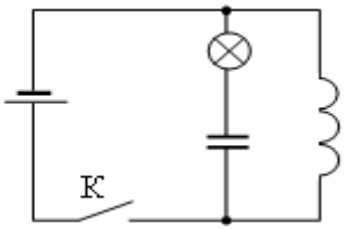


43. На железное кольцо намотано в один слой 200 витков. Чему равна энергия магнитного поля, если при токе 2,5 А магнитный поток в железе 0,6 мВб?



44. В катушке индуктивностью 0,6 Гн сила тока равна 20 А. Какова энергия магнитного поля катушки? Как изменится энергия, если сила тока уменьшится вдвое?

45. На рисунке приведена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, реостата, трансформатора, амперметра и вольтметра. В начальный момент времени ползунок реостата установлен в крайнее верхнее положение и неподвижен. Опираясь на законы электродинамики, объясните, как будут изменяться показания приборов в процессе перемещения ползунка реостата вниз. ЭДС самоиндукции пренебречь по сравнению с ε.



46. В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна 12 В; емкость конденсатора 2 мФ; индуктивность катушки 5 мГн, сопротивление лампы 5 Ом и сопротивление резистора 3 Ом. В начальный момент времени ключ К замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь. Сопротивлением катушки и проводов пренебречь.

47. В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна 9 В; емкость конденсатора 10 мФ; индуктивность катушки 20 мГн и сопротивление резистора 3 Ом. В начальный момент времени ключ К замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь. Сопротивлением катушки и проводов пренебречь.

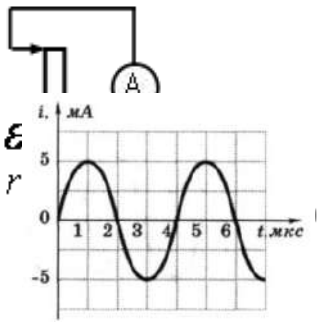
8. Электромагнитные колебания и волны.

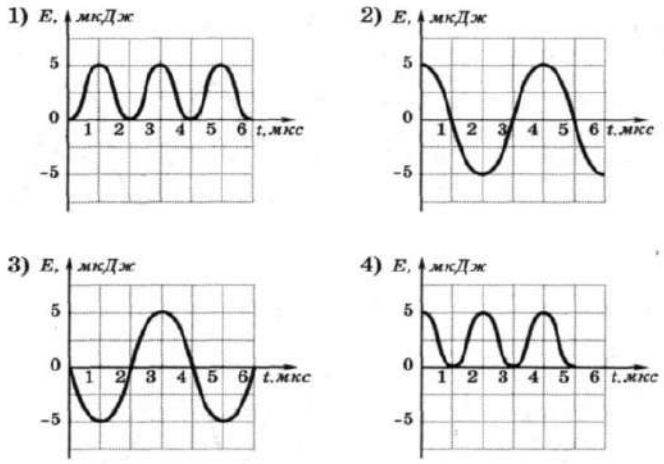
1. Как изменится период собственных колебаний контура, если его индуктивность увеличить в 20 раз, а емкость уменьшить в 5 раз?

1) увеличится в 2 раза; 3) уменьшится в 2 раза;

2) увеличится в 4 раза; 4) уменьшится в 4 раза.

2. На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре. На каком из графиков правильно показан процесс изменения энергии электрического поля конденсатора?

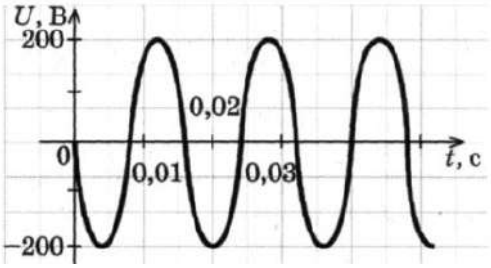




3. Колебательный контур состоит из конденсатора электроемкостью C и катушки индуктивностью L. Как изменится период свободных электромагнитных колебаний в этом контуре, если электроемкость конденсатора и индуктивность катушки увеличить в 3 раза?

1) увеличится в 3 раза; 3) уменьшится в 3 раза;
2) не изменится; 4) увеличится в 9 раз.

4. На рисунке показан график изменения напряжения на выходе генератора с течением времени. Чему равен период колебаний напряжения?



1) 50 с; 2) 0,017 с; 3) 60 с; 4) 0,02 с.

5. Изменения электрического заряда конденсатора в колебательном контуре происходят по закону $q = 0{,}01\cos 20t$. Чему равен период колебаний заряда (в секундах)?

6. В таблице показано, как менялся ток в катушке идеального колебательного контура при свободных колебаниях. Вычислите по этим данным максимальный заряд конденсатора.

$t\cdot10^{-6}$, с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$I\cdot10^{-3}$, А	4	2,83	0	–2,83	–4	–2,83	0	2,83	4	2,83

1) $7{,}9\cdot10^{-8}$ Кл; 2) $1{,}3\cdot10^{-8}$ Кл; 3) $9{,}4\cdot10^{-9}$ Кл; 4) $5{,}1\cdot10^{-9}$ Кл.

7. В идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, амплитуда силы тока $I_m = 50$ мА. В таблице приведены значения разности потенциалов на обкладках конденсатора, измеренные с точностью до 0,1 В в последовательные моменты времени.

$t\cdot10^{-6}$, с	0	1	2	3	4	5	6	7	8

U, В	0	2,8	4	2,8	0	–2,8	–4	–2,8	0

Найдите значение электроёмкости конденсатора.

8. В двух идеальных колебательных контурах происходят незатухающие электромагнитные колебания. Максимальное значение заряда конденсатора во втором контуре равно 6 мкКл. Амплитуда колебаний силы тока в первом контуре в 2 раза меньше, а период его колебаний в 3 раза меньше, чем во втором контуре. Определите максимальное значение заряда конденсатора в первом контуре.

9. Заряженный конденсатор емкостью 2мкФ подключен к катушке с индуктивностью 80 мГн. Через какое время от момента подключения энергия электрического поля станет равной энергии магнитного поля?

10. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и двух одинаковых конденсаторов, соединенных параллельно. Период собственных колебаний контура 0,02 с. Чему будет равен период, если конденсаторы включить последовательно?

11. Амплитуда напряжения на конденсаторе колебательного контура 220 В, а амплитуда силы тока в катушке 2 мА. Чему равны сила тока и напряжения в тот момент, когда энергия электрического поля конденсатора равна энергии магнитного поля катушки?

12. В основе работы электрогенератора на ГЭС лежит

1) действие магнитного поля на проводник с электрическим током;
2) явление электромагнитной индукции;
3) явление самоиндукции;
4) действие электрического поля на электрический заряд.

13. В основе работы электродвигателя лежит

1) действие магнитного поля на проводник с электрическим током;
2) электростатическое взаимодействие зарядов;
3) явление самоиндукции;
4) действие электрического поля на электрический заряд.

14. Трансформатор, содержащий в первичной обмотке 840 витков, повышает напряжение с 220 до 660 В. Сколько витков содержится во вторичной обмотке?

1) 2520; 2) 840; 3) 280; 4) 1680.

15. Максимальное напряжение в колебательном контуре, состоящем из катушки индуктивностью 5 мкГн и конденсатора емкостью 13330 пФ, равно

1,2 В. Определить действующее значение силы тока в контуре и максимальное значение магнитного потока, если число витков равно 28.

16. Сопротивление 200 Ом и конденсатор подключены параллельно к источнику переменного тока с циклической частотой 2500 рад/с. Найдите емкость конденсатора, если амплитудное значение силы тока через сопротивление 1 А, а через конденсатор 2А.

17. В цепь переменного тока включены последовательно активное сопротивление 15 Ом, индуктивное сопротивление 30 Ом и емкостное сопротивление 22 Ом. Каково полное сопротивление цепи?

18. Амплитудное значение синусоидальной ЭДС с частотой 50 Гц равно 100 В. Начальная фаза равна нулю. Найти величину ЭДС в момент времени 1/300 с.

19. Напряжение на концах участка цепи, по которому течет переменный ток, изменяется с течением времени по закону $U = U_0 \sin(\omega t + \pi/6)$В. В момент времени $t = T/12$ мгновенное напряжение равно 10 В. Определить амплитуду напряжения.

20. Сила тока в первичной обмотке трансформатора 0,5 А. Напряжение на ее концах составляет 220 В. Сила тока во вторичной обмотке 11 А, напряжение на ее концах 9,5 В. Определить КПД трансформатора.

21. Генератор переменного тока с ЭДС $e(t)=E_0 \cos wt$ (E_0 = 304 В) и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением соединен проводами поперечного сечения S = 1 см^2 с потребителем сопротивлением R = 5 Ом, находящимся на расстоянии L = 1 км. Какая средняя мощность P передается потребителю по линии электропередачи, сделанной из проводника с удельным сопротивлением $\rho = 2{,}8 \cdot 10^{-8}$ Ом·м. Ответ выразите в киловаттах и округлите до целых.

22. В радиоволне, распространяющейся в вакууме со скоростью v, происходят колебания векторов напряженности электрического поля E и индукции магнитного поля B. При этих колебаниях векторы E, B, v имеют следующую взаимную ориентацию

1) $\vec{E} \perp \vec{B}$, $\vec{E} \| \vec{v}$, $\vec{B} \| \vec{v}$

2) $\vec{E} \perp \vec{B}$, $\vec{E} \perp \vec{v}$, $\vec{B} \perp \vec{v}$

3) $\vec{E} \| \vec{B}$, $\vec{E} \perp \vec{v}$, $\vec{B} \perp \vec{v}$

4) $\vec{E} \| \vec{B}$, $\vec{E} \| \vec{v}$, $\vec{B} \| \vec{v}$

23. Заряженная частица не излучает электромагнитные волны в вакууме при

1) равномерном прямолинейном движении;

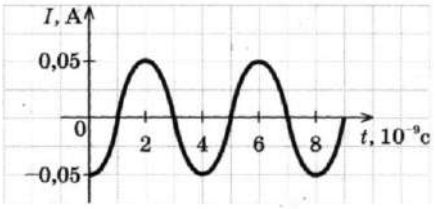
2) равномерном движении по окружности;
3) колебательном движении;
4) любом движении с ускорением.

24. Скорость распространения рентгеновского излучения в вакууме
1) $3 \cdot 10^8$ м/с; 3) зависит от частоты;
2) $3 \cdot 10^2$ м/с; 4) зависит от энергии.

25. Согласно теории Максвелла электромагнитные волны излучаются
1) только при равноускоренном движении по прямой;
2) только при гармонических колебаниях заряженных частиц;
3) только при равномерном движении заряженных частиц по окружности;
4) при любом движении заряженных частиц с ускорением.

26. Длина электромагнитной волны в воздухе равна $6 \cdot 10^{-7}$м. Чему равна частота колебаний вектора напряженности электрического поля в этой волне?
1) 10^{14} Гц; 2) $5 \cdot 10^{14}$ Гц; 3) 10^{13} Гц; 4) $5 \cdot 10^{13}$ Гц.

27. На рисунке показан график колебаний силы тока в колебательном контуре с антенной. Определите длину электромагнитной волны, излучаемой антенной.



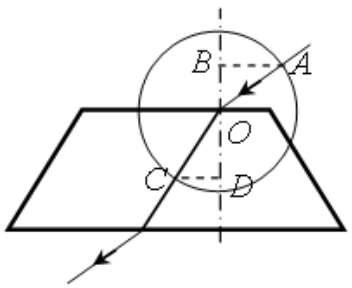
28. Радиостанция работает на частоте 60 МГц. Определите длину электромагнитных волн, излучаемых антенной радиостанции.
1) 0,5; 2) 6 м; 3) 5 м; 4) 10 м.

29. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 888 пФ и катушки с индуктивностью 2 мГн. На какую длину волны настроен контур?

30. Колебательный контур, состоящий из воздушного конденсатора с двумя пластинами по 100 $см^2$ каждая и катушки с индуктивностью 1мкГн резонирует на волну длиной 10 м. Найти расстояние между пластинами конденсатора.

9. Геометрическая и волновая оптика

1. На рисунке показан ход луча света через стеклянную призму, находящуюся в воздухе. Если точка *O* – центр окружности, то показатель преломления стекла *n* равен

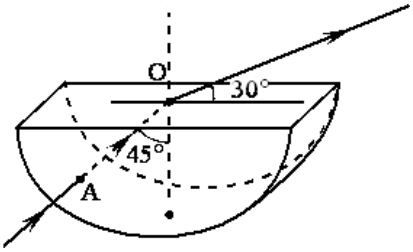


1) *CD*/*AB*; 2) *OB*/*OD*; 3) *AB*/*CD*; 4) *OD*/*OB*.

2. Свет падает из стеклянной пластинки в воду. Укажите, при каком угле падения свет будет полностью отражаться от стекла. Показатель преломления воды $n_в$=1,33, показатель преломления стекла $n_{ст}$=1,6.

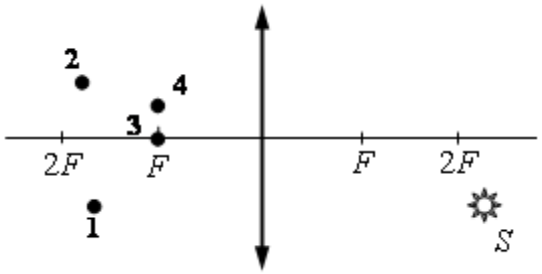
1) 48° (sin 48°=0,743); 2) 25° (sin 25°=0,422);
3) 56° (sin 56°=0,831); 4) 21° (sin 21°=0,358).

3. Через дно тонкостенного сосуда, заполненного жидкостью и имеющего форму, показанную на рисунке, пустили луч света (см. рисунок). Каков показатель преломления жидкости?



1) 1,22; 2) 1,33; 3) 1,40; 4) 1,48.

4. Изображением точки *S* (см. рисунок), даваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием *F*, является точка



1) 1; 2) 2;
3) 3; 4) 4.

5. Вдоль оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием 5 см расположен стержень так, что его середина находится на расстоянии 8 см от линзы. Чему равна длина стержня, если его продольное увеличение равно 5?

6. Собирающую линзу с фокусным расстоянием 10 см перемещают со скоростью 3 мм/с в направлении точечного источника света, находящегося на ее главной оптической оси. С какой скоростью движется изображение в тот момент, когда расстояние между линзой и источником 12 см?

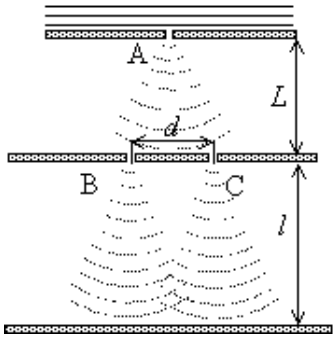
7. Две собирающие линзы с фокусным расстояниями соответственно 12 и 7 см имеют общую оптическую ось. Расстояние между ними 19 см. Предмет длиной 2 см находится в фокальной плоскости первой линзы. Найдите величину изображения.

8. Расстояние от заднего фокуса тонкой линзы до изображения в 9 раз больше расстояния от переднего фокуса до предмета. Найдите линейное увеличение.

9. Условие усиления когерентных волн при наложении записывается так:

1) $\Delta = 2k\lambda$; 2) $\Delta = 2\lambda/k$;
3) $\Delta = (2k+1)\,\lambda/2$; 4) $\Delta = 2k\lambda/2$.

10. В классическом опыте Юнга по дифракции пучок света, прошедший через узкое отверстие А, освещает отверстия В и С, за которыми на экране возникает интерференционная картина (см. рисунок).



Если уменьшить L вдвое, то

1)интерференционная картина останется неизменной;

2) расстояние между интерференционными полосами увеличится;

3) расстояние между интерференционными полосами уменьшится;

4) интерференционная картина сместится по экрану, сохранив свой вид.

11. На дифракционную решетку, имеющую период $1{,}2\cdot10^{-3}$ см, нормально падает монохроматическая волна. Определите длину волны, если угол между спектрами второго и третьего порядков 2°30′.

12. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной гелием. На какую линию λ_2 в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия ($\lambda_1 = 670$ нм) спектра второго порядка?

13. Почему после прохождения стеклянной призмы пучок белого света превращается в разноцветный спектр?

1) Призма поглощает белый свет одной частоты, а излучает свет разных частот;

2) Призма поглощает белый свет одной длины волны, а излучает свет с разными длинами волн;

3) Цвет определяется частотой света. Белый свет представляет собой смесь света разных частот. Коэффициент преломления зависит от частоты, поэтому свет разного цвета после преломления идет по разным направлениям;

4) Цвет определяется длиной волны света. В процессе преломления длина волны изменяется, поэтому белый свет превращается в разноцветный спектр.

14. Верно утверждение(-я):

Дисперсией света объясняется физическое явление:

А. фиолетовый цвет мыльной пленки, освещаемой белым светом.

Б. фиолетовый цвет абажура настольной лампы, светящейся белым светом.

1) только А; 2)только Б; 3)и А, и Б; 4) ни А, ни Б.

15. Параллельные лучи от лазеров с зеленым и красным светом излучения падают на переднюю грань треугольной призмы, преломляющий угол которой 60°, и выходят через противоположную грань. После падения на призму эти лучи

1) пересекутся; 2) зависит от преломляющего угла призмы;

3) будут идти параллельно; 3) разойдутся.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

ПД.02 ФИЗИКА

Специальность
54.02.02 Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы (по видам) квалификация художник-мастер

Направленность: Художественная обработка металла

программа подготовки специалистов среднего звена
форма обучения: очная

Автор: Зайцев Д.В., д.ф.-м. н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Физики	ИЭФ
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Зайцев Д.В.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 16 от 28.09.2023	Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 5
Подготовка и написание контрольной работы 6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) 7
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 8
Подготовка к зачёту 8
Подготовка к экзамену 8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов – это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

– рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

– изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
– изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– составление плана проведения эксперимента;
– составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
– аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

– чтение основной и дополнительной литературы;
– работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа с конспектом лекций;
– ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
– оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) – форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы (проекта) оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к курсовой работе (проекту):

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

– работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы (проекта);
– изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
– подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы (проекта).

для формирования навыков и умений:

– решение задач по образцу и вариативных задач;
– выполнение рисунков, схем, компоновочных чертежей;
– оформление текстовой и графической документации.

Тематика курсовых работ (проектов) приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

– проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
– выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
– приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ПД.03 ИНФОРМАТИКА

Специальность
54.02.02 Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы (по видам) квалификация художник-мастер

Направленность: Художественная обработка металла
программа подготовки специалистов среднего звена

форма обучения: очная

Автор: Волкова Е. А., к.т.н.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Информатики	ИЭФ
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Дружинин А.В.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 26.09.2023	Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Примерные вопросы для опроса:

1. Информация. Виды и свойства информации.
2. Измерение информации. Содержательный подход.
3. Измерение информации. Алфавитный подход.
4. Понятие «система счисления». Непозиционные системы счисления.
5. Понятие «система счисления». Позиционные системы счисления.
6. Магистрально-модульная архитектура ПК.
7. Процессор и внутренняя память ПК. Основные характеристики и виды.
8. Внешняя память ПК. Основные характеристики и виды.
9. Состав ПК. Алгоритм сборки компьютера.
10. Устройства ввода информации. Основные характеристики и виды.
11. Устройства вывода информации. Основные характеристики и виды.
12. Классификация программного обеспечения.
13. Прикладное ПО.
14. Системное ПО.
15. Операционные системы. Назначение, состав. Графический интерфейс.
16. Файлы и файловая система. Работа с файлами.
17. Текстовой редактор. Назначение, основные возможности и функции.
18. Электронные таблицы. Назначение, основные возможности и функции.
19. Компьютерные презентации. Назначение, основные возможности и функции.
20. Растровая компьютерная графика. Основные понятия и применение. Примеры ПО.
21. Векторная компьютерная графика. Основные понятия и применение. Примеры ПО.
22. Системы автоматизированного проектирования. Основные понятия и применение. Примеры ПО.
23. Базы данных. Системы управления базами данных. Назначение, возможности и функции.
24. Основные этапы развития вычислительной техники. Информатизация общества.
25. Формы мышления. Определение понятия «Логика».
26. Логическое отрицание. Таблица истинности.
27. Логические элементы компьютера.
28. Логическое сложение. Таблица истинности.
29. Логическое умножение. Таблица истинности.
30. Технологии передачи данных. Каналы передачи данных.
31. Понятие компьютерной сети. Классификация компьютерных сетей.
32. Адресация компьютерных сетей. Система доменных имён.
33. Протоколы передачи данных. Виды и назначение.
34. Правовая защита программ и данных.
35. Вредоносное ПО.
36. Защита информации. Резервное копирование информации. Способы защиты информации.
37. Понятие «алгоритм». Свойства алгоритма и его исполнителя.
38. Исполнитель алгоритма. Система команд исполнителя. Формальное выполнение программы. Структура программы.
39. Линейный алгоритм. Блок-схема. Примеры алгоритмов.

40. Алгоритмическая структура «ветвление». Виды. Блок-схема. Примеры алгоритмов.
41. Алгоритмическая структура «цикл». Виды. Блок-схема. Примеры алгоритмов.
42. Моделирование как метод научного познания. Модели материальные и информационные.
43. Основные типы информационных моделей. Табличные информационные модели.
44. Основные типы информационных моделей. иерархические информационные модели.
45. Представление чисел в компьютере.
46. Кодирование текстовой информации.
47. Кодирование графической информации.
48. Кодирование звука и видео.
49. Информационные ресурсы сети Интернет: электронная почта, телекоммуникации, файловые архивы, социальные сети, форумы.

Примерные практико-ориентированные задания:

1. Перевести числа

	Десятичные	**Двоичные**	**Шестнадцатиричные**
X1			***09B6***
X2		***0000 0100 0001 0000***	
X3	***2507***		
-X1	**X**		
-X2	**X**		
-X3	**X**		
Y1=X1+(-X2)			
Y2=X1+(-X3)			
|Y2|*			

* – Если число отрицательное, если нет – не вычислять

2. Перевести числа

	Десятичные	**Двоичные**	**Шестнадцатиричные**
X1			***04F5***
X2		***0000 0100 1100 1100***	
X3	***2348***		
-X1	**X**		
-X2	**X**		
-X3	**X**		
Y1=X1+(-X2)			
Y2=X1+(-X3)			
|Y2|*			

* – Если число отрицательное, если нет – не вычислять

3. Восстановить числа, защищенные кодом Хэмминга

Числа	**Код Хэмминга**	**CRC**
7C 5D 4E 4F	***46 56***	***F4***

4. Восстановить числа, защищенные кодом Хэмминга

Числа	**Код Хэмминга**	**CRC**
4B 4B 62 42	***80 8E***	***5A***

Тест:

Блок А

1. Внимательно прочитайте текст задания и выберите верный ответ из списка
Сколько единиц в двоичной записи десятичного числа 200?

- 5
- 2
- 3 правильно
- 4

2. Внимательно прочитайте текст задания и выберите верный ответ из списка
Дано N= 2278, M= 991б. Какое из чисел К. записанных в двоичной системе, отвечает условию N<K<M?

- 10011001_2
- 10011100_2
- 10000110_2
- 10011000_2 правильно

3. Внимательно прочитайте текст задания и выберите верный ответ из списка
Между населенными пунктами A, B, C, D, E, F построены дороги, протяженность которых приведена в таблице (отсутствие числа в таблице означает, что прямой дороги между пунктами нет.)

	A	B	C	D	E	F
A		2	9	5	9	
B	2					
C	9				7	
D	5				3	
E	9		7	3		3
F					3	

Определите длину кратчайшего пути между пунктами A и F (при условии, что передвигаться можно только по построенным дорогам).
Ответ:

- 19
- 9
- 11 правильно
- 12

4. Внимательно прочитайте текст задания и выберите верный ответ из списка

Для групповых операций с файлами используются маски имен файлов. Маска представляет собой последовательность букв, цифр и прочих допустимых в именах файлов символов, в которых также могут встречаться следующие символы.
Символ «?» (вопросительный знак) означает ровно один произвольный символ.
Символ «*» (звездочка) означает любую последовательность символов произвольной длины, в том числе «*» может задавать пустую последовательность.
В каталоге находятся 6 файлов:
crab.xls
crab.xml
crash.xlsx
rabbit.xls
track.xlsx
tram.xls
Определите, по какой из перечисленных масок из этих 6 файлов будет отобрана указанная группа файлов:
crab.xls
crash.xlsx
track.xlsx
tram.xls
Ответ:

- ?ra*.xl?
- *ra?.xl*
- ?ra*.xl* правильно
- ?ra*.x*

5. Внимательно прочитайте текст задания и выберите верный ответ из списка
Дан фрагмент электронной таблицы.

	A	B	C	D
1	1	2	3	
2	5	4	=A$2+$B$3	
3	6	7	=A3 + B3	

Чему станет равным значение ячейки D1, если в нее скопировать формулу из ячейки C2?
Примечание: знак $ обозначает абсолютную адресацию.
Ответ:

- 11 правильно
- 9
- 8

- 5

Блок В

6. Напишите ответ в виде десятичного числа.
Сколько единиц содержится в двоичной записи значения выражения: $4^{2015}+2^{2016}-5$?
Ответ: _____ (правильно: 2016)

7. Внимательно прочитайте текст задания и выберите верный ответ из списка
Для какого из перечисленных чисел X истинно логическое условие: $\neg((X > 9) \wedge (X < 11)) \rightarrow (X > 12)$?
Ответ:

- 9
- 10 правильно
- 11
- 12

8. Внимательно прочитайте текст задания и выберите верный ответ из списка
Ниже представлены две таблицы из базы данных. Каждая строка таблицы 2 содержит информацию о ребенке и об одном из его родителей. Информация представлена значением поля ID в соответствующей строке таблицы 1. Определите на основании приведенных данных фамилию и инициалы племянника Котия В.А.

Таблица 1

ID	Фамилия_И.О.	Пол
16	Котий И.М.	М
26	Котий А.В.	М
27	Котий В.А.	М
28	Котий В.В.	М
36	Брамс Т.А.	Ж
37	Брамс Б.Г.	Ж
38	Ващенко Г.Г.	М
46	Щука А.И.	Ж
47	Щука В.А.	М
48	Ващенко К.Г.	М
49	Ващенко И.К.	М
56	Рисс Н.В.	Ж
66	Мирон Г.В.	Ж

Таблица 2

ID_Родителя	ID_Ребёнка
26	27
46	27
27	28
66	28
26	36
46	36
36	37
38	37
16	46
36	48
38	48
27	56
66	56

Ответ:

- Котий И.М.
- Брамс Б.Г.
- Ващенко К.Г. правильно
- Ващенко Г.Г.

9. Напишите ответ в виде десятичного числа
В языке запросов поискового сервера для обозначения логической операции «ИЛИ» используется символ «|», а для логической операции «И» - символ «&». В таблице приведены запросы и количество найденных по ним страниц некоторого сегмента сети Интернет.

Запрос	Найдено страниц (в тысячах)
Сатурн | Нептун	3700
Сатурн	2000
Сатурн & Нептун	800

Какое количество страниц (в тысячах) будет найдено по запросу *Нептун*? Считается, что все запросы выполнялись практически одновременно, так что набор страниц, содержащих все искомые слова, не изменялся за время выполненных запросов.
_____ (правильно: 2500)

Блок С.
10. Напишите ответ в виде буквенной последовательности из таблицы 1.
В терминологии сетей TCP/IP маской сети называется двоичное число, определяющее, какая часть IP-адреса узла сети относится к адресу сети, а какая – к адресу самого узла в этой сети. Обычно маска записывается по тем же правилам, что и IP-адрес. Адрес сети получается в результате применения поразрядной конъюнкции к заданному IP-адресу узла и маске.
По заданным IP-адресу и маске определите адрес сети.
IP-адрес узла: 172.16.236.235
Маска: 255.255.252.0
При записи ответа выберете из приведенных в таблице 1 чисел четыре элемента IP-адреса сети и запишите в нужном порядке соответствующие им буквы, без использования точек.

Таблица 1.

A	B	C	D	E	F	G	H
0	16	64	172	235	236	252	255

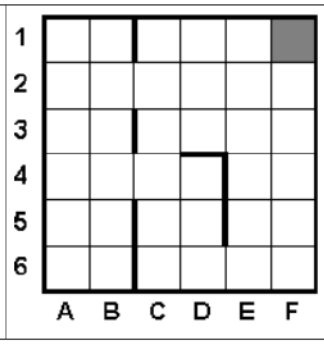
Пример. Пусть искомый адрес: 192.168.128.0 и дана таблица:

A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*
128	*168*	*255*	*8*	*127*	*0*	*17*	*192*

В этом случае правильный ответ будет записан в виде: HBAF
Ответ: _____ (правильно: DBFA)

11. Внимательно прочитайте текст задания и выберите верный ответ из списка
Система команд исполнителя РОБОТ, «живущего» в прямоугольном лабиринте на клетчатой плоскости, включает 4 команды-приказа и 4 команды проверки условия.
Команды-приказы: **вверх вниз влево вправо**
При выполнении любой из этих команд РОБОТ перемещается на одну клетку в заданном направлении. Если РОБОТ начнет движение в сторону находящейся рядом с ним стены, то он разрушится, и программа прервется.
Другие 4 команды проверяют истинность условия отсутствия стены у каждой стороны той клетки, где находится робот: **сверху свободно снизу свободно слева свободно справа свободно**
Цикл
ПОКА <условия>
    последовательность команд
КОНЕЦ ПОКА
Выполняется, пока условие истинно.
В конструкции
ЕСЛИ <условие>
    ТО команда1
    ИНАЧЕ команда2
КОНЕЦ ЕСЛИ
Выполняется команда1 (если условие истинно) или команда2 (если условие ложно).
Сколько клеток лабиринта соответствует требованию, что, начав в ней движение и выполнив предложенную программу, РОБОТ уцелеет и остановится в закрашенной клетке (F1)?

```
НАЧАЛО
ПОКА < справа свободно ИЛИ сверху свободно >
      ЕСЛИ < справа свободно >
         ТО вправо
         ИНАЧЕ вверх
      КОНЕЦ ЕСЛИ
КОНЕЦ ПОКА
КОНЕЦ
```



Ответ:

- 12
- 20
- 24 правильно
- 30

12. Напишите ответ в виде десятичного числа.
Напишите в ответе число, которое будет напечатано в результате выполнения следующего алгоритма (для вашего удобства алгоритм представлен на пяти язык программирования).

Бейсик

```
DIM A, B, N, t AS INTEGER
A = -100: B = 100
N = 0
FOR t = A TO B
  IF F(t) <= 0 THEN
    N = N + 1
  END IF
NEXT t
PRINT N
FUNCTION F (x)
   F = 3*(x - 20)*(x + 22)
END FUNCTION
```

Python

```
def f(x):
  return 3*(x - 20)*(x + 22)
a = -100
b = 100
n = 0
for t in range(a, b + 1):
  if f(t) <= 0:
    n = n + 1
print(n)
```

Алгоритмический язык

```
алг
нач
цела, b, N, t
a := -100; b := 100
  N := 0
  нцдля t от a до b
если F(t) <= 0
то
N := N + 1
все
  кц
 вывод N
кон
алг цел F(цел x)
нач
знач := 3*(x - 20)*(x + 22)
кон
```

Паскаль

```
var a, b, N, t: integer;
Function F(x: integer):integer;
  begin
    F := 3*(x - 20)*(x + 22)
  end;
begin
  a := -100; b := 100;
  N := 0;
  for t := a to b do begin
    if (F(t) <= 0) then
      N := N + 1
  end;
  write(N)
end.
```

Си

```
#include
int F(int x) {
  return 3*(x - 20)*(x + 22);
}
void main() {
  int a, b, N, t;
  a = -100; b = 100;
  N = 0;
  for (t = a; t <= b; t++){
    if (F(t) <= 0) {
      N++;
}
  }
  printf("%d", N);
}
```

Ответ: _____ (правильно: 43)

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (опыта деятельности), характеризующие формирование компетенций

Ознакомление обучающихся с процедурой и алгоритмом оценивания (в течение первой недели начала изучения дисциплины).

Проведение предварительных консультаций.

Проверка ответов на задания письменного экзамена

Сообщение результатов оценивания обучающимся.

Оформление необходимой документации.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ПД.03 ИНФОРМАТИКА

Специальность
54.02.02 Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы (по видам) квалификация художник-мастер

Направленность: Художественная обработка металла
программа подготовки специалистов среднего звена

форма обучения: очная

Автор: Зубов В.В., доцент

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Информатики	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Дружинин А.В.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол №1 от 26.09.2023	Протокол №2 от 20.10.2023
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ 3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям 5
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 6
Подготовка к экзамену 6

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов - это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы - закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того, самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во

внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы,

демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям;

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как вне, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса: *для овладения знаниями:*

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей. *для закрепления и систематизации знаний:*
- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам. *для формирования навыков и умений:*
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям: *для овладения знаниями:*

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей. *для закрепления и систематизации знаний:*
- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам. *для формирования навыков и умений:*
- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Доклад с презентацией - это публичное выступление по представлению

полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

-
- Подготовка к экзамену
- Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.
- Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практические работы.
- *Теоретический вопрос* - индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность

одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практические работы - средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практических работ;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практических работ в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практической работы;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практических работ;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практической работы с численным расчётом искомых величин.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-
методическому комплексу
_____С. А. Упоров

ПОЛОЖЕНИЕ О КУРСОВОЙ РАБОТЕ
ПМ.01 ТВОРЧЕСКАЯ И ИСПОЛНИТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

(изготовление изделий декоративно-прикладного искусства индивидуального и интерьерного назначения)

МДК.01.02 «Художественное проектирование изделий декоративно прикладного и народного искусства» зачет, защита курсового проекта
Курсовая работа МДК.01.02 Основы ювелирного мастерства

Специальность
54.02.02 ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОЕ ИСКУССТВО И НАРОДНЫЕ ПРОМЫСЛЫ (ПО ВИДАМ)
Направленность: Художественная обработка металла.

программа подготовки специалистов среднего звена
на базе основного общего образования

Автор:

Одобрена на заседании кафедры

ХПТТ
(название кафедры)

Зав.кафедрой _____
(подпись)

Кардапольцева В.Н.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

ИЭФ
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Мочалова Л.А
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

1. Общие положения
2. Содержание курсовой работы
3. Тематика курсовых работ
4. Руководство курсовой работой
5. Порядок аттестации по курсовым работам и оформления ее результатов
6. Хранение и уничтожение курсовых работ

1. Общие положения

1.1. Настоящее положение разработано в соответствии с Типовым положением об образовательном учреждении среднего профессионального образования (среднем специальном учебном заведении), утвержденном Постановлением ПравительстваРФ от 18 июля 2008 г. N 543 и Приложением к письму Минобразования России «Рекомендации по организации и защиты курсовой работы (проекта) по дисциплине в образовательных учреждениях среднего профессионального образования» от 05.04.1999 г. № 16-52-55ин/16-13, Федеральными государственными образовательными стандартами среднего профессионального образования (далее - ФГОС СПО).

1.2. Курсовая работа – один из основных видов учебных занятий и форм контроля учебной деятельности студентов, предусмотренных учебным планом специальности (далее – Колледж).

1.3. Выполнение студентом курсовой работы осуществляется на заключительном этапе изучения учебной дисциплины или междисциплинарного курса (далее – МДК), в ходе которого проверяются полученные знания и умения или компетенции при решении комплексных задач, связанных со сферой профессиональной деятельности будущих специалистов или видом профессиональной деятельности.

1.3. Курсовая работа представляет собой логически завершенное и оформленное в виде текста изложение студентом содержания отдельных проблем, задач и методов их решения в изучаемой области науки, профессиональной деятельности и выполняется с целью углубленного изучения отдельных тем, соответствующих учебных дисциплин или МДК и овладения навыками исследовательской деятельности.

1.4. В процессе выполнения курсовой работы решаются следующие задачи:

- расширение, систематизация и закрепление теоретических и практических знаний по дисциплине, общих и профессиональных компетенций по МДК в соответствии с требованиями ФГОС СПО по соответствующему направлению подготовки специалистов;
- освоение общих и профессиональных компетенций;
- приобретение опыта творческого мышления, обобщения и анализа;
- развитие инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- приобщение к работе со справочной, специальной и нормативной литературой;
- применение современных методов организационного, правового, экономического и социального анализа, оценки, сравнения, выбора и обоснования предлагаемых решений;
- развитие интереса к научно-исследовательской работе.

1.4. Количество курсовых работ, наименование дисциплин, МДК по которым они предусматриваются, количество часов обязательной учебной нагрузки студента, отведенное на их выполнение, определяются ФГОС СПО. На весь период обучения Колледжем предусматривается выполнение не более трех курсовых работ по дисциплинам и МДК.

1.5. Курсовая работа выполняется в сроки, определенные учебным планом по специальности и рабочей программой по дисциплине/ МДК.

2. Содержание курсовой работы

2.1. По содержанию курсовая работа может носить реферативный, практический или опытно-экспериментальный характер. По объему курсовая работа должна содержать 20-25 страниц печатного текста.

2.2. По структуре курсовая работа реферативного характера состоит из:

- введения, в котором раскрывается актуальность и значение темы, формулируется цель работы;
- теоретической части, в которой представлена история вопроса, уровень разработанности проблемы в теории и практике посредством сравнительного анализа литературы;
- заключения, в котором содержатся выводы и рекомендации относительно возможностей использования материалов работы;
- списка использованной литературы;
- приложения.

2.3. По структуре курсовая работа практического характера состоит из:

- введения, в котором раскрывается актуальность и значение темы, формулируются цели и задачи работы;
- основной части, которая обычно состоит из двух разделов:
  - в первом разделе содержатся теоретические основы разрабатываемой темы;
  - вторым разделом является практическая часть, которая представленарасчетами, графиками, таблицами, схемами и т.п.;
- заключения, в котором содержатся выводы и рекомендации относительно возможностей практического применения материалов работы;
- списка использованной литературы;
- приложения.

2.4. По структуре курсовая работа опытно-экспериментального характера состоит из:

- введения, в котором раскрывается актуальность и значение темы, определяются цели и задачи эксперимента;
- основной части, которая обычно состоит из двух разделов:
  - в первом разделе содержатся теоретические основы разрабатываемой темы, даны история вопроса, уровень разработанности проблемы в теории и практике;
  - второй раздел представлен практической частью, в которой содержатся план проведения эксперимента, характеристики методов экспериментальной работы, обоснование выбранного метода, основные этапы эксперимента, обработка и анализ результатов опытно-экспериментальной работы;
- заключения, в котором содержатся выводы и рекомендации о возможности применения полученных результатов;
- списка использованной литературы;
- приложения.

2.5. По содержанию курсовой проект может носить конструкторский или технологический характер. По структуре курсовой проект состоит из пояснительной записки и практической части.

2.6. Пояснительная записка курсового проекта конструкторского характера включает в себя:

- введение, в котором раскрывается актуальность и значение темы, формулируется цель;
- расчетную часть, содержащую расчеты;
- описательную часть, в которой приводится описание конструкции и принцип работы спроектированного изделия, выбор материалов, технологическиеособенности его изготовления;
- организационно-экономическую часть;
- заключение, в котором содержатся выводы и рекомендации относительно возможностей использования материалов работы;
- список использованной литературы;
- приложения.

2.7. Пояснительная записка курсового проекта технологического характера включает в себя:

- введение, в котором раскрывается актуальность и значение темы, формулируется цель;
- описание узла или детали, на которую разрабатывается технологический процесс;
- описание спроектированной оснастки, приспособлений т.п.;
- организационно-экономическую часть;
- заключение, в котором содержатся выводы и рекомендации относительно возможностей использования материалов проекта;
- список использованной литературы;
- приложения.

2.8. Практическая часть курсового проекта как конструкторского, так и технологического характера может быть представлена чертежами, схемами, графиками, диаграммами, картинами, сценариями и другими изделиями или продуктами творческой деятельности в соответствии с выбранной темой.

Объем пояснительной записки курсового проекта должен быть не менее 5 страниц печатного текста, объем графической части – 1,5-2 листа.

2.9. Студент разрабатывает и оформляет курсовую работу или курсовой проект в соответствии с требованиями:

- ЕСТД (Единая система технологической документации);
- ЕСКД (Единая система конструкторской документации);
- ГОСТ 7.32-2001. Система стандартов по информации, библиотечному делу и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура иправила оформления.

2.10. Общий объем курсовой работы не должен превышать 25 страниц печатного текста, исключая пробелы, рисунки, схемы и приложения, шрифтом Times New Roman, размер 14 кегль, межстрочный интервал – полуторный.

2.11. Текст работы должен демонстрировать:

- знакомство автора с основной литературой по рассматриваемым вопросам;

- способность выделить проблему и определить методы ее решения;
- умение последовательно изложить существо рассматриваемых вопросов;
- владение соответствующим понятийным и терминологическим аппаратом;
- приемлемый уровень языковой грамотности, включая владение функциональным стилем научного изложения.

3. Тематика курсовых работ

3.1. Тематика курсовых работ должна быть актуальной и соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки, сфер экономики, управления, права и образования, а также задачам учебной дисциплины и МДК, соответствовать профилю ОП.

3.2. Темы курсовых работ должны соответствовать рекомендуемой примерной тематике курсовых работ в рабочих программах учебных дисциплин и МДК.

3.3. Тема курсовой работы может быть связана с программой производственной практики студента, а для лиц, обучающихся по заочной форме обучения – с их непосредственным местом работы.

Тема курсовой работы (проекта) может быть предложена студентом при условии обоснования им ее целесообразности.

3.4. Тематика курсовых работ, требования к ним и рекомендации по их выполнению доводятся до сведения студентов в начале соответствующего семестра. Темы курсовых работ предлагаются студентам на выбор. Студент имеет право выбрать одну из заявленных Цикловой комиссией тем.

Количество предлагаемых тем курсовых работ должно составлять не менее150% от числа студентов группы.

3.5. Тематика курсовых работ разрабатывается преподавателями Колледжа, должна ежегодно обновляться с учетом запросов работодателей, рассматриваться и приниматься на заседании соответствующей Цикловой комиссии, далее утверждаться начальником учебно-методического управления в сентябре текущего года.

4. Руководство курсовой работой

4.1. Руководство курсовой работой, как правило, осуществляется преподавателями цикловой комиссии, ведущими соответствующие дисциплины и МДК.

По требованиям ФГОС СПО руководство курсовой работой проводится за счет времени, отведенного на изучение дисциплины/МДК.

4.2. К функциям руководителя курсовой работы относятся:
- практическая помощь студенту в выборе темы курсовой работы, разработке плана и графика ее выполнения;
- рекомендации по подбору литературы и фактического материала;
- систематический контроль хода выполнения курсовой работы в соответствии с разработанным планом;

- информирование председателя цикловой комиссии в случае несоблюдения студентом установленного графика выполнения работы;
- квалифицированные консультации по вопросам содержания и последовательности выполнения работы;
- оценка качества выполнения курсовой работы в соответствии с предъявляемыми к ней требованиями.

4.3. По завершении студентом курсовой работы руководитель проверяет, оценивает, подписывает и оформляет письменный отзыв – рецензию на данную работу. Данные сведения отражаются на титульном листе к курсовой работе (Приложение № 1).

5. Порядок аттестации по курсовым работам и оформления ее результатов

5.1. Законченная и полностью оформленная работа не позднее, чем за одну неделю до начала экзаменационной сессии представляется руководителю для проверки и предварительной оценки.

Студенты заочной формы обучения (кроме обучающихся в группах выходного дня) представляют курсовую работу не позднее дня начала очередной сессии.

5.2. Руководитель проверяет работу, дает по ней письменное заключение (рецензию) и, при условии законченного оформления и положительной оценки содержания, допускает работу к защите. Работа, не отвечающая установленным требованиям, возвращается для доработки с учетом сделанных замечаний иповторно предъявляется в срок, указанный руководителем, но до начала экзаменационной сессии (по заочной форме – до экзамена по соответствующейдисциплине).

5.3. Защита курсовой работы для очной формы обучения является обязательной и проводится публично с участием аттестационной комиссии (не менее двух человек) с использованием мультимедийных технологий.

5.4. Защита курсовых работ может проводиться как на учебных занятиях, так и в ходе консультаций или в специально отведенное в соответствии с расписанием время.

5.5. Оценка, полученная студентом очной формы обучения по итогам защиты курсовой работы, является окончательной оценкой за курсовую работу. Ход защиты курсовой работы оформляется протоколом (Приложение № 2).

Для студентов заочной формы обучения окончательной оценкой за курсовую работу является оценка, отраженная руководителем на титульном листе курсовой работы.

5.6. Формой аттестации студента по курсовой работе является дифференцированный зачет («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

Оценка за курсовую работу выставляется руководителем по результатам защиты в ведомость и зачетную книжку студента (неудовлетворительная оценка – только в ведомость).

5.7. Студент, не представивший в установленный срок курсовую работу или не защитивший ее по неуважительной причине, считается имеющим академическую задолженность.

5.8. Полные названия курсовых работ вносятся в зачетно-экзаменационные ведомости и в приложения к дипломам. Названия курсовых работ приводятся без кавычек.

6. Хранение и уничтожение курсовых работ

6.1. Курсовые работы хранятся в архиве Колледжа. Срок хранения курсовых работ устанавливается в соответствии с номенклатурой дел Колледжа.

Порядок передачи преподавателями курсовых работ на хранение в архив Колледжа установлен «Правилами передачи преподавателями учебной документации в архив Колледжа».

6.2. По решению председателя цикловой комиссии лучшие курсовые работы в архив Колледжа не передаются, а остаются на хранении в цикловой комиссии либо в библиотечном фонде.

Срок хранения курсовых работ в цикловой комиссии или библиотечном фонде не может быть меньше срока хранения курсовых работ, установленного номенклатурой дел Колледжа.

После минования надобности в курсовых работах председатель цикловой комиссии передает данные работы архивариусу для последующего хранения в архиве Колледжа.

6.3. По истечении установленного номенклатурой дел Колледжа срока хранения курсовые работы подлежат уничтожению в установленном порядке.

Курсовая работа

по
дисциплине _____

Тема: _____
_____
_____
тема работы

Выполнил(а) _____ курса, группы _____
студент(ка)

_____
фамилия имя отчество

Руководитель работы _____
ученая степень, звание, фамилия и инициалы

Рецензия _____
_____
_____
_____
_____
актуальность, цели, достоинства и недостатки
курсовой работы, оценка в баллах

Проверил _____
_____

«____»_____20____г.

ПРОТОКОЛ

«_____»_____20____года

защиты курсовой работы

Специальность: _____

Группа: _____

Ф.И.О. студента: _____

Руководитель курсовой работы: _____

Тема курсовой работы: _____

Вопросы, задаваемые членами комиссии:

1.

2.

3.

Оценка за защиту курсовой работы: _____

Члены комиссии: _____

_____

_____

\

Лист согласования

Должность	Подпись	Дата	Примечание

Лист рассылки

Документ: Положение о курсовой работе

Дата «____»_____20_____г. **№** _____

№	Должность	Кол-во экз.	Подпись
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
	Итого:		

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РЕФЕРАТА, ДОКЛАДА-ПРЕЗЕНТАЦИИ.

ПМ.01 ММ ТВОРЧЕСКАЯ И ИСПОЛНИТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
МДК.01.01 Художественное проектирование изделий декоративно-прикладного и народного искусства
ПМ.02. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
МДК.02.02 «Проектирование художественных изделий из металла»

Специальность
54.02.02 ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОЕ ИСКУССТВО И НАРОДНЫЕ ПРОМЫСЛЫ (ПО ВИДАМ)
Направленность: Художественная обработка металла.

программа подготовки специалистов среднего звена
на базе основного общего образования

Одобрена на заседании кафедры
Художественного проектирования и теории творчества
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Кардапольцева В.Н
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета
Инженерно-экономического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	**4**
ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	**7**
ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ	**9**
ПОДГОТОВКА К СЕМИНАРСКИМ ЗАНЯТИЯМ	**10**
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ УСТНОГО СООБЩЕНИЯ, ДОКЛАДА	**13**
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ПРЕЗЕНТАЦИЙ	**16**
ВЫПОЛНЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ПИСЬМЕННОГО ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ	**20**
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	**22**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая Вами учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа по освоению содержания образовательной программы, выполняемая по заданию, при методическом руководстве и контроле педагога, но без его непосредственного участия или при частичном непосредственном участии педагога.

Целью внеаудиторной самостоятельной работы студента является овладение знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю осваиваемой профессии или специальности, овладение опытом научной, творческой, исследовательской деятельности.

Задачами внеаудиторной самостоятельной работы являются:

- систематизация и закрепление полученных Вами на учебных занятиях теоретических знаний и практических умений;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

Внеаудиторная самостоятельная работа может включать следующие виды самостоятельной деятельности:

- подготовку к аудиторным занятиям (теоретическим, практическим занятиям, лабораторным работам);
- изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку: работа над определенными темами, разделами;
- выполнение домашних заданий разнообразного характера;
- выполнение индивидуальных заданий;
- подготовку к учебной и производственной практикам и выполнение заданий, предусмотренных программами практик;
- подготовку к контрольной работе, зачету, экзамену;
- написание курсовой работы, реферата и других письменных работ на заданные темы;
- подготовку к государственной итоговой аттестации, в том числе выполнение выпускной квалификационной работы (письменной экзаменационной или дипломной работы);
- другие виды внеаудиторной самостоятельной работы, специальные для конкретной учебной дисциплины или профессионального модуля.

Перед выполнением Вами внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит инструктаж по выполнению задания, который включает цель задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки.
При выполнении заданий для внеаудиторной самостоятельной работы Вы можете использовать различные информационные и материально-технические ресурсы колледжа, к которым относятся:
- библиотека с читальным залом;
- учебно-методическая база учебных кабинетов, лабораторий;
- компьютерные кабинеты с возможностью работы в Интернет.
Для организации Вашей внеаудиторной самостоятельной работы по конкретной учебной дисциплине или профессиональному модулю преподаватели могут использовать различные виды учебно-методической литературы:
- учебники, электронные учебники, учебные пособия, справочники, словари и т.д.;
- учебно-методические пособия (для самостоятельного изучения разделов, тем учебной дисциплины / профессионального модуля);
- сборники задач, упражнений, контрольных заданий;
- рабочие тетради;
- дидактические материалы с комментариями;
- памятки для студентов;
- методические указания и рекомендации к выполнению заданий и др.
Преподаватели осуществляют систематический контроль выполнения Вами внеаудиторной самостоятельной работы, проводят анализ Вашей деятельности и результатов самостоятельной работы.

В качестве форм контроля внеаудиторной самостоятельной работы используются:
- просмотр и проверка выполнения самостоятельной работы;
- обсуждение результатов выполненной работы на учебном занятии;
- тестирование;
- контрольные работы;
- письменный опрос;
- устный опрос;
- фронтальный опрос;
- индивидуальное собеседование;
- собеседование с группой;
- самоотчет, отчет группы о проделанной работе;
- выступления на семинарских занятиях;
- деловые игры;
- защита творческих работ;

- защита проектов, рефератов, курсовых работ;
- зачеты, экзамены.

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы являются:

- уровень освоения учебного материала;
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических заданий;
- полнота знаний и умений по изучаемой теме, к которой относится данная самостоятельная работа;
- умение использовать информационные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа на поставленный в самостоятельной работе вопрос;
- оформление отчетного материала в соответствии с известными или заданными педагогом требованиями и др.

Систематически выполняя предложенные преподавателем задания для внеаудиторной самостоятельной работы, Вы овладеете знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю осваиваемой Вами профессии или специальности, сформируете у себя готовность к самообразованию, самостоятельности и ответственности, научитесь творчески подходить к решению проблем учебного и профессионального уровня.

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

- Внимательно выслушайте или прочитайте тему и цели внеаудиторной самостоятельной работы.
- Обсудите текст задания с преподавателем и группой, задавайте вопросы – нельзя оставлять невыясненными или непонятыми ни одного слова или вопроса.
- Внимательно прослушайте рекомендации преподавателя по выполнению внеаудиторной самостоятельной работы.
- Уточните время, отводимое на выполнение задания, сроки сдачи и форму отчета у преподавателя.
- Внимательно изучите письменные методические рекомендации по выполнению внеаудиторной самостоятельной работы.
- Ознакомьтесь со списком литературы и источников по заданной теме внеаудиторной самостоятельной работы.
- Повторите необходимый для выполнения самостоятельной работы теоретический материал по конспектам лекций и другим источникам, ответьте на вопросы самоконтроля по изученному материалу.
- Подготовьте все необходимое для выполнения задания, рационально (удобно и правильно) расположите на рабочем столе. Не следует браться за работу, пока не подготовлено рабочее место.
- Продумайте ход выполнения работы, составьте план, если это необходимо.
- Если вы делаете сообщение, то обязательно прочтите текст медленно вслух, обращая особое внимание на произношение новых терминов и стараясь запомнить информацию.
- Если ваша работа связана с использованием компьютера и интернета, проверьте наличие и работоспособность программного обеспечения, необходимого для выполнения задания.
- Не отвлекайтесь во время выполнения задания на посторонние, не относящиеся к работе, дела.
- При выполнении самостоятельного практического задания соблюдайте правила техники безопасности и охраны труда.
- Если при выполнении самостоятельной работы применяется групповое или коллективное выполнение задания, старайтесь поддерживать в коллективе нормальный психологический климат, грамотно распределить обязанности. Вместе проводите анализ и самоконтроль организации самостоятельной работы группы.

- В процессе выполнения самостоятельной работы обращайтесь за консультациями к преподавателю, чтобы вовремя скорректировать свою деятельность, проверить правильность выполнения задания.
- По окончании выполнения самостоятельной работы составьте письменный или устный отчет в соответствии с теми методическими указаниями по оформлению отчета, которые вы получили от преподавателя или в методических указаниях.
- Сдайте готовую работу преподавателю для проверки точно в срок.
- Участвуйте в обсуждении и оценке полученных результатов самостоятельной работы;
- правильность и самостоятельность выполнения всех этапов практической работы.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Практическое занятие – это одна из форм учебной работы, которая ориентирована на закрепление изученного теоретического материала, его более глубокое усвоение и формирование умения применять теоретические знания в практических целях. Особое внимание на практических занятиях уделяется выработке учебных и профессиональных навыков.

Для того, чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по освоенному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач, примеров и т.п.

Алгоритм самостоятельной подготовки к практическому занятию:

1. Ознакомьтесь с темой практического занятия, его целями и задачами.
2. Изучите перечень знаний и умений, которыми Вы должны овладеть в ходе практического занятия.
3. Ознакомьтесь со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы и источников и подготовьте их для работы.
4. Изучите рекомендации к практической работе, разработанные преподавателем, и получите консультацию.
5. Прочитайте лекционный материал по теме занятия в своем конспекте, стараясь акцентировать внимание на основных понятиях, важных определениях.
6. Почитайте материал, касающийся темы практического занятия не менее чем в двух-трех рекомендованных источниках.
7. Ответьте на контрольные вопросы в учебнике или на вопросы для самопроверки в методических указаниях к практической работе.
8. Сформулируйте свои вопросы и проблемы, желательные для обсуждения на занятии.

К критериям оценки самостоятельной работы по подготовке к практическим занятиям относятся:

- наличие конспекта, материал которого соответствует теме практического занятия;

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К СЕМИНАРСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Семинар – это активная форма учебно-теоретических занятий, которая служит, как правило, дополнением к лекционному курсу. Семинар обычно посвящен детальному изучению отдельной темы.

Семинарские занятия проводятся главным образом по общественным наукам и другим дисциплинам, требующим научно-теоретического обобщения литературных источников, и помогают глубже усвоить учебный материал, приобрести навыки творческой работы над документами и первоисточниками. Планы семинарских занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи ее изучения сообщаются преподавателем на вводных занятиях или в методических указаниях по конкретной учебной дисциплине.

Алгоритм самостоятельной подготовки к семинарскому занятию:

1. Проанализируйте тему семинара, подумайте о цели и основных проблемах, вынесенных на обсуждение.
2. Внимательно прочитайте материал, данный преподавателем по этой теме на лекции.
3. Изучите рекомендованную литературу.

Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы Вы должны стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.

1. Сделайте по прочитанному материалу записи, которые понадобятся при обсуждении рассматриваемой на семинаре темы. Это позволит Вам составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам.

Записи могут быть представлены в виде плана (простого и развернутого), конспекта, выписки, тезисов.

План – это схема прочитанного материала, краткий (или подробный) перечень вопросов, отражающих структуру и последовательность материала. Подробно составленный план вполне заменяет конспект.

Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре основных типа конспектов:

- План-конспект – это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.
- Текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника.
- Свободный конспект – это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.
- Тематический конспект – составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то схеме (вопросу).

Выписка – то, что выписано из какого-нибудь текста, документа.

Выписывать можно дословно (цитатами) или свободно, когда мысли автора излагаются своими словами. Большие отрывки текста, которые трудно цитировать в полном объеме, старайтесь записать своими словами. Яркие и важные места приводите дословно. Для систематизации выписок и цитат перед ними целесообразно записывать название вопроса, к которому относится выписка. Не забывайте указать источник информации, а если это цитата – еще и автора.

Тезисы – кратко сформулированные основные положения доклада, лекции, сообщения и т. д. Тезисы позволяют обобщить изученный материал, выразить его суть в кратких формулировках, помогая раскрыть содержание книги, статьи и доклада.

При составлении тезисов не приводите факты и примеры. Сохраняйте в тезисах самобытную форму высказывания, чтобы не потерять документальность и убедительность. Полезно связывать отдельные тезисы с подлинником текста (делайте ссылки на страницы книги).

1. Подготовьте свое выступление на семинаре (доклад).

Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. Выступление не должно сводиться к репродуктивному уровню (простому воспроизведению текста), не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного. При выступлении можно обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать знание художественной литературы и искусства, факты и наблюдения современной жизни и т. д.

1. При подготовке доклада на семинарское занятие заранее предупредите преподавателя о необходимых для предоставления материала

технических средствах, напечатанный текст доклада предоставьте преподавателю.

2. Постарайтесь сформулировать свое мнение по каждому вопросу семинарского занятия и аргументировано его обосновать.

На семинаре каждый его участник должен быть готовым к выступлению по всем поставленным в плане занятия вопросам, проявлять максимальную активность при их рассмотрении.

1. Запишите возникшие во время самостоятельной подготовки вопросы, чтобы получить на них ответы на семинаре.
2. В процессе подготовки к семинарским занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала студентами, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ УСТНОГО СООБЩЕНИЯ, ДОКЛАДА

Подготовка устного сообщения, доклада – вид самостоятельной работы, способствующий формированию навыков исследовательской работы, расширяющий познавательные интересы и приучающий критически мыслить. Подготовка доклада, сообщения потребует от Вас большой самостоятельности и серьезной интеллектуальной работы.

Доклад – это развернутое устное выступление на заданную тему, с которым выступают на лекции, семинаре, конференции. Доклады могут быть и письменными. Основная цель доклада — информирование по определенному вопросу или теме. Тем не менее, доклады могут включать в себя рекомендации, предложения, в него могут включаться диаграммы, таблицы, рисунки, фотографии, резюме. Время доклада обычно составляет 5-15 минут.

Сообщение отличается от доклада меньшим объемом информации и ее характером. Сообщаемая информация может носить характер уточнения или обобщения, отражать современный взгляд на заданную тему, дополнять уже известную информацию фактическими или статистическими материалами. Сообщение может включать элементы наглядности – иллюстрации, схемы и т.п.

Построение устного сообщения, доклада включает три части: вступление (10-15% общего времени), основную часть (60-70%) и заключение (20-25%).

Во вступлении указывается тема сообщения, доклада, устанавливается логическая связь ее с другими темами или место рассматриваемой проблемы среди других проблем, дается краткий обзор источников, на материале которых раскрывается тема, сообщается основная идея, кратко перечисляются рассматриваемые вопросы, дается современная оценка предмета изложения. Результатом вступления должны быть заинтересованность слушателей, внимание и расположенность к презентатору и будущей теме.

Основная часть должна иметь четкое логическое построение, в ней должна быть раскрыта суть темы доклада. Задача основной части – представить достаточно данных для того, чтобы слушатели заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. План развития основной части должен быть ясным. Должно быть отобрано оптимальное количество фактов и необходимых примеров.

В заключении обычно подводятся итоги, формулируются выводы по теме доклада, подчеркивается значение рассмотренной проблемы и т.п. Правильно построенное заключение способствует хорошему впечатлению от выступления в целом.

Алгоритм самостоятельной работы по подготовке устного сообщения, доклада:

1. Выберите тему из предложенной преподавателем тематики докладов и сообщений. Вы можете самостоятельно предложить тему с учетом изучаемого материала.
2. Ознакомьтесь со списком рекомендуемой литературы и источников и подготовьте их для работы.
3. Повторите лекционный материал по теме сообщения, доклада.
4. Изучите материал, касающийся темы сообщения не менее чем по двум-трем рекомендованным источникам.
5. Выделите незнакомые слова и термины. Обратитесь к словарю, чтобы найти значения незнакомых слов.
6. Составьте план сообщения, доклада.
7. Еще раз внимательно прочитайте текст выбранных источников информации, стараясь понять общее содержание. Выделите наиболее значимые для раскрытия темы факты, мнения, положения.
8. Запишите основные положения сообщения или доклада в соответствии с планом, выписывая по каждому пункту несколько предложений.
9. Составьте окончательный текст сообщения, доклада.
10. Оформите материал в соответствии с определенными преподавателем требованиями.

Сообщение, доклад обычно оформляется текстовым файлом, набранным компьютерным способом в одном из текстовых редакторов и распечатывается на листах формата А4. Оформление материала должно иметь следующую структуру: титульный лист, текст сообщения / доклада, список использованных источников.

1. Прочитайте текст медленно вслух, обращая особое внимание на произношение новых терминов и стараясь запомнить информацию.
2. Восстановите последовательность изложения текста сообщения, пересказав его устно.
3. Проверьте еще раз свои знания спустя некоторое время, чтобы выяснить прочность усвоения учебного материала.
4. Подготовьте публичное выступление по материалам сообщения или доклада.

При подготовке к выступлению необходимо выбрать способ выступления: устное изложение с опорой на конспект, схемы, таблицы или чтение подготовленного текста. Отметим, однако, что чтение заранее написанного текста значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию.

Искусство устного выступления состоит не только в отличном знании предмета речи, но и в умении преподнести свои мысли и убеждения правильно

и упорядоченно, красноречиво и увлекательно. Поэтому важно выбрать интересную для слушателей форму изложения материала (например, презентация, демонстрирующая основные положения, использование фотоматериалов, видеофрагметов, аудиозаписей, фактологического материала).

Любое устное выступление должно удовлетворять трем основным критериям, которые в конечном итоге и приводят к успеху:

- критерий правильности, т.е. соответствия языковым нормам;
- критерий смысловой адекватности, т.е. соответствия содержания выступления реальности;
- критерий эффективности, т.е. соответствия достигнутых результатов поставленной цели.

Регламент устного публичного выступления обычно составляет не более 10 минут.

Будьте готовы ответить на вопросы аудитории по теме Вашего сообщения, доклада.

К критериям оценки самостоятельной работы по подготовке устного сообщения, доклада относятся:

- соответствие представленной информации заданной теме;
- характер и стиль изложения материала сообщения;
- наличие и качество презентационного материала;
- правильность оформления материала;
- свободное владение материалом сообщения или доклада;
- качество ответов на вопросы;
- умение держаться перед аудиторией.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ПРЕЗЕНТАЦИЙ

Электронная (учебная) презентация — это логически связанная последовательность слайдов, объединенных одной тематикой и общими принципами оформления. Мультимедийная презентация представляет сочетание компьютерной анимации, графики, видео, музыки и звукового ряда, которые организованы в единую среду. Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал.

Мультимедийную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS PowerPoint.

Алгоритм самостоятельной работы по подготовке презентации на заданную тему:

1. Ознакомьтесь с предлагаемыми темами презентаций.
2. Ознакомьтесь со списком рекомендуемой литературы и источников и подготовьте их для работы.
3. Повторите лекционный материал по теме презентации (при наличии).
4. Изучите материал, касающийся темы презентации не менее чем по двум-трём рекомендованным источникам.
5. Составьте план-сценарий презентации, запишите его.
6. Проработайте найденный материал, выбирая только то, что раскрывает пункты плана презентации.
7. Составьте, наберите на компьютере и распечатайте текст своего устного выступления при защите презентации – он и будет являться сценарием презентации.
8. Продумайте дизайн презентации.
9. Подготовьте медиафрагменты (аудио-, видеоматериалы, текст и т.п.)
10. Оформите презентацию в соответствии с рекомендациями.

Презентация может иметь следующую структуру:

- титульный слайд – указывается название образовательного учреждения, тема выступления, сведения об авторе (авторах), год создания;
- содержание презентации: на слайды презентации выносится опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления или помещается фактический и иллюстративный материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии главной идеи выступления;
- слайд со списком использованных источников либо слайд, содержащий выводы.

Обязательно учтите возможные типичные ошибки и постарайтесь избежать их при создании своей презентации.

Внимательно проверьте текст на отсутствие ошибок и опечаток.

1. Проверьте на работоспособность все элементы презентации.
2. Прочтите текст своего выступления медленно вслух, стараясь запомнить информацию.
3. Восстановите последовательность изложения текста сообщения, пересказав его устно.
4. Еще раз устно проговорите своё выступление в соответствии с планом, теперь уже сопровождая своё выступление демонстрацией сладов на компьютере, делая в тексте пометки в тех местах, где нужна смена слайда.
5. Будьте готовы ответить на вопросы аудитории по теме Вашего сообщения.

Рекомендации по оформлению мультимедийных презентаций:

- Количество слайдов презентации должно быть адекватно содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-7-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).
- Если на слайды презентации выносится опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления, то в данном случае к слайдам предъявляются следующие требования:
- объем текста на слайде – не больше 7 строк;
- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;
- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации;
- текстовый материал может занимать не более 1/3 части рабочего поля слайда и располагаться ближе к его левому верхнему углу или по центру, но в верхней части слайда.
- Если на слайды презентации помещается фактический и иллюстративный материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является средством наглядности и помогает в раскрытии главной идеи выступления, то в этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:
- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) должны соответствовать содержанию выступления, иллюстрировать его, расставлять акценты;

- должны быть использованы иллюстрации только хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением;
- максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому);
- если на слайде приводится диаграмма, ее необходимо предварить вводными словами, с тем, чтобы дать время аудитории на ее рассмотрение, а только затем приступать к ее обсуждению;
- диаграммы готовятся с использованием мастера диаграмм табличного процессора MS Excel;
- табличная информация вставляется в материалы как таблица текстового процессора MS Word или табличного процессора MS Excel;
- в таблицах не должно быть более 4 строк и 4 столбцов – в противном случае данные в таблице будет просто невозможно увидеть;

ячейки с названиями строк и столбцов и наиболее значимые данные рекомендуется выделять цветом;

размер шрифта в таблице должен быть не менее 18 пт.

- таблицы и диаграммы размещаются на светлом или белом фоне.
- Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации:
- для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, размер кегля – не меньше 24 пунктов, для таблиц – не менее 18 пт;
- излишняя анимация, выпрыгивающий вращающийся текст или иллюстрация – не самое лучшее дополнение к научному докладу, также нежелательны звуковые эффекты в ходе демонстрации презентации;
- наилучшими для оформления слайдов являются контрастные цвета фона и текста (светлый фон – тёмный текст);
- лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации;
- не рекомендуется злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже);
- для лучшей ориентации в презентации по ходу выступления лучше пронумеровать слайды;
- вспомогательная информация (управляющие кнопки) не должна преобладать над основной информацией (текстом, иллюстрациями);
- использовать встроенные эффекты анимации рекомендуется только, когда без этого не обойтись (например, при последовательном появлении элементов диаграммы).
- Лучше настроить презентацию не на автоматический показ, а на смену слайдов самим докладчиком (либо его помощником).
- Каждый слайд, в среднем, должен находиться на экране не меньше 40-60 секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение).

К критериям оценки самостоятельной работы по подготовке презентации относятся:

- критерии оценки содержания презентации: соответствие материала презентации заданной теме; грамотное использование терминологии; обоснованное применение эффектов визуализации и анимации; общая грамотность;
- логичность изложения материала;
- критерии оценки оформления презентации: творческий подход к оформлению презентации; соблюдение эргономических требований к компьютерной презентации; использование специального программного обеспечения;
- критерии оценки речевого сопровождения презентации: построение речи; доказательность и аргументированность; использование вербальных (языковых) и невербальных средств (поза, жесты) выразительности.

6. ВЫПОЛНЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ПИСЬМЕННОГО ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ

Задание 1.

Портфолио. Выполнение альбома с зарисовками и эскизами

При выполнении эскизов и чертежей надо руководствоваться следующим:

- к выполнению зарисовок приступать только после полной проработки литературных источников;
- работая с первоисточником следует копировать изделие, соблюдая стилистическую и пластическую особенности образа соответствующего периода; приводятся зарисовки основных орнаментов рассматриваемой эпохи;
- каждая зарисовка должна иметь пояснительную надпись: исторический период, страна, первоисточник (литература, Интернет и др.)

Задание 2

Выполнение презентации по заданной теме.

При выполнении эскизов и зарисовок надо руководствоваться следующим:

- к выполнению зарисовок приступать только после полной проработки литературных источников;
- по каждому костюму выстроить рассказ по следующему плану: знакомство с эпохой и стилем; портрет потребителя, изделие в подробностях, аксессуары и украшения, повседневная жизнь, современная стилизация в духе рассматриваемой эпохи;
- работая с первоисточником следует копировать изделие, соблюдая стилистическую и пластическую особенности образа соответствующего периода;
- каждый пункт презентации должен содержать иллюстрацию и текстовый комментарий.

Задание 3

Подготовьте доклад на выбор по следующим примерным темам:

1. События, влияющие на формирование ювелирной моды XIX – нач. XX в.
2. Реформы одежды и эмансипация женщин влияние на развитие ювелирного искусства.
5. Социальные функции аксессуаров и украшений в доиндустриальном и современном западном обществе.
8. Костюм - аксессуары и ювелирные изделия и государственная политика ограничения роскоши в древности и средневековье.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Самостоятельная работа с учебными пособиями, научной, справочной, нормативной, художественной литературой, материалами периодики является наиболее эффективным методом получения знаний по изучаемому предмету, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у Вас собственное отношение к конкретному вопросу или проблеме.

Самостоятельная работа с литературой – это важнейшее условие формирования научного способа познания. Данная работа способствует уяснению конкретных терминов и понятий, введенных в курс учебной дисциплины или модуля, пониманию и закреплению пройденного лекционного материала, подготовке к практическим и семинарским занятиям.

Алгоритм самостоятельного изучения рекомендованной литературы:

1. Составьте перечень источников, с которыми Вам следует познакомиться.

Правильный подбор литературы рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических рекомендациях по конкретной учебной дисциплине или модулю.

Перечень должен быть систематизированным.

Обязательно выписывайте все выходные данные по каждому источнику.

1. Определите для себя, какие источники (отдельные главы, разделы, статьи) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- *информационно-поисковая* (задача – найти, выделить искомую информацию);
- *усваивающая* (задача - как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- *аналитико-критическая* (задача - критически осмыслить прочитанный материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- *творческая* (задача - использовать для своих рассуждений или как образ для действия по аналогии суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- *библиографическое* – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за определенный период и т.п.;
- *просмотровое* – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию. Читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- *ознакомительное* – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц. Цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
- *изучающее* – предполагает доскональное освоение материала. В ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;
- *аналитико-критическое* и *творческое чтение* – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второй – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Основным видом чтения для студентов является изучающее чтение – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях.

1. Если в тексте встретилось незнакомое слово, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно узнайте его значение.
2. Сделайте необходимые записи по прочитанному материалу с учетом рекомендаций преподавателя по оформлению работы.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

- *Аннотирование* – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;
- *Планирование* – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;
- *Тезирование* – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;
- *Цитирование* – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;
- *Конспектирование* – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ПОРТФОЛИО

ПМ.02. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
МДК.02.01 «Технология исполнения изделий декоративно-прикладного и народного искусства»

Специальность
54.02.02 ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОЕ ИСКУССТВО И НАРОДНЫЕ ПРОМЫСЛЫ (ПО ВИДАМ)
Направленность: Художественная обработка металла.

программа подготовки специалистов среднего звена
на базе основного общего образования

Автор:

Одобрена на заседании кафедры
ХПТТ
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Кардапольцева В.Н.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета
ИЭФ
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Мочалова Л.А
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

Методические рекомендации для учащихся по составлению и ведению портфолио

Портфолио является формой представления индивидуальных достижений, так как позволяет учитывать результаты, достигнутые в разнообразных видах деятельности.

Портфолио учащегося:

- является современным педагогическим инструментом сопровождения, развития и оценки достижений учащихся, ориентированным на обновление и совершенствование качества образования;
- реализует одно из основных положений Федеральных государственных образовательных стандартов общего образования – формирование универсальных учебных действий;
- предполагает активное вовлечение учащихся в оценочную деятельность на основе проблемного анализа, рефлексии и оптимистического прогнозирования;
- является формой оценивания индивидуальных образовательных, творческих и спортивных усилий и достижений, а также опыта и результатов общественно-социальной деятельности учащихся;
- может оформляться в электронном или бумажном виде.

Портфолио служит для решения следующих педагогических задач в отношении учащихся:

- поддерживать и стимулировать мотивацию;
- поощрять активность и самостоятельность, расширять возможности обучения и самообучения;
- развивать навыки рефлексивной и оценочной деятельности;
- формировать умение ставить цели, планировать и организовывать собственную учебную деятельность;
- содействовать индивидуализации образования;
- закладывать дополнительные предпосылки и возможности для успешной социализации;
- формировать умение отслеживать и гордиться своими успехами в конкурентной среде.

Портфолио наряду со вступительными испытаниями является инструментом для осуществления конкурсного набора в профильные классы школы и вузы.

Требования и нормы, регулирующие построение и действие портфолио.

1. В формировании портфолио участвуют: учащиеся, родители, педагоги, администрация учреждения.

2. Администрация учреждения разрабатывает механизм использования портфолио.

3. Педагог разъясняет назначение и технологию ведения портфолио, обеспечивает необходимыми формами, рекомендациями, оформляет итоговые документы. Педагог ранжирует с учеником представленные документы.

4. Учащиеся собирают документы, условно разделяя их на три группы:

- Официальные;
- Творческие работы, курсы по выбору, социальные практики;
- Отзывы, рекомендации.

5. Родители учеников оказывают помощь детям в оформлении титульного листа, материалов портфолио, в выполнении фотографий, копировании грамот, дипломов, свидетельств. Родители могут предоставить для портфолио отзыв о деятельности детей, которая происходила под их руководством или в их присутствии.

6. Педагоги проводят экспертизу представленных документов, пишут рецензии, отзывы на учебные проекты.

Структура и содержание Портфолио включает в себя:

- Титульный лист (обложку);
- Содержание (оглавление);
- I раздел «Мой портрет»;
- II раздел «Портфолио документов»;
- III раздел «Портфолио работ»;
- IV раздел «Портфолио отзывов»;

Титульный лист (обложка) обязательно сопровождается фотографией и содержит основную информацию о владельце: Ф. И. О. учащегося; дату рождения; полное название ОУ; личную подпись ученика.

Раздел I «Мой портрет» содержит сведения об учащемся. Данный раздел включает в себя:

- личные данные учащегося;
- автобиографию учащегося;
- информацию, помогающую учащемуся проанализировать свой характер, способности, узнать способы саморазвития, самосовершенствования, самопознания;
- описание целей, поставленных учащимся на определенный период, анализ их достижений;

− результаты проведенной работы по профессиональному и личностному самоопределению учащихся;

− результаты проведенного учащегося самоанализа.

Раздел II «Портфолио документов» включает в себя комплект сертифицированных (документированных) индивидуальных образовательных достижений учащегося. В этом разделе помещаются:

− перечень представленных в Портфолио официальных документов;

− все имеющиеся сертифицированные документы, подтверждающие индивидуальные достижения в различных видах деятельности;

− грамоты, дипломы за участие в предметных олимпиадах различного уровня, конкурсах, конференциях и т.п.:

− благодарственные письма.

Документы или их копии могут быть помещены в приложении к портфолио.

Раздел III «Портфолио работ» - представляет собой собрание различных творческих, проектных, исследовательских работ учащегося, а также описание основных форм и направлений его учебной и творческой активности: участие в научных конференциях, конкурсах, различного рода практик, спортивных и художественных достижений и др.

Раздел IV «Портфолио отзывов» содержит характеристики отношения учащегося к различным видам деятельности, представленные учителями, педагогами дополнительного образования, одноклассниками, им самим.

Портфолио отзывов может включать в себя:

− перечень представленных отзывов и рекомендаций;

− заключение о качестве выполненной работы;

− рецензии;

− резюме с оценкой собственных достижений;

− рекомендательные письма;

− эссе учащегося, посвященное выбору направления дальнейшего обучения;

− благодарственные письма из различных органов и организаций.

При оформлении должны соблюдаться следующие требования:

− систематичность и регулярность ведения Портфолио;

− достоверность сведений, представленных в Портфолио;

− аккуратность и эстетичность оформления;

− разборчивость при ведении записей;

− целостность и эстетическая завершенность представленных материалов;

− наглядность, наличие оглавления

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ

для проведения экзамена по междисциплинарному курсу
МДК.02.01 «Технология исполнения изделий декоративно-прикладного и народного искусства»
ПМ.02. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Специальность
54.02.02 ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОЕ ИСКУССТВО И НАРОДНЫЕ ПРОМЫСЛЫ (ПО ВИДАМ)
Направленность: Художественная обработка металла.

программа подготовки специалистов среднего звена
на базе основного общего образования

Автор:

Одобрена на заседании кафедры
ХПТТ
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Кардапольцева В.Н.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета
ИЭФ
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Мочалова Л.А
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические рекомендации необходимы для учащихся по курсу «Индивидуальная предпринимательская деятельность» по специальности 54.02.02 Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы (Художественная обработка металла).

В методических рекомендациях содержатся особенности организации подготовки контрольной работы в виде реферата, требования к его оформлению, а также порядок защиты и критерии оценки.

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ
для проведения квалификационного экзамена
МДК 03.01 «Выполнение работ по профессии Ювелир-монтировщик»

1. *Какие благородные металлы представляют наибольшую ценность для изготовления ювелирных изделий?*

Золото, серебро и платина.

2. *Где находятся основные месторождения золота?*

Основные месторождения золота находятся в Южной Африке, Советском Союзе, Соединенных Штатах Америки, Канаде, Мексике, Австралии, Зимбабве. В Чехии - в Роуднаху Либоуна под Блаником.

3. *Какой химический символ имеет золото и при какой температуре оно плавится?*

Au (по латыни aurum), плавится при температуре 1064°С.

4. *Почему для изготовления золотых и серебряных ювелирных изделий не применяют чистые металлы?*

Чистые металлы мягкие, а это значит, что они быстро изнашиваются.

5. *По каким соображениям ювелиры применяют сплавы золота с другими металлами?*

Чтобы достигнуть большей долговечности, требуемого цвета сплава, установленной законом пробы и более низкой цены.

5. *В каких единицах выражается содержание чистого золота в сплаве?*

В тысячных, содержание 1000/1000 выражает чистое золото.

7. *Назовите старую меру пробы золота.*

Карат. Чистое золото 1000/1000 пробы равнялось 24 каратам.

8. *Что представляет собой золото, равное 14 каратам?*

Сплав 14 частей чистого золота с 10 частями примесей.

9. *Каким образом достигается различный цвет сплавов золота?*

Добавлением серебра, меди, а также никеля или палладия.

10. *Какую пробу и цвет будет иметь сплав, если смешать расплавы трех частей чистого золота с одной частью чистого серебра?*

750/1000 пробу, т. е. 18 каратов; цвет зеленый.

11. *Что такое белое золото?*

Сплав золота с никелем или палладием.

12. *Что тверже - золото или серебро?*

Серебро (твердость 3, у золота - 2,5).

13. *Назовите массу и пробу одного чехословацкого дуката.*

3,49 г, 986/1000 проба.

14. *Что такое карат?*

Сначала данные о пробах золота приводились исходя из цифры 24; чистое золото равнялось 24 каратам. В настоящее время за единицу массы при взвешивании драгоценных камней принят один карат (1/5 г).

15. *В чем растворяется золото?*

В "царской водке", ртути, калиевом и натриевом цианиде.

16. *Назовите температуру плавления чистого серебра.*

Температура плавления равна 961° С.

17. *С каким металлом плавят серебро перед обработкой?*

С медью.

При какой температуре плавится медь?

При 1083° С.

18.*Назовите количество официально установленных государством проб.*

Шесть проб: 959, 925, 900, 835, 800 и 750 тысячных.

19. *Назовите старую меру пробы серебра.*

Лот. 16 лотов =1000/1000 пробе; 1 лот = 62,5 тысячных.

20. *При скольких градусах Цельсия плавится платина, какая ее плотность?*

Температура плавления платины 1769° С; плотность равна 1450 кг/м^3.

21. *Назовите официальную пробу платиновых изделий и опишите значок, которым обозначается эта проба.*

950/1000 проба, силуэт Градчан на фоне заходящего солнца, внизу изображение короны святого Вацлава.

22. *Что такое палладий?*

Элемент, химический символ Pd, металл платиновой группы. Плавится при температуре 1552° С. Используется в качестве примеси в белом золоте.

23. *В чем плавится основное количество золота или серебра?*

В графитовом или шамотном тигле, в коксовых, газовых или электрических печах.

24. *Какие химические добавки имеют наиболее важное значение для плавки благородных металлов?*

Бура, селитра, сода, кухонная соль.

25. *Как вычислить, сколько чистого золота содержится в слитке массой 25 г 0,585 пробы?*

Пробу умножаем на вес: 0,585×25=15,625.

26. *Как вычислить, сколько граммов золота 0,585 пробы можно получить из 12 г чистого золота?*

Массу делим на пробу: 1200:585 = 20,51 г.

27. Для чего проволоку и металлический лист в процессе прокатки отжигают?

В результате механического воздействия слиток твердеет, становится менее эластичным, теряет прочность и гибкость. Правильным отжигом металлу возвращают его первоначальную мягкость.

28. *Назовите наиболее часто встречающиеся причины брака золота при обработке.*

Загрязнение в сплаве (например, небольшая частичка олова или платины), металл недостаточно расплавлен или допущен его пережог, неравномерный промежуточный отжиг и небрежная прокатка.

29. *Как устранить брак в сплаве золота?*

Переплавкой, перед разливкой можно добавить немного сублимата, двухлористой ртути (быстродействующий яд).

30. *Назовите химический символ, температуру плавления меди, приведите примеры использования ее в ювелирном деле.*

Химический символ Cu (cuprum), температура плавления 1083° С. Цвет только красный. Используется для приготовления различных сплавов, например латуни, томпака, нейзильбера, бронзы и т. д., а также в качестве добавки для серебряных и золотых сплавов.

31. *Что такое латунь?*

Сплав меди и цинка (64:36).

32. *Что такое дубль?*

Двойной материал, спаянный в огне или сплавленный, его верхняя тонкая часть сделана из металлической проволоки, нижняя (в проволоке внутренняя часть) - из дешевого металла.

33. *Что такое нейзильбер?*

Напоминает серебро, сплав меди, цинка и никеля.

34. *Какую вы знаете ювелирную производственную технику?*

Основная, широко применяемая техника - монтировка, древняя филигрань, технология изготовления гранатовых драгоценностей и богато украшенных изделий из драгоценных металлов.

35. *Что такое штамповка и для чего она применяется?*

При штамповке с помощью матриц из твердого материала формуют металл под высоким давлением или ударом. Служит для массового, серийного изготовления изделий.

36. *Какие кислоты используют при изготовлении ювелирных изделий из золота и серебра?*

Жидкие, т. е. азотную, серную и соляную; порошковые: бориты.

37. *Для чего предназначается соляная кислота?*

Для приготовления "царской водки", осаждения хлорида серебра, в качестве примеси в ванне для химической окраски золота, для приготовления паяльной воды при пайке оловом и для устранения олова с золотых драгоценностей перед плавкой или расплавкой.

38. *Что представляет собой "царская водка"?*

Смесь соляной и азотной кислот.

39. В чем травится золото, серебро и платина?

В протраве, т. е. в слабом водном растворе серной кислоты. Теплый раствор оказывает более быстрое действие.

40. Из какой кислоты и как приготавливается протрава?

Из серной кислоты, которую вливают тонкой струйкой в воду; ни в коем случае нельзя вливать воду в кислоту.

41. *Как отбелить серебро?*

Отжигом, травлением в теплом растворе протравы (в слабом растворе серной кислоты), очисткой с помощью мелкой увлажненной латунной щетки с последующей сушкой в древесных опилках.

42. *Чем паяют золото и серебро?*

Припоем, т. е. сплавом, температура плавления которого ниже температуры плавления материала.

43. *Какой флюс добавляют к золоту, обеспечивая при этом чистую полноценную пайку, и какой плавится раньше основного материала? Для чего при пайке употребляется бура?*

Флюс этот - кадмий. Бура предохраняет предназначенные для пайки места от окисления и облегчает работу с припоем.

44. *Что такое твердая и мягкая пайка?*

Твердая пайка - это спаивание металлов в огне припоем, температура плавления которого равна 500° С и выше, мягкая пайка - температура плавления припоя до 240° С.

45. *В каких случаях для пайки применяется олово?*

В самых необходимых случаях, когда изделие плохо обработано в огне, в заключительных операциях и при временной пайке нескольких частей, чтобы облегчить дальнейшую их обработку.

46. *Как устранить олово с непрофессионально выполненной пайки при изготовлении золотого изделия?*

Олово аккуратно соскребают, затем предмет погружают в соляную кислоту для того, чтобы олово растворилось.

47. *Расскажите о составе припоя для мягкой пайки.*

Припой состоит из олова и свинца (17:10).

48. *В каких случаях применяются кислотные бориты?*

При пайке. Чтобы полированный предмет, который в процессе пайки отжигают на огне, не потерял своего блеска, его смачивают и посыпают порошковым кислотным боритом (предохраняет металлы и закрепленные камни от прямого жара). После охлаждения предмет протравливают в травильном растворе и полируют.

49. *Назовите металлы, обладающие свойством магнетизма.*

Железо, никель и кобальт.

50. *Что такое коррозия?*

Разрушение поверхности металла под внешним воздействием (например, ржавчина на железе в результате повышенной влажности).

51. *Что такое сталь?*

Любое ковкое железо, получаемое в жидком состоянии.

52. *Чем отличается железо от стали?*

Сталь при закалке твердеет, железо - никогда.

53. *Как закаливается стальное сверло?*

Раскаленное сверло быстро окунают в студеную воду или масло.

54. *Как можно лишить закаленный предмет твердости и хрупкости?*

Отпуском, т. е. постепенным нагреванием над пламенем горелки до 200-330° С.

55. *На чем затачивают сверла, резцы и скребки?*

На так называемом маслянистом камне (смоченном в масле) - халцедоне. Лучшие сорта халцедона добывают в Арканзасе.

56. *Каким материалом связывают отдельные части предмета перед огненной пайкой?*

Тонкой вязальной проволокой, т. е. мягкой железной проволокой, которую перед травлением снимают, иначе предмет в протраве покраснеет и потребуется повторный отжиг. Остатки проволоки и опилки устраняют магнитом.

57. *Какие замки применяют в браслетах?*

В соответствии с формой браслета применяют следующие виды замков: замок с предохранителем, защелка (клипсы) или заводное кольцо с пружинкой.

58. *Что такое солитер?*

Крупный бриллиант, вделанный в оправу без других мелких драгоценных камней, или отдельный крупный бриллиант.

59. *Назовите способы закрепки камней в драгоценностях.*

Камни крепят при помощи крапанов, в гладких или зерненных (миттельгриф) оправах (царгах), при помощи корнеров открытым способом или "заглаженных" с

подкадкой или без нее - так называемый ажур (камень просматривается как сверху, так и снизу).

60. *Из какого материала и для чего делается прокладка для прозрачных камней?*

Под камни подкладывают блестящую металлическую фольгу для того, чтобы повысить блеск камня.

61. *Что такое "паве"?*

Прием декорирования ювелирного изделия, когда вся поверхность густо усажена мелкими одинаковыми камнями.

63. *Что означает кармезиновый способ украшения драгоценных изделий?*

Находящийся в середине драгоценный камень окаймляют одинаковыми камешками (например, овальный смарагд, окруженный бриллиантами).

64. *Из чего делается шпаклевка (мастика) для удержания драгоценностей при закрепке или резке?*

Из смеси шеллака, канифоли, кирпичного порошка, мела в различных пропорциях или других добавок, например клея, серного цвета, скипидара, болюса (мелкой красной глины).

65. *Как можно улучшить внешний вид драгоценностей?*

Полировкой, матировкой, декоративной гравировкой или чеканкой, а также лапидарной обработкой.

66. *Назовите способы очистки металлических изделий.*

Химическая очистка: жиры растворяют в теплом растворе соды (10%-ном) или в мыльном растворе. Протравливание предметов в травильном растворе - в слабом растворе серной кислоты - с последующим ополаскиванием водой. Механическая очистка: при помощи скребков, карборундов, наждаков и пемзы. Мелкие предметы полируют отмученным мелом, венской известью и крокусом.

67. *Какие пасты используют для полировки золота?*

Трепел - осадочная смесь ила с кварцевыми остатками диатомовых водорослей. Натуральный полировочный крокус из гематита или искусственная паста - колькотар, получаемый из железного купороса (колчеданного огарка).

68. *Для чего золотые предметы подвергают золочению?*

В том случае, если поверхность предмета приобрела зеленоватую окраску (шлаки) в результате действия протравы. При золочении отпадает необходимость в полировке, особенно в трудно доступных местах; по сравнению с полированием сокращаются потери драгоценного металла - из старой ванны золото получают обратно почти на 100%.

69. *Каким образом золотому изделию, проба которого равна 14 каратам, можно придать цвет чистого золота?*

Химической окраской в горьком растворе селитры, поваренной соли и соляной кислоты.

70. *Назовите способы облагораживания ювелирных изделий из низкопробных сплавов.*

Металлизация, золочение, серебрение.

71. *Назовите состав раствора, применяемого для гальванического золочения.*

Хлористое золото, цианистый калий и дистиллированная вода.

72. *Какой способ золочения наиболее долговечен?*

Старый способ огненного золочения золотой амальгамой, т. е. сплавом золота и ртути.

73. *Назовите состав раствора, применяемого для гальванического серебрения.*

55 г азотнокислого серебра, 80 г цианистого калия и 1 л дистиллированной воды.

74. *Что такое анодирование?*

Анодная оксидация поверхности алюминиевых предметов.

75. *Каким образом внешнему виду предмета придается старинный вид?*

Окраской от серого до черного цвета в горьком растворе серной печени.

76. *Что такое тульское серебро?*

Орнаментально украшенное серебро черным расплавом серебра, меди, олова, серы и другими добавками. Технология старинная, восточного происхождения, свое название получила от русского города Тула.

77. *Назовите причины почернения золотых украшений при их носке.*

От химического воздействия, например использования некоторых косметических средств, наружных или внутренних лекарств и т. д.

78. *Что такое гильоширование?*

Украшение предмета посредством механического рифления (штриховки). Для этого применяется станок, в котором резец принудительно движется в полозьях.

79. *Что такое лапидарная шлифовка?*

Шлифовка металла до высокого блеска на точильном камне.

80. *Что такое осса сепия?*

Раковина сепии. Сепия - это морской моллюск, водится почти во всех морях, но чаще встречается в Адриатическом море. Поверхность скорлупы раковины используется для изготовления форм для отливки колец и других мелких предметов.

81. *Что такое карборунд?*

Соединение кварцевого песка и порошкового угля (кокса), которое появляется в результате редукции в электрических печах. Он тверже корунда и предназначается для шлифовки.

82. *Что такое наждак?*

Мелкозернистый темный корунд, часто засоренный магнитным железняком или красным железняком (твердость 7-9). Соединяют при помощи мастики в шлифовальные круги либо приклеивают на бумагу в соответствии с величиной зерен.

83. *Что такое пемза и для чего ее применяют?*

Губчатое, очень легкое вещество вулканического происхождения; плавает на поверхности воды благодаря своему пористому строению; твердость 6. Употребляется для шлифовки и полировки мягких металлов, а также для удаления штрихов с пробирного камня.

84. *Как получают древесные угли и для чего их применяют?*

Сжиганием (карбонизацией) твердого дерева в закрытых камерах специальных печей (раньше сжигали на кострах); служат в качестве подкладки при плавке и пайке.

85. *Что такое асбест и для каких целей его используют в ювелирном деле?*

Асбест, или горный лен, - это огнеупорная смесь из асбестового волокна (минерал группы силикатов). Употребляется для производства огнеупорных тканей (защитных костюмов и рукавиц при плавке металла), а также в качестве подкладки при отжиге и пайке.

86. *Какое учреждение осуществляет надзор за соблюдением государственных проб и какая организация осуществляет надзор за весами.*

Государственный пробирный надзор: районные управления мер и весов.

87. *Каким операциям подвергают новые драгоценности, изготовленные из благородных металлов?*

Официальной проверке на пробу и официальному клеймению государственным пробирным надзором.

88. *Какую цель преследует обязательное представление товара - ювелирного изделия из драгоценных металлов к официальной проверке и испытанию, а также к официальному клеймению?*

Тем самым охраняются интересы потребителя.

89. *Какие пробы для золотых изделий установлены в России?*

Пять проб: № 1 - 896; № 2 - 900; № 3 - 750, № 4 - 585/1000 и № 5 - 375/1000.

90. *Опишите официальное клеймо для небольшого золотого изделия 0,750 пробы?*

Смотрящая влево голова петуха в неравнобедренном пятиугольнике, справа - арабская цифра 3.

91. *Какими значками обозначает предприятие свою продукцию из благородных металлов?*

Производственным значком и значком пробы.

92. *Опишите официальный значок для небольшого золотого изделия 0,585 пробы.*

Голова чибиса в овальной рамке, внизу - арабская цифра 4.

93. *Опишите образец официального значка для небольшого серебряного изделия 3, 4 и 5 проб.*

Смотрящая влево голова зайца в различных рамках в соответствии с пробой серебра, которая обозначается арабской цифрой, расположенной в правом нижнем углу.

94. *Как определяется проба золотых изделий?*

Быстрой проверкой чертой на пробирном камне или лабораторной проверкой (в аффинериях и государственных лабораториях).

95. *Что такое капель?*

Пористый сосуд из костяной муки и магнезии, предназначенный для анализа пробы золота и серебра посредством нагревания.

96. *Что необходимо для так называемой быстрой проверки благородных металлов?*

Пробирный камень (булыжник), пробирные иглы, кислоты и профессиональный навык.

97. *Что вы знаете о булыжнике?*

Булыжник (пробирный камень) представляет собой мелкозернистый кремнистый сланец густого черного цвета; неоценимый помощник для быстрой проверки сплавов драгоценных металлов.

98. *Как исследуют пробу сплавов серебра?*

При помощи черты на булыжнике и специально приготовленного раствора двухромовокислого калия в разбавленной серной кислоте (до кровавой окраски), а также методом химического анализа.

99. *Какой способ пробирования отражает содержание серебра в сплаве наиболее точно?*

Химическое титрование (т. е. измерение)* по методу Гей-Люссака; пробирование производят аффинерии и государственные пробирные учреждения.

* (*Купелирование, заключающееся в последовательном расплавлении, растворении в кислотах и взвешивании нерастворяющегося остатка благородного металла - прим. пер.*)

100. *Назовите основные обязанности ювелира.*

Ювелир должен ремонтировать драгоценности и изготавливать ювелирные изделия по индивидуальным заказам.

101. *О чем следует заботиться при ремонте драгоценностей?*

Чтобы ремонтируемый предмет сохранил прежний внешний вид и прочность и чтобы его по возможности нельзя было бы отличить от нового.

102. *Что необходимо сделать, перед тем как приступить к непосредственному ремонту ювелирных изделий?*

Драгоценности необходимо почистить (помыть), тщательно проверить, из какого металла они изготовлены, установить пробу металла и какие камни в нем закреплены (проверить, не повреждены ли они).

103. *Старинные русские драгоценности имеют официальное клеймо, выражающее число 56. Что означают эти цифры?*

Золотники (мера Беса в царской России - прим. пер.); 56 золотников = 583,33 тысячных - 14 каратам. Один золотник равен 10,41 тысячных, 96 золотников = металлу 1000/1000 пробы.

104. *Что подразумевается под названием золотой (серебряный) лом?*

Старые, несовременные или сломанные драгоценности различной пробы. Предназначаются для переплавки и переработки в беспримесный металл.

105. *Как перерабатывают земную пену?*

Металлургическим способом. Мусор препарируют путем сожжения в печи, пепел перемалывают в закрытой мельнице и просеивают через мелкое сито. Мучнистую массу затем перемешивают и из разных мест берут образцы для анализа. Результаты указывают на точное содержание драгоценного металла.

107. *Что такое драгоценные камни?*

Природные ископаемые (минералы), большей частью химические соединения, только алмаз является элементом (чистый углерод).

108. *Какие характерные признаки позволяют отнести минералы к группе драгоценных камней?*

- а) внешний вид (оптические свойства, цвет, прозрачность, блеск);
- б) твердость;
- в) редкость месторождений.

109. *Расскажите о принципе, на котором основана шкала Мооса.*

Это шкала твердости минералов, она составлена так, что каждый предыдущий минерал можно поцарапать следующим (т. е. предыдущий мягче следующего за ним минерала).

110. *На каких весах взвешивают драгоценные камни?*

На каратовых весах. 1 метрический карат равняется 0,2 г и делится на 100. 5 каратов = 1 г.

111. *Назовите основные виды огранки драгоценных камней.*

Бриллиант, роза (рута), ступенька, таблица, линза.

112. *Чем отличается алмаз от бриллианта?*

Алмаз - это сырье (самый твердый натуральный минерал), бриллиант - это то же алмаз, но отшлифованный бриллиантовой огранкой, которой шлифуют и другие прозрачные камни.

113. *Где были в последнее время найдены обширные залежи алмазов?*

В Советском Союзе, в Якутской АССР (Восточная Сибирь).

114. *Назовите страны, где имеются наиболее крупные залежи алмазов.*

Советский Союз, Южная Африка, Австралия, Бразилия и Индия.

115. *Что такое бриллиант и что такое роза?*

Бриллиант - это алмаз, отшлифованный бриллиантовой огранкой в виде двух усеченных пирамид, сложенных основаниями; роза- это тоже алмаз, но отшлифованный рутовой огранкой - в виде низкой пирамиды.

116. *Где и когда был найден самый крупный алмаз? Назовите его массу и название.*

Самый крупный алмаз был найден в 1905 г. в Южной Африке. Масса его составляла 3106 каратов, алмаз назывался Куллинан.

117. *Что такое борт?*

Алмазный порошок нечистых алмазов, раздробленный в стальной ступке; смешанный с маслом употребляется для резки, шлифовки и гравировки драгоценных камней.

118. *В чем заключается разница между подлинными природными камнями и камнями синтетическими?*

Подлинные камни возникли в природе без вмешательства человека; синтетические камни искусственно сделаны химическим путем, имеют одинаковые с природными камнями качества.

119. *Что подразумевается под названием реконструированный рубин?*

Искусственный рубин, изготовленный в результате плавки мелкого порошка природного рубина.

120. *Что такое геммы?*

Гравированные драгоценные камни: с углубленной гравировкой--интальо, с выпуклым рельефным изображением - камея.

121. *Назовите бесцветные камни и степень их твердости.*

Алмаз - 10, лейкосапфир - 9, берилл - 73/4, циркон - 71/2, горный хрусталь - 7.

123. *Какой цвет и степень твердости имеют топаз, гранат, аметист и хризопраст?*

Топаз - желтый, 8; гранат - кроваво-красный, 71/4; аметист - фиолетовый, 7; хризопраст - яблочно-зеленый, 7.

124. *Назовите расцветки природного граната.*

Кроваво-красный, темно-красный с фиолетовым оттенком, коричневый, желтый, зеленый, бесцветный и черный.

125. *Что такое кабошон и пантлок?*

Кабошон - гладкий камень круглой шлифовки (линза); пантлок - в виде слезинки (капли), драгоценный камень грушевидной формы.

126. *Синтетические камни изготовляют по двум группам: шпинели и корунды. Какие камни относятся к группе шпинелей, корундов?*

Шпинель под цвет аквамарина, циркона, хризолита, сибирского изумруда, турмалина и бирманского сапфира.

Рубин, синий и белый сапфир, падпараджа и корунды под цвет александрита, гиацинта, топаза, цитрина, аметиста, кунцита и дамбурита.

127. *Что такое сим или (стразы)?*

Имитации бриллианта из свинцового стекла, под которые подкладывают блестящую фольгу или зеркальное вещество.

128. *Как лучше предохранять драгоценные камни от возможных повреждений при пайке драгоценностей?*

Частично предохраняет камни слой растертой буры или борной кислоты. Более надежный способ - применение влажной асбестовой кашицы, мелкого сырого песка, а также смоченной в воде ваты или шелковидной бумаги. Крупные драгоценные камни перед пайкой необходимо осторожно вынуть.

129. *Какие драгоценные камни не восприимчивы к огню?*

Алмаз, рубин, чешский гранат (после нагревания требует постепенного охлаждения).

130. *Выдерживают ли жар искусственные и поделочные драгоценные камни?*

Синтетические нет, дублеты расклеиваются, стеклянные поделки теряют свою окраску, мутнеют и плавятся.

131. *Что такое жемчуг.*

Животный продукт морской или речной перловицы - углекислая известь (арагонит).

132. *Какие вам еще известны виды жемчуга в соответствии с его происхождением?*

Природные, т. е. морские (при неправильной форме называют барочные) и пресноводные (речные); культивированные; японские и имитированные - изготовленные из стекла.

133. *Что такое коралл?*

Продукт морских полипов. Исключительно редкий - красный коралл.

134. *Чем укрепляют жемчуг и кораллы в драгоценностях?*

Жемчуг - белой специальной мастикой, кораллы - смесью шеллака с мастиксом (1:1), а также клеем из эпоксидной смолы.

135. *Что такое янтарь?*

Ископаемая окаменевшая смола, продукт выделения хвойного дерева.

136. *Что такое дублет.*

Драгоценный камень из двух частей. Два драгоценных камня (нижний и верхний) склеивают канадским бальзамом, чтобы получился один крупный камень, или наплавляют цветное стекло на пластинку из альмандина или горного хрусталя (так называемый миксель).

137. *Что такое смальта?*

Эмаль - стеклянная глазурь из кремниевой муки, окрашенная в различные цвета окислами металлов.

138. *Что такое водяное стекло?*

Раствор кремниевого натрия или калия. Используется для ремонта трещин в камнях и эмали.

139. *Что облегчает труд ювелира?*

Хорошее знание используемых материалов и вспомогательных веществ, надлежащий уход за инструментами и порядок на рабочем месте.

140. *К чему следует стремиться при изготовлении изделий из благородных металлов?*

Чтобы потери металлов были наименьшими,

141. *Что должен знать каждый ювелир, работающий с золотом и серебром?*

Историю ювелирного дела, развитие различных стилей и художественных направлений. Эти знания окажут хорошую услугу и при ремонте старинных драгоценностей.

142. *В каком столетии появился модный стиль барокко и чем он примечателен?*

В 17 столетии; для этого стиля характерна особая пышность.

143. *Как углубляются профессиональные знания ювелира?*

Чтением и изучением специальной литературы, посещением художественных выставок, коллекций, особенно музейных, на которых представлены великолепные художественные изделия.

144. *Почему в работе ювелира требуется особая осторожность?*

Потому, что ювелир имеет дело с огнем, механическими установками, острыми инструментами, электрическим током и применяет при этом едкие щелочи и яды.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-
методическому комплексу

_____С. А. Упоров

Методические указания по организации выполнения и защите курсовой работы (проекта)

ПМ.02. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
МДК.02.01 «Технология исполнения изделий декоративно-прикладного и народного искусства»
МДК.02.02 «Проектирование художественных изделий из металла»

Специальность
54.02.02 ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОЕ ИСКУССТВО И НАРОДНЫЕ ПРОМЫСЛЫ (ПО ВИДАМ)
Направленность: Художественная обработка металла.

программа подготовки специалистов среднего звена
на базе основного общего образования

Автор:

Одобрена на заседании кафедры

ХПТТ
(название кафедры)

Зав.кафедрой _____
(подпись)

Кардапольцева В.Н.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

ИЭФ
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Мочалова Л.А
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

Введение

Настоящие методические рекомендации предназначены для обучающихся по образовательным программам среднего профессионального образования, всех форм обучения в качестве руководства по выполнению и защите курсовой работы (проекта).

Методические рекомендации определяют порядок разработки заданий, планирования структуры, объема, содержания и оформления курсовой работы (проекта), сроки ее подготовки, представления к защите и организации защиты, а также соответствующего контроля и помощи студентам на всех этапах их работы над темой.

Курсовая работа (проект) является важным элементом учебного процесса, предусмотрена учебным планом. Курсовая работа (проект) является результатом самостоятельного труда студента по выбранной теме. Выполнение курсовой работы (проекта) позволяет закрепить полученные знания, умение работать с литературой, проводить анализ основных технико-экономических показателей, делать выводы и обосновывать предложения по тем или иным направлениям.

Курсовое проектирование – вид учебной деятельности по изучаемой дисциплине, результатом которого является курсовая работа или курсовой проект, предусмотренные учебным планом и выполняемые студентом самостоятельно под руководством преподавателя.

Курсовая работа – это проектно-аналитическая работа, целью которой является формирование и развитие навыков самостоятельного поиска, подбора, систематизации, анализа и обобщения литературного и справочного материала; систематизация, закрепление и творческое использование теоретических знаний по направлению/специальности; приобретение начального опыта научно-исследовательской и проектной работы; развитие навыков и умений изложения своих мыслей, использования научной терминологии, аргументации своих выводов и предложений; повышение культуры оформления научного, методического и справочного материала.

Курсовой проект – это работа, выполняемая студентом в сроки, предусмотренные учебным планом, ограниченная предметной областью изучаемой учебной дисциплины, а также дисциплин, логически предшествующих ей, предполагающая анализ проблемной ситуации, генерацию возможных путей ее разрешения, обоснование рационального варианта решения, выполнение расчетных, исследовательских, конструкторских, технологических работ. Каждый курсовой проект строго индивидуален и ориентирован на развитие у студента определенной части профессиональных навыков и умения творчески решать практические задачи. По результатам выполнения курсового проекта оформляется пояснительная записка, структура и объем которой устанавливаются кафедрой, исходя из характера проекта и учебной дисциплины, а также времени, отводимого на самостоятельную работу студентов по данной дисциплине.

Основная цель выполнения курсовой работы (проекта) заключается в закреплении, углублении и систематизации полученных студентами теоретических знаний в процессе изучения дисциплин, развитии практических навыков анализа технико-экономических показателей, выбора наиболее рациональных путей решения отдельных проблем, возникающих в области изучаемого предмета.

Задачами выполнения курсовой работы (проекта) являются:

- теоретическое исследование рассматриваемой проблемы (раскрытие ее сущности, содержания, предлагаемых в литературе методов и путей решения конкретных вопросов, связанных с проблематикой исследования);
- анализ основных технико-экономических или статистических показателей, расчет и анализ показателей по выбранной теме с использованием экономико-математических методов и моделей;
- формулирование выводов, разработка конкретных предложений по совершенствованию методов и практики решения определенных вопросов в рассматриваемой области исследования, обоснование их соответствующими расчетами эффективности и целесообразности.

При написании курсовой работы (проекта) используются знания в области изучаемой дисциплины и смежных областей.

В необходимых случаях в курсовом проектировании должны использоваться информационно-поисковые системы («Гарант», «Консультант Плюс» и т. п.), программные продукты для решения отдельных задач, электронные таблицы, поисковые системы сети интернет, а также другие информационные технологии.

1. Общие положения

Методические рекомендации по организации выполнения и защите курсовой работы (проекта) разработаны в соответствии с:

- Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральными образовательными стандартами среднего профессионального образования (далее – ФГОС СПО);
- Приказом Министерства образования Российской Федерации от 14.06.2013 № 464 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам среднего профессионального образования»;
- Письмом Минобразования РФ от 05.04.1999 № 16-52-55ин/16-13 «О Рекомендациях по организации выполнения и защиты курсовой работы (проекта) по дисциплине в образовательных учреждениях среднего профессионального образования»;
- Уставом колледжа.

Выполнение курсовой работы (проекта) рассматривается как вид учебной деятельности по дисциплине (дисциплинам) профессионального учебного цикла и (или) профессиональному модулю (модулям) профессионального учебного цикла и реализуется в пределах времени, отведенного на ее (их) изучение и в объеме, предусмотренном учебным планом для очной формы обучения.

Выполнение обучающимся курсовой работы (проекта) осуществляется на заключительном этапе изучения дисциплины (дисциплин) профессионального учебного цикла и (или) профессионального модуля (далее - ПМ).

Форма выполнения курсовой работы (проекта), периодичность и система оценок определяется колледжем самостоятельно по каждой специальности.

В ходе выполнения курсовой работы (проекта) осуществляется формирование общих и профессиональных компетенций согласно видам профессиональной деятельности в соответствии с ФГОС СПО.

Выполнение студентом курсовой работы (проекта) по дисциплине или ПМ проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений по общепрофессиональным дисциплинам и междисциплинарным курсам;
- углубления профессиональных компетенций в соответствии с заданной темой;
- формирования умений применять теоретические знания при решении поставленных вопросов;
- формирования умений использовать справочную, нормативную и правовую документацию;
- развития творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- подготовки к государственной итоговой аттестации обучающихся.

Подготовка и защита курсовой работы (проекта) проводится за счет объема времени, отводимого на изучение учебной дисциплины профессионального цикла и (или) междисциплинарного курса (далее – МДК).

Сроки выполнения курсовой работы (проекта) закрепляются в учебном плане по специальности.

Количество курсовых работ (проектов), наименование учебных дисциплин и профессиональных модулей, по которым они предусматриваются и количество часов обязательной учебной нагрузки студента, отведенное на их выполнение, определяются федеральными требованиями ФГОС СПО. Колледж самостоятельно определяет количество

курсовых работ, выполняемых студентами за весь период обучения, а также перечень учебных дисциплин и (или) профессиональных модулей, в рамках которых выполняются курсовые работы (проекты).

2. Организация разработки тематики курсовых работ (проектов)

Тематика курсовых работ (проектов) ежегодно разрабатывается преподавателями колледжа, рассматривается и принимается соответствующими предметно-цикловыми комиссиями (далее – ПЦК), утверждается заместителем директора колледжа по учебной работе.

Ответственность за своевременную разработку тематики курсовых работ (проектов) несут председатели ПЦК.

Темы курсовых работ (проектов) должны соответствовать рекомендуемой примерной тематике курсовых работ (проектов) в рабочих программах дисциплин профессионального учебного цикла и (или) профессионального модуля (модулей).

Тема курсовой работы (проекта) может быть предложена студентом, работодателем, социальным партнером при условии обоснования им ее целесообразности.

Выполнение курсовой работы (проекта) по одной теме группой студентов допускается в исключительных случаях по разрешению начальника Учебно-методического отдела Колледжа.

Тема курсовой работы (проекта) может быть связана с программой производственной или учебной практики студента.

Курсовая работа (проект) может стать составной частью (разделом, главой) выпускной квалификационной работы.

3. Организация и руководство выполнением курсовой работы (проекта)

Количество, вид курсовых работ (проектов) и дисциплины, по которым предусматривается написание курсовой работы (проекта), определяются учебными планами.

Руководителем курсовой работы (проекта) является преподаватель ведущий дисциплину.

Руководитель осуществляет руководство и контроль выполнения курсовой работы (проекта).

Руководитель обеспечивает: уточнение темы курсовой работы (проекта), разработку задания по избранной теме, планирование и составление графика подготовки работы, контроль выполнения отдельных этапов работы, научно-методическое руководство, помощь в определении круга источников и литературы по избранной теме, групповые и индивидуальные консультации, оценку курсовой работы (проекта) и написание отзыва (рецензии) на курсовую работу (проект) (см. Приложение 1).

Руководитель, проверяя курсовую работу (проект), дает письменный отзыв, т.е. рецензию на выполненную работу. В рецензии отражается краткий анализ положительных сторон курсовой работы (проекта), подробный анализ недостатков и ошибок работы, делается общий вывод преподавателем по всей работе.

За руководство курсовой работой (проекта) преподавателю устанавливается учебная нагрузка в соответствии с утвержденными Колледжем нормативами.

Выбор и утверждение темы курсовой работы:

Студент выбирает тему курсовой работы из числа тем, предложенных в рабочей программе учебной дисциплины, и регистрирует свой выбор в Учебно-методическом отделе Колледжа. При выборе темы курсовой работы (проекта) необходимо учесть возможность дальнейшего ее развития, углубления и конкретизации, а также использования в выпускной квалификационной работе.

Выбранная тема курсовой работы (проекта) должна быть согласована с руководителем. Изменения темы курсовой работы (проекта) могут быть внесены только после согласования с руководителем.

Студент может предложить свою тему с обоснованием целесообразности ее разработки и при согласовании с председателем ПЦК и/или руководителем.

При выборе темы курсовой работы (проекта) необходимо учитывать следующие условия: соответствие темы курсовой работы (проекта) содержанию дисциплины, по которой выполняется курсовая работа (проект); актуальность проблемы; наличие специальной литературы и возможность получения фактических данных, необходимых для анализа; собственные научные интересы и способности студента; преемственность исследований, начатых в предыдущих курсовых работах (проектах) и в период учебных практик; исключение по возможности дублирования (дословного совпадения формулировок) тем курсовых работ (проектов), выполняемых студентами (творческим коллективом студентов).

Закрепление темы за конкретным студентом осуществляется распоряжением заместителем директора по учебной работе.

4. Структура и содержание курсовой работы (проекта)

Содержание курсовой работы (проекта) должно свидетельствовать о достаточно высокой теоретической подготовке студента, которую он должен иметь на данном курсе, и о наличии у автора необходимых знаний по теме работы. Работа должна иметь правильно составленную библиографию, логичную структуру, обеспечивающую раскрытие темы. Должна быть написана грамотно, хорошим литературным и профессиональным языком, иметь правильно оформленный инструментальный аппарат.

Курсовая работа (проект) содержит следующие структурные элементы:

- титульный лист (см. приложение 2);
- содержание (оглавление);
- введение;
- основную часть;
- заключение;
- список литературы;
- приложения.

Содержание (Оглавление) включает порядковые номера и наименование структурных элементов курсовой работы (проекта) с указанием номера страницы, на которой они помещены.

Введение характеризует: актуальность темы исследования - обоснование теоретической и практической важности выбранной для исследования проблемы; цель и задачи курсовой работы (проекта) - краткая и четкая формулировка цели проведения исследования и нескольких задач, решение которых необходимо для достижения поставленной цели; предмет исследования — формулировка конкретного вопроса или анализируемой проблемы; объект, методы исследования (желательно).

Основная часть курсовой работы (проекта) может содержать следующие части: главы; параграфы (разделы).

Каждый элемент основной части должен представлять собой законченный в смысловом отношении фрагмент курсовой работы (проекта).

Разделы курсовой работы (проекта) должны быть взаимосвязаны. Рекомендуется, чтобы каждая глава заканчивалась выводами, позволяющими логически перейти к изложению следующего материала.

В основной части курсовой работы (проекта) описывается сущность предмета исследования, его современное состояние и тенденции развития. На основе обзора учебной и специальной научной литературы оценивается степень изученности исследуемой проблемы. Сопоставляются различные мнения, высказывается собственная точка зрения по дискуссионным (по-разному освещаемым в научной литературе) и нерешенным вопросам. Содержание этой части должно показать степень ознакомления студента с поставленной проблемой и современным научно-теоретическим уровнем исследований в данной области, а также умение работать с фактическим материалом, сжато и аргументированно формулировать

задачи и результаты исследований и давать обоснованные рекомендации по решению выявленных проблем.

Основные теоретические положения и выводы следует иллюстрировать цифровыми и статистическими данными из статистических справочников, монографий, журнальных статей и других источников.

Цифровой материал приводится, как правило, в виде таблиц. Для наглядности рекомендуется включать иллюстративные материалы (графики, диаграммы, схемы и др.). Все иллюстративные материалы и таблицы следует нумеровать (рекомендуется сквозная нумерация).

Курсовой проект по структуре состоит из пояснительной записки и практической части. Основная часть курсового проекта включает в себя описание разрабатываемого технологического процесса, проектного задания; описание спроектированного продукта (результата технологического процесса); организационно-экономическую часть.

Практическая часть курсового проекта может быть представлена чертежами, схемами, графиками, диаграммами, картинами, сценариями и другими изделиями или продуктами творческой деятельности в соответствии с выбранной темой.

Каждая глава должна содержать не менее двух и не более пяти структурных элементов (параграфов). При этом необходимо стремиться к пропорциональному (по объему) распределению материала между главами и внутри них. Объем раздела основной части курсовой работы (проекта) не должен быть менее 1,5 страниц.

Заключение - краткое изложение основных, наиболее существенных результатов проведенного анализа, сформулированных в виде выводов, соответствующих цели и поставленным во введении задачам исследования, также в заключении могут содержатся выводы и рекомендации относительно возможностей использования материалов работы.

В *списке литературы* должны быть представлены основные источники по теме: нормативно-правовые акты, учебная литература, монографические исследования, статьи и др., в т.ч. переведенные на русский язык и на языке оригинала, статистические издания, справочники и интернет-источники.

Список должен содержать не менее 10 - 15 современных источников, изученных студентом (преимущественно даты издания не более 5 лет относительно года написания курсовой работы, кроме исторических тем).

На основные приведенные в списке источники должны быть ссылки в тексте курсовой работы (проекта).

Приложения - вспомогательные иллюстративно-графические, табличные, расчетные и текстовые материалы, которые нецелесообразно (объем более 1 страницы) приводить в основном тексте курсовой работы (проекта).

Приложения к курсовой работе (проекту) могут включать в себя; материалы, дополняющие текст работы; промежуточные вычисления, расчеты, выкладки; экспериментальные материалы; инструкции; описание методик, технологий, программных средств и т.п.; протоколы испытаний (экспериментов); заключения экспертизы, акты внедрения и т.д.

Приложения помещают в конце курсовой работы (проекта).

Каждое приложение должно начинаться с новой страницы и иметь заголовок.

Приложения нумеруются арабскими цифрами порядковой нумерации. Номер приложения размещается в правом верхнем углу над заголовком после слова «Приложение» (например, Приложение 1.)

Приложения должны иметь общую с остальной частью курсовой работы (проекта) сквозную нумерацию страниц.

На все Приложения в основной части курсовой работы (проекта) должны быть ссылки.

Последовательность приложений должна соответствовать их упоминанию в тексте.

5. Объем и требования к оформлению курсовой работы (проекта)

Текст курсовой работы (проекта) оформляется машинописным или машинным способом.

Работа оформляется на одной стороне листа формата А4 (210х297 мм). Расстояние между строчками полтора интервала, шрифт - Times New Roman, размер шрифта 14.

Размерные показатели: страницы рукописи должны иметь поля следующих размеров: верхнее и нижнее - по 15 мм, правое - 15 мм, левое - 30 мм.

Общий объем курсовой работы (проекта) без приложений не должен превышать 25-40 страниц компьютерного набора.

Номера присваиваются всем страницам, начиная с титульного листа, нумерация страниц проставляется с «Содержания».

Каждый раздел курсовой работы (проекта) начинается с новой страницы.

В тексте курсовой работы (проекта) не должны использоваться сокращения слов и аббревиатуры за исключением общепринятых.

Все цитаты, таблицы, фактические данные, приводимые в работе, должны быть снабжены сносками. Указание книг и статей в сносках должно соответствовать тем же требованиям, что и при составлении списка литературы. Использование источников из интернета также должно сопровождаться соответствующими ссылками.

Все таблицы и рисунки в тексте курсовой работы (проекта) должны быть пронумерованы и иметь названия.

Список использованных источников информации следует помещать после раздела «Заключение». Библиографическое описание документов в списке литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5 - 2008.[1] Библиографическое описание работ должно быть точным и полным. Оно должно включать фамилию и инициалы автора (авторов) или титульного редактора (редакторов), полное название книги, место издания, издательство и год издания. При включении в список литературы статей необходимо указать фамилию и инициалы автора (авторов), полное название статьи, название журнала, год выпуска и его номер, а также страницы, на которых опубликована статья.

Рекомендуется использовать сквозную нумерацию источников в списке, группируя их по следующим разделам: нормативно-правовые акты; специальная научная и учебная литература; ресурсы Internet.

Нормативно-правовые акты располагаются в порядке их юридической иерархии. Все остальные источники - в алфавитном порядке (по фамилии автора или названию работ).

6. Порядок проведения защиты курсовых работ(проектов)

Законченная и оформленная в соответствии с установленными требованиями курсовая работа (проект) сдается в Учебно-методический отдел, где регистрируется в специальном журнале (Журнал регистрации курсовых работ (проектов)) и передается руководителю, который определяет допуск работы к защите и подписывает ее.

Дата защиты курсовой работы (проекта) определяется расписанием занятий, которое составляется Учебно-методический отделом.

Защита состоит из краткого доклада студента по теме курсовой работы (проекта) в течение 5-7 минут и ответов на вопросы преподавателя.

Студент должен: логично построить сообщение о выполненной работе, обосновать выводы и предложения; показать понимание теоретических положений, на основе которых выполнена работа; показать самостоятельность выполнения работы; дать правильные ответы на вопросы.

Решение об оценке курсовой работы (проекта) принимается по результатам анализа предъявленной курсовой работы (проекта), доклада студента на защите и его ответов на вопросы.

[1] Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 апреля 2008 г. №

95-ст «Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления»

Курсовая работа (проект) оценивается дифференцированной отметкой: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценку «отлично» получают работы, в которых содержатся элементы научного творчества, делаются самостоятельные выводы, дается аргументированная критика и самостоятельный анализ фактического материала на основе глубоких знаний литературы по теме работы.

Оценка «хорошо» ставится тогда, когда в работе, выполненной на достаточном теоретическом уровне, полно и всесторонне освещаются вопросы темы, но нет должной степени творчества.

Оценку «удовлетворительно» имеют работы, в которых правильно освещены основные вопросы темы, но не проявилось умение логически стройного их изложения, самостоятельного анализа источников, содержатся отдельные ошибочные положения.

Оценку «неудовлетворительно» студенты получают в случае, когда не могут ответить на замечания, не владеют материалом работы, не в состоянии дать объяснения выводам и теоретическим положениям данной проблемы.

Положительные оценки по курсовой работе (проекту) заносятся в ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительные оценки проставляются только в зачетно-экзаменационную ведомость.

Студент, не предъявивший в установленный срок курсовую работу (проект) или не защитивший её по неуважительной причине, считается имеющим академическую задолженность.

Курсовые работы (проекты) с отзывом (рецензией) преподавателя после их защиты должны сдаваться преподавателем в Учебно-методический отдел.

Хранение курсовых работ (проектов) осуществляется в соответствии с «Положением о порядке учета, хранения, выдачи, списания и уничтожения курсовых, контрольных работ, отчетов по практике и выпускных квалификационных работ в Автономной некоммерческой организации профессионального образования «Московский областной гуманитарно-социальный колледж».

Приложение 1.

Отзыв (рецензия)
на курсовую работу (проект)

студента(ки): _____
специальность: _____
на тему: «_____»
руководитель: _____

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

_____/_____/
(подпись) (Ф.И.О.)

Памятка руководителю курсовой работы (проекта).

В рецензии отражается:
- актуальность темы;
- практическая значимость;
- профессионализм выполнения;
- соответствие работы заявленной теме;
- полнота раскрытия темы;
- правильность применения профессиональной терминологии;
- наличие элементов творчества;
- уровень теоретической и специальной подготовки студента;
- соответствие оформления работы установленным стандартам и требованиям;
- достоинства и недостатки каждого раздела работы;
- допуск к защите;
- оценка работы по пятибалльной шкале.

Приложение 2.

Специальность – _____
(указать наименование специальности)

Иванов Иван Иванович
студент_____курса,
_____форма обучения

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине: «*указать наименование дисциплины*»

на тему:

«указать полное наименование темы»

Руководитель:
_____

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ: _____

ОЦЕНКА НА ЗАЩИТЕ: _____

Екатеринбург – 20_____г.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-
методическому комплексу

_____С. А. Упоров

Методические указания по организации выполнения курсовой работы (проекта)

ПМ.02. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

МДК.02.02 «Проектирование художественных изделий из металла»

Специальность

54.02.02 ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОЕ ИСКУССТВО И НАРОДНЫЕ ПРОМЫСЛЫ (ПО ВИДАМ)

Направленность: Художественная обработка металла.

программа подготовки специалистов среднего звена
на базе основного общего образования

Автор:

Одобрена на заседании кафедры

ХПТТ
(название кафедры)

Зав.кафедрой _____
(подпись)

Кардапольцева В.Н.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

ИЭФ
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Мочалова Л.А
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

Оглавление

Введение.....4
Оформление титульного листа… 5
Оформление оглавления….....8
Структура теоретической части курсовой работы.....8
Требования к содержанию теоретической части курсовой работы 11
Нумерация страниц и рубрик текста….....13
Оформление иллюстраций 13
Оформление сносок 14
Оформление печатного текста.....15
Оформление списка литературы.....16
Критерии оценок курсовой работы 17
Защита курсовых работ.....20
Хранение курсовых работ 21
Список тем курсовых работ… 21

Введение

Обучение в высшем или средне-специальном учебном заведении предполагает обязательное написание особого рода самостоятельной работы – курсовой.

Курсовая работа представляет собой вид учебной работы обучающегося, в которой присутствуют элементы самостоятельного научного исследования. Написание подобных творений готовит студентов к созданию главной работы, служащей итогом обучения: дипломной.

Написание курсовых проектов развивает такие умения обучаемых, как выбор и чёткое формулирование темы исследования, сбор подходящего материала с использованием научной литературы и источников, сортировку и логическую систематизацию собранного материала, написание понятного текста с соблюдением необходимых общепринятых правил, важных стандартов оформления.

Курсовая работа нацелена на развитие умений, связанных с поиском и осмыслением нужной информации, которая выходит за чёткие рамки списка установленной и являющейся обязательной литературы. В ходе её исполнения студент учится проводить анализ источников, правильно излагать результаты, полученные в исследованиях.

Методические рекомендации по курсовой работе составлено в соответствии с:

- Федеральными государственными образовательными стандартами среднего профессионального образования по специальностям:

- ГОСТ 7.32. – 2001 «Отчет о научно – исследовательской работе. Структура и правила оформления»,

- ГОСТ 2.105 – 95 «Общие требования к текстовым документам»,

- ГОСТ 7.1. – 2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

- В соответствии с требованиями к условиям реализации основной профессиональной образовательной программы ФГОС по специальности СПО обучающийся должен выполнить курсовую работу, которая представляет собойвид учебно-исследовательской работы по учебной дисциплине (УД) профессионального цикла и (или) профессиональному модулю (ПМ).Выполнение курсовой работы предполагается на IV курсе.

- Выполнение курсовой работы является важным и обязательным этапом обучения студента в колледже, систематизирует, обобщает, закрепляет теоретические знания, развивает и углубляет практические умения и навыки, показывает степень усвоения студентом пройденного учебного материала, а также способность к его анализу, позволяет применить полученные общие и профессиональные компетенции при решении задач, связанных со сферой профессиональной деятельности выпускников.

- Цель курсовой работы – формирование у студентов умений проводить самостоятельное исследование, анализировать, обобщать и излагать полученные данные в виде научно-исследовательской работы и докладывать о проделанной работе перед аудиторией сокурсников и преподавателей.

Основные задачи курсовой работы:

- систематизация и закрепление полученных общих и профессиональных компетенций;
- углубление теоретических знаний в соответствии с заданной темой;
- применение студентами теоретических знаний и практических умений, полученных при изучении учебной дисциплины (учебных дисциплин) и (или) профессионального модуля (модулей) профессионального цикла;
- закрепление у студентов навыков ведения самостоятельной работы, освоение методики теоретического, экспериментального и научно-практического исследования;
- развитие умений студентов работать с различными литературными источниками, анализировать, обобщать, делать выводы, составлять рекомендации, предложения;
- поощрение творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности студента;
- формирование опыта публичной защиты курсовой работы студентом.

Курсовая работа состоит, как правило, из двух частей:

1. Теоретическая часть – исследование исторических материалов, основные выводы и предложения, обоснование своих выводов, анализ работы, технология изготовления работы.

2. Графический проект изделия (по необходимости макет или модель изделия).

Цели курсовой работы:

- систематизация и углубление теоретических и практических знаний по избранной специальности;
- приобретение навыков самостоятельной работы. Выполнение проектаизделия, макета или модели изделия;
- овладение методикой исследования.

В курсовой работе студент должен показать:

- прочные теоретические и практические знания по избранной теме и проблемное изложение теоретического материала;
- умение изучать и обобщать литературные источники, делать выводы и предложения;
- навыки проведения анализов;
- мастерство и творческий подход к избранной теме.

Общие требования к курсовой работе:

- целевая направленность;
- четкость построения;

- логическая последовательность изложения материала;
- глубина исследования и полнота освещения вопросов;
- краткость и точность формулировок;
- грамотное оформление.

Оформление титульного листа

Титульным листом является первая страница студенческой работы, предшествующая основному тексту.

На титульном листе размещаются следующие сведения (реквизиты):

- наименование министерства;
- название образовательного учреждения;
- наименование отделения;
- тема работы;
- фамилия автора;
- коды специальности и специализации;
- должность, ученая степень, ученое звание и фамилия руководителя;
- город и год выполнения работы.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»
"

курсовая работа на тему:

Трафаретная печать в работах тагильских мастеров росписи по металлу.

Студента (-ки)_____Ивановой И.И.
Специальность:
54.02.02. Декоративно - прикладноеискусство и народные промыслы (по видам)
Направленность: Художественная обработка металла.

Руководитель :_____Петрова П.П.

Екатеринбург
Хххх г.

Оформление оглавления

Оглавлением называют часть текстовой работы, носящую справочный вспомогательный характер.

Функции оглавления:

- дает представление о тематическом содержании работы и ее структуре;
- помогает читателю быстро найти в тексте нужное место.

Термин «оглавление» применяется в качестве указателя частей, рубрик работы, связанных по содержанию между собой.

Термин «содержание» применяется в тех случаях, когда работа содержит несколько, не связанных между собой, научных трудов одного или нескольких авторов.

В курсовой работе студента используется термин «оглавление».Оглавление размещается сразу после титульного листа.

Оглавление должно охватывать все части и рубрики студенческой работы.В конце оглавления включается перечень приложений.

Пример **ОГЛАВЛЕНИЕ**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА (введение)……3
ГЛАВА 1.
(название) 1.1…. 11
(название) 1.2……..16
ГЛАВА 2.
(название) 2.1…. 19
название) 2.2……..25
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 30
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... 32
ПРИЛОЖЕНИЕ №1 33
ПРИЛОЖЕНИЕ №2 40

Структура теоретической части курсовой работы

Структурными элементами теоретической части курсовой работы являются:

- титульный лист;
- оглавление;
- пояснительная записка (введение)
- основная часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения;

Требования к содержанию теоретической части курсовой работы.

Введение

Во введении обосновывается выбор темы, определяемый ее ***актуальностью*** (современным состоянием выбранной области прикладногоискусства, ее востребованностью и темпами развития), ***новизной***, степенью внедрения и область применения. Определяется ***цель работы*** (конкретная проектная ситуация) с ее расчленением на ***взаимосвязанный комплекс задач*** (пути достижения цели)**,** подлежащих решению для раскрытия темы, указывается кратко ***объект*** исследования (широкий охват темы) и ***предмет*** (конкретное узкое определение области прикладного искусства). Также указываются ***методы***: проектирования, эвристики, образно-ассоциативный метод, метод гармонизации. Во введении указываются ***теоретические и практические методы исследования*:** метод анализа, синтеза, моделирования, графического калейдоскопирования. Необходимо указать ***принципы организации проектирования*** (принцип художественного конструирования, принцип гуманистической направленности, принцип преемственности, принцип наглядности), ***принципы формообразования проекта*** (принцип рациональности, принцип тектоничности, принцип структурности, принцип органичности, принцип образности, принцип целостности). Во введении также указываются, какие ***аналоги*** были изучены, количество разделов, используемые ***литературные источники***.

Основная часть

Курсовая работа содержит 2 главы, каждая из которых в свою очередь делится на 2-3 раздела.

Первая глава носит общетеоретический характер, в ней, на основе изучения работ отечественных и зарубежных авторов излагается сущность исследуемой проблемы, обосновываются и излагаются собственные позиции студента, изучается и анализируется объект (широкий охват темы, область прикладного искусства, технология выбранной темы) в своем историческомразвитии, в том числе и на современном этапе.

Вторая глава носит аналитический характер, в ней проводится глубокий анализ изучаемой темы, т.е. предмет (конкретное узкое определение области прикладного искусства: предметы прикладного искусства); основные направления и характерные особенности выбранной темы (какие изменениянроисходили, почему они происходили, чем характеризуется предмет, какое значение он имел и имеет для потребителя). Здесь показываются проблемы и решения темы, каким спросом пользуется предмет в настоящее время, влияние современности на стиль и художественные особенности данного предмета.

Заключение

В заключении последовательно излагаются теоретические и практические выводы, к которым пришел студент в результате исследования, результаты работы, показатели художественной эффективности, они должны быть краткими и четкими.

Должны быть намечены пути и цели дальнейшей работы над темой в период дипломного проектирования. Следует указать на ценность выполненной работы, соотнести полученные выводы с целями и задачами, поставленными во введении, оценить успешность проделанной работы.

Приложения

В приложения следует относить вспомогательный материал, который при заключении в основную часть работы загромождает текст.

К вспомогательному материалу относятся таблицы, иллюстрациивспомогательного характера (аналоги, эскизы к изделию в материале, фотографии этапов выполнения работы в макете)

Нумерация страниц и рубрик текста

Нумерация осуществляется арабскими цифрами без знака №.

Номер страницы проставляется на верхнем поле листа в правом углу. Титульный лист и листы, на которых располагаются заголовки структурных частей работы –

«ОГЛАВЛЕНИЕ»,

«ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА»,

«ЗАКЛЮЧЕНИЕ»,

«СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ», и заголовки

разделов основной части следует располагать в середине строки без точки в конце и писать прописными буквами, не подчеркивая.

«ПРИЛОЖЕНИЯ», не нумеруют, но включают в общую нумерацию работы.

Заголовки подразделов печатают строчными буквами (первая -прописная) сабзаца и без точки в конце. Если заголовок включает несколько предложений, их разделяют точками.

Каждую структурную часть курсовой работы и заголовки разделов основной части необходимо начинать с новой страницы.

Разделы нумеруют по порядку 1, 2, 3 и т.д. номер пункта включает номер раздела 1.1, 1.2 или 1.1.1, 1.1.2 и т.д.

Оформление иллюстраций

Иллюстративный материал в тексте служит для более наглядного, выразительного и ясного изложения, если иллюстрация органически не связана с текстом, она должна быть исключена Иллюстрации размещают сразу после первой ссылки на них в тексте.

При большом количестве иллюстраций их помещают по порядку номеров в конце работы (в приложении).

Иллюстрация выполняется на отдельном листе в формате текста, но возможно представление небольших иллюстраций непосредственно на текстовойстранице.

Иллюстративный материал может быть представлен в виде рисунка, фотографии ксерокопии.

Все виды иллюстрации именуются «рисунком» и подписываются сокращенно

«Рис.5», в тексте (рис.5).

Под иллюстрацией обязательно подписывается, что на ней изображено.

Оформление сносок

Библиографическая ссылка – совокупность сведений о цитируемом илиупоминаемом в тексте документа другом документе, необходимых для его общей характеристики, идентификации и поиска.

По месту расположения относительно основного текста работы библиографические ссылки бывают:

1. внутритекстовые, т.е. являются частью основного текста;
2. подстрочные, т.е. вынесенные из текста вниз страницы;
3. затекстовые, т.е. вынесенные за текст всего произведения.

Внутритекстовые ссылки используются, когда значительная часть ссылок вошла в основной текст так органично, что изъять ее из этого текста не возможно. В этом случае в скобках указываются лишь выходные данные и номер страницы, на котором напечатано цитируемое место, или только номер страницы, если ссылка повторная. Например:

Эта сторона математической логики так характеризуется в известной книге Д. Гильберта и В. Аккермана «Основы теоретической логики» (М., 1997. С. 17):

«Логические связи, которые существуют между суждениями, понятиями и т.д., находят свое выражение в формулах, толк4ование которых свободно от неясностей, какие легко бы могли возникнуть при словесном выражении».

Подстрочные ссылки на источники используют в тексте, когда они нужны походу чтения, а внутри текста их разместить невозможно или не желательно, чтобы не усложнять чтение и не затруднять поиски при наведении справки. Длясвязи сносок с текстом используются знаки сносок в виде звездочки или цифры. Например:

В тексте:

Речевой период, который некоторые называют синтаксической конструкцией, создается по принципу кругообразно замыкающихся и ритмически организованных частей[1].

В сноске:

Если несколько ссылок на один и тот же источник приводится на одной странице, то в сносках проставляют слова «Там же» и номер страницы, на которую делается ссылка.

Оформление печатного текста

Курсовая работа должна быть грамотно написана и правильно оформлена, писать следует на одной стороне формата А4. Работа должна быть отпечатана через полтора – два межстрочных интервала.

Текст работы следует писать, соблюдая следующие размеры полей: левое – 30 мм, правое – 15 мм, нижнее – 20 мм, верхнее – 20 мм.

Нумерация страниц производится внизу страницы по середине ее. Сноски печатаются 10 шрифтом.

Курсовая работа должна быть сброшюрована в твердой обложке.

Расстояние между заголовком и текстом 3 - 4 межстрочных интервала, расстояние между заголовками раздела и подраздела 2 межстрочных интервала.

Оформление списка литературы

Вариант 1. Описание по фамилии автора

1.Иванов И.И. Основы экономики.- М.: Экономист, 2008.- 222 с.

Вариант 2. Описание по названию книги

2.Основы экономики./Под ред. Иванова И.И.- М.: Экономист, 2008.- 222 с.

Вариант 3. Описание журнальной или газетной статьи

3.Иванов И.И. Экономика сегодня//Вопросы экономики.- 2008.- № 3.- с. 5 – 25.

[1] Ефимов А. И. О мастерстве речи пропагандиста. М., 1997. С. 42.

Критерии оценок курсовой работы

Показатели оценки курсового преддипломного проекта

Оцениваемые элементы проекта	Показатели оценки выполнения задания	Критерии оценки
Графическая подача проекта.	Анализирует данные, собранные в ходе обследования и изучения объекта проектирования: определяет планируемую функциональность объекта. Применяет типовые методы формообразования в конкретных практических ситуациях	Выбрано актуальное направление проектирования, присутствует новизна подходов, раскрыта практическая значимость проекта Содержание работы соответствует выбранной специальности и теме работы.
Актуальность, новизна темы. Соответствие проекта заявленной теме, требуемому составу и характеру оформления.	Анализирует данные, собранные в ходе обследования и изучения объекта проектирования: определяет планируемую функциональность объекта. Соответствие выполнения художественно-графического проекта требованиям, разработанным в учебном заведении. Использует понятия и принципы, законы и категории композиции в новых проектных ситуациях.	Стилевое и композиционное решение соответствует заявленной теме и характеру объекта проектирования.
Колористическая схема или представление цветового и фактурного решения проекта. Эскизная часть.	Грамотно применяет различные графические приемы и средства в конкретной ситуации. Вычленяет части композиционной структуры и выявляет взаимосвязи между ними. Соответствие выполнения эскизов и проектов современным требованиям декоративно-прикладного искусства.	Представленная эскизная часть охватывает значимые этапы проектирования Эскизы ясно передают принцип построения графической формы, отражают характер используемой в проекте графической техники.
Графическая подача проекта.	Соответствие выполнения эскизов и проектов современным требованиям декоративно-прикладного искусства. Цветовое и фактурное решение проекта основано на современном видении декоративного искусства	Представленная эскизная часть охватывает значимые этапы проектирования Эскизы ясно передают принцип построения графической формы, отражают характер используемой в проекте графической техники. Колористическое решение основано на принципах гармонизации цветов.

Показатели оценки защиты курсового проекта

Оцениваемые элементы защиты	Показатели оценки выполнения задания	Критерии оценки
Содержание защиты Ответы на вопросы	Оценивает логику и методы построения формы, уместность предлагаемых решений с точки зрения функциональности и эстетичности.	Материал изложен в логической последовательности и с использованием принятой в курсе терминологии Соблюден временной регламент защиты
Презентация Характер и уровень применения информацион-но-коммуника-ционных технологий	Структурирует материалы презентации, классифицирует собранный аналоговый материал по содержанию и степени значимости Пользуется современными технологиями для повышения наглядности, информативности презентации	Презентация содержит необходимые разделы, имеет ясную структуру Оформление презентации выполнено с учетом правил профессиональной верстки, материалы имеют необходимые пояснения и ссылки. Презентация выполнена с использованием соответствующего программного обеспечения

При проставлении оценки по работе комиссией учитываются:

доклад студента;

полнота и глубина ответов на вопросы руководителя (членов комиссии);

актуальность, самостоятельность выполнения работы, глубина раскрытия темы, правильность расчетов, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, наличие выводов и рекомендаций, качествооформления.

Курсовая работа оценивается:

- на “отлично”, если студент свободно владеет теоретическим материалом, умеет правильно применять законы композиции и колористики, пользоваться основной, дополнительной и справочной литературой, грамотно и самостоятельно анализирует проект, проявляет инициативу и старательность, убедительно защищает свой проект, работал систематически, аккуратно выполняя график работы;
- на “хорошо”, если студент достаточно твердо усвоил теоретический материал, может применять его на практике самостоятельно и по указанию преподавателя, на хорошем уровне выполнил проект, правильно отвечает на вопросы по защите, работал в основном систематически, пользовался справочной литературой;
- на “удовлетворительно”, если студент усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя применяет его практически, выполнил проект в полном объеме;
- на “неудовлетворительно”, если студент не может защитить свой проект, допустил грубые композиционные и колористические ошибки. Студентам, получившим неудовлетворительную оценку по курсовой работе, предоставляется

право выбора новой темы курсовой работы или, по решению преподавателя, доработки прежней темы и определяется новый срок для ее выполнения

Защита курсовых работ

Защита курсовых работ Защита курсовой работы является публичной. На ней присутствуют студенты группы, научный руководитель. На защите курсовой работы автор делает краткое сообщение (в пределах 5-10 мин.), в котором излагает мотивы выбора темы, характеризует цели и задачи, предмет и методы исследования, выдвинутую гипотезу, полученные результаты и выводы, обосновывает их, а также обозначает их теоретическую и практическую значимость. Затем зачитывается отзыв руководителя, заслушивают ответы автора курсовой работы на замечания, сделанные в отзыве, после чего студенту задаются вопросы.

Вопросы по содержанию курсовой работы могут быть заданы не только научными руководителями, но и всеми присутствующими на защите студентами. Оценка курсовой работы производится дифференцированными отметками по 4-балльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Список тем курсовых работ

направленность «Художественная обработка металла»

1.скульптура малых форм (анималистическая скульптура малых форм, изображение людей),кабинетная пластика(корабли, артобъекты)

2.медали,плакеты. 3.сувенир,подарочное оружие, приз.4.ювелирные украшения.

5.предметы утилитарного назначения (вазы, шкатулки, различная посуда, подсвечники, часы, зеркала)

6.декоративное панно.

7.техники и технологии художественной обработки металла (филигрань, холодная ковка, чеканка, гравировка, диффовка, литье, чернь и т.д).

8. Творчество художников по металлу (историческое наследие и современные подходы в обработке металла).

Хранение курсовых работ

После сессии преподаватель сдает председателю цикловой методической комиссии защищенные курсовые работы по реестру с указанием фамилии, инициалов студента, номера группы, наименования дисциплины

,междисциплинарного курса или профессионального модуля и полученной оценки.

Выполненные студентами курсовые работы хранятся 2 года на соответствующих цикловых методических комиссиях. По истечении указанного срока все курсовые работы, списываются по акту.

Выдавать курсовые работы из архива цикловых методических комиссий для пользования преподавателями или студентами можно лишь с разрешения председателя цикловой методической комиссии.

Лучшие курсовые работы, представляющие учебно-методическую ценность, могут быть использованы в качестве учебных пособий в кабинетах колледжа.

Изделия и продукты творческой деятельности, полученные студентами при написании курсовой работы, по решению учебно-методического совета колледжа могут быть использованы в качестве дидактических, наглядных пособий, представлены на выставках, конкурсах.

Приложение 1.

Отзыв (рецензия)
на курсовую работу (проект)

студента(ки):_____
специальность:_____
на тему: «
____»руководитель: _____

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

_/_____/
(подпись) (Ф.И.О.)

Памятка руководителю курсовой работы (проекта).
В рецензии отражается:
- актуальность темы;
- практическая значимость;
- профессионализм выполнения;
- соответствие работы заявленной теме;
- полнота раскрытия темы;
- правильность применения профессиональной терминологии;
- наличие элементов творчества;
- уровень теоретической и специальной подготовки студента;
- соответствие оформления работы установленным стандартам и требованиям;
- достоинства и недостатки каждого раздела работы;
- допуск к защите;
- оценка работы по пятибалльной шкале.

Приложение 2.

Специальность – _____
(указать наименование специальности)

Иванов Иван Иванович
студент_____курса,
_форма обучения

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине: «*указать наименование дисциплины*»

на тему:

«указать полное наименование темы»

Руководитель:
_____

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ: _____

ОЦЕНКА НА ЗАЩИТЕ: _____

Екатеринбург

-20 г.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу

_____С. А. Упоров

РУКОВОДСТВО

ПО ПРОВЕДЕНИЮ КВАЛИФИКАЦИОННОГО ЭКЗАМЕНА

«Выполнение работ по профессии «Ювелир-монтировщик»

ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ «ПМ.03 ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ» В ФОРМЕ ЗАЩИТЫ ПОРТФОЛИО

Специальность

54.02.02 ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОЕ ИСКУССТВО
И НАРОДНЫЕ ПРОМЫСЛЫ (ПО ВИДАМ)
Направленность: Декоративная обработка металлов

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
ХПТТ	ИЭФ
(название кафедры)	(название факультета)
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	(подпись)
Кардапольцева В.Н.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 04.09.2023	Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)	(Дата)

Екатеринбург

Методические рекомендации по проведению
Квалификационного экзамена «Выполнение работ по профессии «Ювелир-монтировщик» по профессиональному модулю
«ПМ.03. Изготовление ювелирных изделий» в форме защиты портфолио

Рабочая программа **«Выполнение работ по профессии «Ювелир-монтировщик»** профессионального модуля **ПМ.03. Изготовление ювелирных изделий** является частью программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 54.02.02 Декоративно- прикладное искусство и народные промыслы (по видам) Вид: Декоративная обработка металлов в части освоении основного вида профессиональной деятельности: Производственная деятельность.

ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Целью освоения профессионального модуля является освоение технологий исполнения изделий декоративно-прикладного и народного искусства и соответствующих ему профессиональных компетенций.

Овладение практическими навыками в области декоративной обработки металлов на основе использования знаний по декоративно-прикладному искусству, а также технологиями художественной обработки металла.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 54.03.02 «Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы», направленность «Декоративная обработка металлов».

Компетенции, формируемые в процессе изучения профессионального модуля:

Профессиональные (ПК 3.1.; ПК 3.2)

ПК 3.1. Готовить металлы к ювелирной обработке и подготавливать детали ювелирных изделий.

ПК 3.2. Выполнять операции по изготовлению ювелирных и художественных изделий из цветных металлов и контролировать качество выполнения работ.

В результат освоения профессионального модуля обучающийся должен:

иметь практический опыт:

монтировки изделий художественного и утилитарного назначения;

закрепления вставок с помощью клея;

уметь:

организовывать рабочее место;

производить сборку неподвижных и подвижных соединений (посредством штифта, заклепки, резьбовой пары);

закреплять вставки из стекла, поделочных камней и корунда прямоугольной, квадратной и грушевидной формы в ободковый (глухой) каст;

применять знания и навыки в области материаловедения, специальной технологии, исполнительского мастерства и самостоятельно осуществить выбор техник и технологий художественной обработки металла для выполнения предметов декоративно - прикладного искусства и народного творчества;

знать:

различные виды закрепок: ободковой, крапановой, глухой, корнеровой, каре, фаден-гризантной, тиктовой, кармезиновой; рельсовой, гладкой, «паве», закрепки «на щелчок», клеевой закрепки;

приемы пассовки оправы и подгонки гнезда под вставку;

назначение и устройство оборудования, инструментов и приспособлений для закрепки ювелирных вставок;

- правила техники безопасности при выполнении ювелирных работ

1. Общие положения

Руководство разработано на основании:

- Типового положения об образовательном учреждении среднего профессионального образования (среднем специальном учебном заведении), утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 18
июля 2008 года № 543;
- Положения об учебной и производственной практике студентов (курсантов), осваивающих основные профессиональные образовательные программы среднего профессионального образования, утвержденного приказом Минобрнауки России 26 ноября 2009 года № 673 (зарегистрированного в Минюсте России 15 января 2010 года рег. № 15975);
- Разъяснений по формированию учебного плана основной профессиональной образовательной программы начального профессионального и среднего профессионального образования (письмо департамента профессионального образования Министерства образования и науки России от 20 октября 2010 года № 12-696);
- Разъяснений ФИРО по формированию учебного плана основной профессиональной образовательной программы начального профессионального образования / среднего профессионального образования;
- Проекта макета «Комплект контрольно-оценочных средств по профессиональному модулю», разработанный ФИРО.

Методические рекомендации дают разъяснения по процедуре итоговой аттестации по профессиональному модулю основной профессиональной образовательной программе начального или среднего профессионального образования в форме защиты портфолио.

2. Организация итогового контроля по модулю в форме защиты портфолио

В качестве итоговой аттестации по каждому модулю после завершения обучения проводится экзамен (квалификационный), на котором представители работодателей и учебного заведения проверяют готовность обучающегося к выполнению соответствующего вида профессиональной деятельности и сформированность у него профессиональных (ПК) и общих компетенций (ОК).

Экзамен (квалификационный) проводится после изучения всех МДК модуля, прохождения учебной и производственной практики.

Экзамен (квалификационный) учитывает: оценку освоения МДК, прохождение учебной и производственной практики, защиту портфолио.

Экзамен (квалификационный) определяет уровень и качество освоения образовательной программы, проверяет готовность обучающегося к выполнению соответствующего вида профессиональной деятельности и сформированность у него компетенций.

Итогом проверки является однозначное решение «вид профессиональной деятельности освоен / не освоен».

Экзамен квалификационный проводится в форме защиты портфолио с предоставлением презентации портфолио, оценочных листов портфолио студента, итоговой ведомости оценки профессиональных компетенций (ПК)
с оформлением оценочной ведомости по профессиональному модулю (Приложение).

Лица, проводящие оценку – члены экзаменационной комиссии (работодатели, представители учебного заведения - преподаватели, мастера производственного обучения, заведующий отделением) фиксируют представленные доказательства освоения ПК в итоговой оценочной ведомости ПК через оценочные листы МДК модуля и учебной практики, документов производственной практики (дневника, производственной характеристики с указанием рекомендуемого разряда), портфолио.

При возникновении вопроса о степени освоения ПК данного модуля по представленным выше документам, комиссия может уточнить путем постановки устных вопросов, практических заданий, производственных ситуаций, степень освоения ПК и ОК. Формулировки устных вопросов и требований к практическим заданиям, ситуациям должны быть четкими, ясными доступными для понимания студентов.

Итоговая оценочная ведомость ПК экзамена (квалификационного), включает в себя оценку МДК модуля по оценочным листам МДК (освоил, не
освоил), оценку учебной практики по оценочным листам (освоил, не освоил)
и производственной практики модуля (по представленному дневнику (отработал, не отработал), производственной характеристики руководителя предприятия (с указанием степени освоения действий ПК и рекомендуемого разряда), отзыва руководителя практики от учебного заведения (преподавателя, мастера п/о), анализа достижений студента (портфолио), оценки сдачи экзамена (сдал, не сдал), заключение комиссии (освоил ПК, ОК; не освоил), присвоение квалификационного разряда, выдачу сертификата (если возможно свидетельства).

Уровень квалификации по профессии для выдачи свидетельства о квалификации определяет та же экзаменационная комиссия по итогам освоения одного или нескольких профессиональных модулей, результаты оформляются протоколом заседания комиссии.

3. Порядок проведения экзамена (квалификационного)

Экзамен квалификационный проводится в кабинете теоретического обучения в соответствии с графиком экзаменов и приказом директора образовательного заведения. Кабинет должен быть оснащен мультимедийной
техникой.

Студент входит и называет свою фамилию.

Преподаватель дает краткую характеристику данному студенту по степени освоения МДК модуля, затем руководитель учебной практики (мастер производственного обучения) дает характеристику по освоению программы практики.

После этого студент показывает с комментариями подготовленную презентацию своего портфолио.

В этот период квалификационная комиссия просматривает настоящее портфолио студента, проверяет подготовленные документы: оценочный лист
МДК ПМ, оценочный лист учебной практики ПМ, оценочный лист портфолио, аттестационный лист по производственной практике, итоговую ведомость оценки ПМ.

Комиссия может задать устные вопросы по изученному профессиональному модулю для уточнения степени освоения ПК данного модуля. Перечень устных теоретических вопросов подготавливает преподаватель, перечень производственных ситуаций подготавливает руководитель практики (мастер производственного обучения).

После защиты портфолио, студент выходит из аудитории, комиссия принимает решение и дает заключение «данный ПМ освоен / не освоен», с присвоением квалификационного разряда (если предусмотрено данным модулем) и заполняет итоговую ведомость оценки ПМ, оценочный лист профессионального модуля.

4. Требования к портфолио

Портфолио - способ фиксирования, накопления и оценки индивидуальных достижений обучающегося (подборка сертифицированных достижений, наиболее значимых работ и отзывов на них).

Содержание портфолио на бумажном носителе:

1. Титульный лист
2. Сопроводительное письмо автора с кратким описанием портфолио, с определением его цели и предназначения.
3. Аннотирование содержания с перечислением основных элементов портфолио:

3.1. Оценочный лист портфолио.

3.2. Оценочный лист по МДК и портфолио по МДК:
- тестовый контроль,
- практические работы,
- самостоятельные работы (рефераты, презентации, доклады, эссе, сообщения - по выбору)
- грамоты, дипломы, сертификаты.
3.3. Оценочный лист учебной практики и портфолио по учебной практике - технико-технологические карты, схемы, расчеты, фотографии выполненных изделий, образцов, сертификаты, грамоты, удостоверения, дипломы, презентации работ, отзывы, отчеты по практике, рекомендации и т.п.
3.4. Аттестационный лист по учебной практике (отзыв работодателя)
3.5. Оценочный лист ПМ
4. Самоанализ освоения программы и прогноз на будущее.

Портфолио носит смешанный характер, состоящий из документов, работ обучающегося, отзывов.

Перечень прилагаемых документов: дипломы, грамоты, сертификаты олимпиад, конкурсов профессионального мастерства, творчества; документы по тестированию; удостоверения и сертификаты по курсам дополнительной профессиональной подготовки и т.п.

Перечень прилагаемых работ: творческие, проектные, исследовательские работы; ведомость или зачетная книжка о прохождении курсов по выбору, электронные документы, фотографии, видеозаписи, проекты, отчеты о практиках и т.п.

Перечень прилагаемых отзывов: тексты заключений, рецензии, отзывы, резюме, эссе, рекомендательные письма.

Электронная презентация портфолио представляется и защищается обучающимся на экзамене (квалификационном).

Документы, которые отбираются для презентации портфолио:

1. Титульный лист.
2. Цели и задачи ПМ.
3. Перечень работ ПМ.
4. Лучшие работы (3-10 шт.), которые показывают умения обучающегося в соответствии с программой:
4.1. Фотографии.
4.2. Технологические карты.
4.3. Схемы.
4.4. и т.п.
5. Лучшие творческие практические работы опережающего характера (1-2).
6. Проект (если есть)
7. Образцы смонтированных изделий.
8. Рекомендательное письмо (если есть)
9. Документы достижений: грамоты, свидетельства, диплоты, удостоверения.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ОЦЕНОЧНЫЙ ЛИСТ ПО МДК

Группы _____ специальности _____
ПМ _____
МДК _____
ПК_____
ОК_____
Преподаватель _____

№ п/п	ФИО студента	Изучение дисциплины (устный, письмен. опрос)	выполнение		Самостоятельные работы			Заключение 30-17 балл - «5», «4», «3» - освоил, 13-16 балл - «2» - не освоил
			Практические работы	Контрольные работы	Эссе	Доклады	Рефераты	
Максимальное количество баллов								
		5	5	5	5	5	5	

Преподаватель _____

Оценочный лист

профессиональных компетенций обучающихся по специальности (профессии) _____ группы _____

ПМ ____ «_____»

Учебная практика

ПК_____

ОК__ _____

№ п/п	Фамилия, имя обучающегося	Название темы			Название темы			Название темы			**Рекомендации**	**Заключение: ПК и ОК**: Заключение: ПК и ОК: освоил, не освоил, не достаточно освоил: «5» - 30 и «4» - 26-29 - освоил ПК, «3» - 22-25 освоил ПК, «меньше» не освоил ПК
		оценка	**ПК**	**ОК**	**оценка**	**ПК**	**ОК**	**оценка**	**ПК**	**ОК**		

Руководитель практики_____

ОЦЕНОЧНЫЙ ЛИСТ ПОРТФОЛИО

ПМ_____
Группа _____ специальность _____
ПК_____
ОК_____

№ п/п	ФИО студента	МДК					Учебная практика			Рекомендации	ПК	ОК	Допуск к защите	
		Практические работы	Контрольные работы	Эссе	Доклады	Рефераты	Копии и фотографии работ	Сертификаты, грамоты	Отчет по практике	Отзывы руководителя				

Преподаватель _____
Руководитель учебной практики _____

ИТОГОВАЯ ВЕДОМОСТЬ ОЦЕНКИ

ПМ_____
группа _____ специальность _____
ПК_____
ОК_____

ФИО	МДК	Учебная практика	Портфолио		Заключение комиссии		Экзамен
			наличие	защита	Освоение ПК	Освоение ОК	Сдал, не сдал/ не сдал

Председатель комиссии:
Зам. председателя:
Члены комиссии:

ОЦЕНОЧНАЯ ВЕДОМОСТЬ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ

_____

Код и наименование профессионального модуля

ФИО_____

Обучающийся на ____ курсе по специальности СПОз

_____

Код и наименование

Освоил (ла) программу профессионального модуля

_____

В объеме _____ часов: в т.ч.

МДК с «_____»_____ 20____ по «_____»_____ 20__

Учебная практика с «_____»_____ 20____ по «_____»_____ 20_____

Производственная практика с «___»_____20____ по «___»_____ 20____

Результаты защиты портфолио (защитил, не защитил)_____

Итоги экзамена квалификационного по профессиональному модулю:

КОДЫ И НАЗВАНИЕ ПРОВЕРЯЕМЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИИ	РЕЗУЛЬТАТЫ ОСОСВОЕНИЯ: ОСВОИЛ, НЕ ОСВОИЛ	КОДЫ И НАЗВАНИЕ ПРОВЕРЯЕМЫХ ОБЩИХ КОМПЕТЕНЦИИ	РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ : ОСВОИЛ, НЕ ОСВОИЛ

Дата «____»_____ 20___

Подписи членов экзаменационной комиссии__

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ

для проведения квалификационного экзамена
МДК 03.01 «Выполнение работ по профессии Ювелир-монтировщик»

ПМ.03. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Выполнение работ по профессии «Ювелир-монтировщик»

Специальность
54.02.02 ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОЕ ИСКУССТВО И НАРОДНЫЕ ПРОМЫСЛЫ (ПО ВИДАМ)
Направленность: Художественная обработка металла.

программа подготовки специалистов среднего звена

на базе основного общего образования

Автор:

Одобрена на заседании кафедры
ХПТТ
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Кардапольцева В.Н.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 04.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета
ИЭФ
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Мочалова Л.А
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические рекомендации необходимы для учащихся по курсу «Индивидуальная предпринимательская деятельность» по специальности 54.02.02 Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы (Художественная обработка металла).

В методических рекомендациях содержатся особенности организации подготовки контрольной работы в виде реферата, требования к его оформлению, а также порядок защиты и критерии оценки.

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ
для проведения квалификационного экзамена
МДК 03.01 «Выполнение работ по профессии Ювелир-монтировщик»

1. *Какие благородные металлы представляют наибольшую ценность для изготовления ювелирных изделий?*

Золото, серебро и платина.

2. *Где находятся основные месторождения золота?*

Основные месторождения золота находятся в Южной Африке, Советском Союзе, Соединенных Штатах Америки, Канаде, Мексике, Австралии, Зимбабве. В Чехии - в Роуднаху Либоуна под Блаником.

3. *Какой химический символ имеет золото и при какой температуре оно плавится?*

Au (по латыни aurum), плавится при температуре 1064°С.

4. *Почему для изготовления золотых и серебряных ювелирных изделий не применяют чистые металлы?*

Чистые металлы мягкие, а это значит, что они быстро изнашиваются.

5. *По каким соображениям ювелиры применяют сплавы золота с другими металлами?*

Чтобы достигнуть большей долговечности, требуемого цвета сплава, установленной законом пробы и более низкой цены.

5. *В каких единицах выражается содержание чистого золота в сплаве?*

В тысячных, содержание 1000/1000 выражает чистое золото.

7. *Назовите старую меру пробы золота.*

Карат. Чистое золото 1000/1000 пробы равнялось 24 каратам.

8. *Что представляет собой золото, равное 14 каратам?*

Сплав 14 частей чистого золота с 10 частями примесей.

9. *Каким образом достигается различный цвет сплавов золота?*

Добавлением серебра, меди, а также никеля или палладия.

10. *Какую пробу и цвет будет иметь сплав, если смешать расплавы трех частей чистого золота с одной частью чистого серебра?*

750/1000 пробу, т. е. 18 каратов; цвет зеленый.

11. *Что такое белое золото?*

Сплав золота с никелем или палладием.

12. *Что тверже - золото или серебро?*

Серебро (твердость 3, у золота - 2,5).

13. *Назовите массу и пробу одного чехословацкого дуката.*

3,49 г, 986/1000 проба.

14. *Что такое карат?*

Сначала данные о пробах золота приводились исходя из цифры 24; чистое золото равнялось 24 каратам. В настоящее время за единицу массы при взвешивании драгоценных камней принят один карат (1/5 г).

15. *В чем растворяется золото?*

В "царской водке", ртути, калиевом и натриевом цианиде.

16. *Назовите температуру плавления чистого серебра.*

Температура плавления равна 961° С.

17. *С каким металлом плавят серебро перед обработкой?*

С медью.

При какой температуре плавится медь?

При 1083° С.

18.*Назовите количество официально установленных государством проб.*

Шесть проб: 959, 925, 900, 835, 800 и 750 тысячных.

19. *Назовите старую меру пробы серебра.*

Лот. 16 лотов =1000/1000 пробе; 1 лот = 62,5 тысячных.

20. *При скольких градусах Цельсия плавится платина, какая ее плотность?*

Температура плавления платины 1769° С; плотность равна 1450 кг/м^3.

21. *Назовите официальную пробу платиновых изделий и опишите значок, которым обозначается эта проба.*

950/1000 проба, силуэт Градчан на фоне заходящего солнца, внизу изображение короны святого Вацлава.

22. *Что такое палладий?*

Элемент, химический символ Pd, металл платиновой группы. Плавится при температуре 1552° С. Используется в качестве примеси в белом золоте.

23. *В чем плавится основное количество золота или серебра?*

В графитовом или шамотном тигле, в коксовых, газовых или электрических печах.

24. *Какие химические добавки имеют наиболее важное значение для плавки благородных металлов?*

Бура, селитра, сода, кухонная соль.

25. *Как вычислить, сколько чистого золота содержится в слитке массой 25 г 0,585 пробы?*

Пробу умножаем на вес: 0,585×25=15,625.

26. *Как вычислить, сколько граммов золота 0,585 пробы можно получить из 12 г чистого золота?*

Массу делим на пробу: 1200:585 = 20,51 г.

27. Для чего проволоку и металлический лист в процессе прокатки отжигают?

В результате механического воздействия слиток твердеет, становится менее эластичным, теряет прочность и гибкость. Правильным отжигом металлу возвращают его первоначальную мягкость.

28. *Назовите наиболее часто встречающиеся причины брака золота при обработке.*

Загрязнение в сплаве (например, небольшая частичка олова или платины), металл недостаточно расплавлен или допущен его пережог, неравномерный промежуточный отжиг и небрежная прокатка.

29. *Как устранить брак в сплаве золота?*

Переплавкой, перед разливкой можно добавить немного сублимата, двухлористой ртути (быстродействующий яд).

30. *Назовите химический символ, температуру плавления меди, приведите примеры использования ее в ювелирном деле.*

Химический символ Cu (cuprum), температура плавления 1083° С. Цвет только красный. Используется для приготовления различных сплавов, например латуни, томпака, нейзильбера, бронзы и т. д., а также в качестве добавки для серебряных и золотых сплавов.

31. *Что такое латунь?*

Сплав меди и цинка (64:36).

32. *Что такое дубль?*

Двойной материал, спаянный в огне или сплавленный, его верхняя тонкая часть сделана из металлической проволоки, нижняя (в проволоке внутренняя часть) - из дешевого металла.

33. *Что такое нейзильбер?*

Напоминает серебро, сплав меди, цинка и никеля.

34. *Какую вы знаете ювелирную производственную технику?*

Основная, широко применяемая техника - монтировка, древняя филигрань, технология изготовления гранатовых драгоценностей и богато украшенных изделий из драгоценных металлов.

35. *Что такое штамповка и для чего она применяется?*

При штамповке с помощью матриц из твердого материала формуют металл под высоким давлением или ударом. Служит для массового, серийного изготовления изделий.

36. *Какие кислоты используют при изготовлении ювелирных изделий из золота и серебра?*

Жидкие, т. е. азотную, серную и соляную; порошковые: бориты.

37. *Для чего предназначается соляная кислота?*

Для приготовления "царской водки", осаждения хлорида серебра, в качестве примеси в ванне для химической окраски золота, для приготовления паяльной воды при пайке оловом и для устранения олова с золотых драгоценностей перед плавкой или расплавкой.

38. *Что представляет собой "царская водка"?*

Смесь соляной и азотной кислот.

39. В чем травится золото, серебро и платина?

В протраве, т. е. в слабом водном растворе серной кислоты. Теплый раствор оказывает более быстрое действие.

40. Из какой кислоты и как приготавливается протрава?

Из серной кислоты, которую вливают тонкой струйкой в воду; ни в коем случае нельзя вливать воду в кислоту.

41. *Как отбелить серебро?*

Отжигом, травлением в теплом растворе протравы (в слабом растворе серной кислоты), очисткой с помощью мелкой увлажненной латунной щетки с последующей сушкой в древесных опилках.

42. *Чем паяют золото и серебро?*

Припоем, т. е. сплавом, температура плавления которого ниже температуры плавления материала.

43. *Какой флюс добавляют к золоту, обеспечивая при этом чистую полноценную пайку, и какой плавится раньше основного материала? Для чего при пайке употребляется бура?*

Флюс этот - кадмий. Бура предохраняет предназначенные для пайки места от окисления и облегчает работу с припоем.

44. *Что такое твердая и мягкая пайка?*

Твердая пайка - это спаивание металлов в огне припоем, температура плавления которого равна 500° С и выше, мягкая пайка - температура плавления припоя до 240° С.

45. *В каких случаях для пайки применяется олово?*

В самых необходимых случаях, когда изделие плохо обработано в огне, в заключительных операциях и при временной пайке нескольких частей, чтобы облегчить дальнейшую их обработку.

46. *Как устранить олово с непрофессионально выполненной пайки при изготовлении золотого изделия?*

Олово аккуратно соскребают, затем предмет погружают в соляную кислоту для того, чтобы олово растворилось.

47. *Расскажите о составе припоя для мягкой пайки.*

Припой состоит из олова и свинца (17:10).

48. *В каких случаях применяются кислотные бориты?*

При пайке. Чтобы полированный предмет, который в процессе пайки отжигают на огне, не потерял своего блеска, его смачивают и посыпают порошковым кислотным боритом (предохраняет металлы и закрепленные камни от прямого жара). После охлаждения предмет протравливают в травильном растворе и полируют.

49. *Назовите металлы, обладающие свойством магнетизма.*

Железо, никель и кобальт.

50. *Что такое коррозия?*

Разрушение поверхности металла под внешним воздействием (например, ржавчина на железе в результате повышенной влажности).

51. *Что такое сталь?*

Любое ковкое железо, получаемое в жидком состоянии.

52. *Чем отличается железо от стали?*

Сталь при закалке твердеет, железо - никогда.

53. *Как закаливается стальное сверло?*

Раскаленное сверло быстро окунают в студеную воду или масло.

54. *Как можно лишить закаленный предмет твердости и хрупкости?*

Отпуском, т. е. постепенным нагреванием над пламенем горелки до 200-330° С.

55. *На чем затачивают сверла, резцы и скребки?*

На так называемом маслянистом камне (смоченном в масле) - халцедоне. Лучшие сорта халцедона добывают в Арканзасе.

56. *Каким материалом связывают отдельные части предмета перед огненной пайкой?*

Тонкой вязальной проволокой, т. е. мягкой железной проволокой, которую перед травлением снимают, иначе предмет в протраве покраснеет и потребуется повторный отжиг. Остатки проволоки и опилки устраняют магнитом.

57. *Какие замки применяют в браслетах?*

В соответствии с формой браслета применяют следующие виды замков: замок с предохранителем, защелка (клипсы) или заводное кольцо с пружинкой.

58. *Что такое солитер?*

Крупный бриллиант, вделанный в оправу без других мелких драгоценных камней, или отдельный крупный бриллиант.

59. *Назовите способы закрепки камней в драгоценностях.*

Камни крепят при помощи крапанов, в гладких или зерненных (миттельгриф) оправах (царгах), при помощи корнеров открытым способом или "заглаженных" с

подкадкой или без нее - так называемый ажур (камень просматривается как сверху, так и снизу).

60. *Из какого материала и для чего делается прокладка для прозрачных камней?*

Под камни подкладывают блестящую металлическую фольгу для того, чтобы повысить блеск камня.

61. *Что такое "паве"?*

Прием декорирования ювелирного изделия, когда вся поверхность густо усажена мелкими одинаковыми камнями.

63. *Что означает кармезиновый способ украшения драгоценных изделий?*

Находящийся в середине драгоценный камень окаймляют одинаковыми камешками (например, овальный смарагд, окруженный бриллиантами).

64. *Из чего делается шпаклевка (мастика) для удержания драгоценностей при закрепке или резке?*

Из смеси шеллака, канифоли, кирпичного порошка, мела в различных пропорциях или других добавок, например клея, серного цвета, скипидара, болюса (мелкой красной глины).

65. *Как можно улучшить внешний вид драгоценностей?*

Полировкой, матировкой, декоративной гравировкой или чеканкой, а также лапидарной обработкой.

66. *Назовите способы очистки металлических изделий.*

Химическая очистка: жиры растворяют в теплом растворе соды (10%-ном) или в мыльном растворе. Протравливание предметов в травильном растворе - в слабом растворе серной кислоты - с последующим ополаскиванием водой. Механическая очистка: при помощи скребков, карборундов, наждаков и пемзы. Мелкие предметы полируют отмученным мелом, венской известью и крокусом.

67. *Какие пасты используют для полировки золота?*

Трепел - осадочная смесь ила с кварцевыми остатками диатомовых водорослей. Натуральный полировочный крокус из гематита или искусственная паста - колькотар, получаемый из железного купороса (колчеданного огарка).

68. *Для чего золотые предметы подвергают золочению?*

В том случае, если поверхность предмета приобрела зеленоватую окраску (шлаки) в результате действия протравы. При золочении отпадает необходимость в полировке, особенно в трудно доступных местах; по сравнению с полированием сокращаются потери драгоценного металла - из старой ванны золото получают обратно почти на 100%.

69. *Каким образом золотому изделию, проба которого равна 14 каратам, можно придать цвет чистого золота?*

Химической окраской в горьком растворе селитры, поваренной соли и соляной кислоты.

70. *Назовите способы облагораживания ювелирных изделий из низкопробных сплавов.*

Металлизация, золочение, серебрение.

71. *Назовите состав раствора, применяемого для гальванического золочения.*

Хлористое золото, цианистый калий и дистиллированная вода.

72. *Какой способ золочения наиболее долговечен?*

Старый способ огненного золочения золотой амальгамой, т. е. сплавом золота и ртути.

73. *Назовите состав раствора, применяемого для гальванического серебрения.*

55 г азотнокислого серебра, 80 г цианистого калия и 1 л дистиллированной воды.

74. *Что такое анодирование?*

Анодная оксидация поверхности алюминиевых предметов.

75. *Каким образом внешнему виду предмета придается старинный вид?*

Окраской от серого до черного цвета в горьком растворе серной печени.

76. *Что такое тульское серебро?*

Орнаментально украшенное серебро черным расплавом серебра, меди, олова, серы и другими добавками. Технология старинная, восточного происхождения, свое название получила от русского города Тула.

77. *Назовите причины почернения золотых украшений при их носке.*

От химического воздействия, например использования некоторых косметических средств, наружных или внутренних лекарств и т. д.

78. *Что такое гильоширование?*

Украшение предмета посредством механического рифления (штриховки). Для этого применяется станок, в котором резец принудительно движется в полозьях.

79. *Что такое лапидарная шлифовка?*

Шлифовка металла до высокого блеска на точильном камне.

80. *Что такое осса сепия?*

Раковина сепии. Сепия - это морской моллюск, водится почти во всех морях, но чаще встречается в Адриатическом море. Поверхность скорлупы раковины используется для изготовления форм для отливки колец и других мелких предметов.

81. *Что такое карборунд?*

Соединение кварцевого песка и порошкового угля (кокса), которое появляется в результате редукции в электрических печах. Он тверже корунда и предназначается для шлифовки.

82. *Что такое наждак?*

Мелкозернистый темный корунд, часто засоренный магнитным железняком или красным железняком (твердость 7-9). Соединяют при помощи мастики в шлифовальные круги либо приклеивают на бумагу в соответствии с величиной зерен.

83. *Что такое пемза и для чего ее применяют?*

Губчатое, очень легкое вещество вулканического происхождения; плавает на поверхности воды благодаря своему пористому строению; твердость 6. Употребляется для шлифовки и полировки мягких металлов, а также для удаления штрихов с пробирного камня.

84. *Как получают древесные угли и для чего их применяют?*

Сжиганием (карбонизацией) твердого дерева в закрытых камерах специальных печей (раньше сжигали на кострах); служат в качестве подкладки при плавке и пайке.

85. *Что такое асбест и для каких целей его используют в ювелирном деле?*

Асбест, или горный лен, - это огнеупорная смесь из асбестового волокна (минерал группы силикатов). Употребляется для производства огнеупорных тканей (защитных костюмов и рукавиц при плавке металла), а также в качестве подкладки при отжиге и пайке.

86. *Какое учреждение осуществляет надзор за соблюдением государственных проб и какая организация осуществляет надзор за весами.*

Государственный пробирный надзор: районные управления мер и весов.

87. *Каким операциям подвергают новые драгоценности, изготовленные из благородных металлов?*

Официальной проверке на пробу и официальному клеймению государственным пробирным надзором.

88. *Какую цель преследует обязательное представление товара - ювелирного изделия из драгоценных металлов к официальной проверке и испытанию, а также к официальному клеймению?*

Тем самым охраняются интересы потребителя.

89. *Какие пробы для золотых изделий установлены в России?*

Пять проб: № 1 - 896; № 2 - 900; № 3 - 750, № 4 - 585/1000 и № 5 - 375/1000.

90. *Опишите официальное клеймо для небольшого золотого изделия 0,750 пробы?*

Смотрящая влево голова петуха в неравнобедренном пятиугольнике, справа - арабская цифра 3.

91. *Какими значками обозначает предприятие свою продукцию из благородных металлов?*

Производственным значком и значком пробы.

92. *Опишите официальный значок для небольшого золотого изделия 0,585 пробы.*

Голова чибиса в овальной рамке, внизу - арабская цифра 4.

93. *Опишите образец официального значка для небольшого серебряного изделия 3, 4 и 5 проб.*

Смотрящая влево голова зайца в различных рамках в соответствии с пробой серебра, которая обозначается арабской цифрой, расположенной в правом нижнем углу.

94. *Как определяется проба золотых изделий?*

Быстрой проверкой чертой на пробирном камне или лабораторной проверкой (в аффинериях и государственных лабораториях).

95. *Что такое капель?*

Пористый сосуд из костяной муки и магнезии, предназначенный для анализа пробы золота и серебра посредством нагревания.

96. *Что необходимо для так называемой быстрой проверки благородных металлов?*

Пробирный камень (булыжник), пробирные иглы, кислоты и профессиональный навык.

97. *Что вы знаете о булыжнике?*

Булыжник (пробирный камень) представляет собой мелкозернистый кремнистый сланец густого черного цвета; неоценимый помощник для быстрой проверки сплавов драгоценных металлов.

98. *Как исследуют пробу сплавов серебра?*

При помощи черты на булыжнике и специально приготовленного раствора двухромовокислого калия в разбавленной серной кислоте (до кровавой окраски), а также методом химического анализа.

99. *Какой способ пробирования отражает содержание серебра в сплаве наиболее точно?*

Химическое титрование (т. е. измерение)* по методу Гей-Люссака; пробирование производят аффинерии и государственные пробирные учреждения.

* (*Купелирование, заключающееся в последовательном расплавлении, растворении в кислотах и взвешивании нерастворяющегося остатка благородного металла - прим. пер.*)

100. *Назовите основные обязанности ювелира.*

Ювелир должен ремонтировать драгоценности и изготавливать ювелирные изделия по индивидуальным заказам.

101. *О чем следует заботиться при ремонте драгоценностей?*

Чтобы ремонтируемый предмет сохранил прежний внешний вид и прочность и чтобы его по возможности нельзя было бы отличить от нового.

102. *Что необходимо сделать, перед тем как приступить к непосредственному ремонту ювелирных изделий?*

Драгоценности необходимо почистить (помыть), тщательно проверить, из какого металла они изготовлены, установить пробу металла и какие камни в нем закреплены (проверить, не повреждены ли они).

103. *Старинные русские драгоценности имеют официальное клеймо, выражающее число 56. Что означают эти цифры?*

Золотники (мера Беса в царской России - прим. пер.); 56 золотников = 583,33 тысячных - 14 каратам. Один золотник равен 10,41 тысячных, 96 золотников = металлу 1000/1000 пробы.

104. *Что подразумевается под названием золотой (серебряный) лом?*

Старые, несовременные или сломанные драгоценности различной пробы. Предназначаются для переплавки и переработки в беспримесный металл.

105. *Как перерабатывают земную пену?*

Металлургическим способом. Мусор препарируют путем сожжения в печи, пепел перемалывают в закрытой мельнице и просеивают через мелкое сито. Мучнистую массу затем перемешивают и из разных мест берут образцы для анализа. Результаты указывают на точное содержание драгоценного металла.

107. *Что такое драгоценные камни?*

Природные ископаемые (минералы), большей частью химические соединения, только алмаз является элементом (чистый углерод).

108. *Какие характерные признаки позволяют отнести минералы к группе драгоценных камней?*

- а) внешний вид (оптические свойства, цвет, прозрачность, блеск);
- б) твердость;
- в) редкость месторождений.

109. *Расскажите о принципе, на котором основана шкала Мооса.*

Это шкала твердости минералов, она составлена так, что каждый предыдущий минерал можно поцарапать следующим (т. е. предыдущий мягче следующего за ним минерала).

110. *На каких весах взвешивают драгоценные камни?*

На каратовых весах. 1 метрический карат равняется 0,2 г и делится на 100. 5 каратов = 1 г.

111. *Назовите основные виды огранки драгоценных камней.*

Бриллиант, роза (рута), ступенька, таблица, линза.

112. *Чем отличается алмаз от бриллианта?*

Алмаз - это сырье (самый твердый натуральный минерал), бриллиант - это то же алмаз, но отшлифованный бриллиантовой огранкой, которой шлифуют и другие прозрачные камни.

113. *Где были в последнее время найдены обширные залежи алмазов?*

В Советском Союзе, в Якутской АССР (Восточная Сибирь).

114. *Назовите страны, где имеются наиболее крупные залежи алмазов.*

Советский Союз, Южная Африка, Австралия, Бразилия и Индия.

115. *Что такое бриллиант и что такое роза?*

Бриллиант - это алмаз, отшлифованный бриллиантовой огранкой в виде двух усеченных пирамид, сложенных основаниями; роза- это тоже алмаз, но отшлифованный рутовой огранкой - в виде низкой пирамиды.

116. *Где и когда был найден самый крупный алмаз? Назовите его массу и название.*

Самый крупный алмаз был найден в 1905 г. в Южной Африке. Масса его составляла 3106 каратов, алмаз назывался Куллинан.

117. *Что такое борт?*

Алмазный порошок нечистых алмазов, раздробленный в стальной ступке; смешанный с маслом употребляется для резки, шлифовки и гравировки драгоценных камней.

118. *В чем заключается разница между подлинными природными камнями и камнями синтетическими?*

Подлинные камни возникли в природе без вмешательства человека; синтетические камни искусственно сделаны химическим путем, имеют одинаковые с природными камнями качества.

119. *Что подразумевается под названием реконструированный рубин?*

Искусственный рубин, изготовленный в результате плавки мелкого порошка природного рубина.

120. *Что такое геммы?*

Гравированные драгоценные камни: с углубленной гравировкой--интальо, с выпуклым рельефным изображением - камея.

121. *Назовите бесцветные камни и степень их твердости.*

Алмаз - 10, лейкосапфир - 9, берилл - 73/4, циркон - 71/2, горный хрусталь - 7.

123. *Какой цвет и степень твердости имеют топаз, гранат, аметист и хризопраст?*

Топаз - желтый, 8; гранат - кроваво-красный, 71/4; аметист - фиолетовый, 7; хризопраст - яблочно-зеленый, 7.

124. *Назовите расцветки природного граната.*

Кроваво-красный, темно-красный с фиолетовым оттенком, коричневый, желтый, зеленый, бесцветный и черный.

125. *Что такое кабошон и пантлок?*

Кабошон - гладкий камень круглой шлифовки (линза); пантлок - в виде слезинки (капли), драгоценный камень грушевидной формы.

126. *Синтетические камни изготовляют по двум группам: шпинели и корунды. Какие камни относятся к группе шпинелей, корундов?*

Шпинель под цвет аквамарина, циркона, хризолита, сибирского изумруда, турмалина и бирманского сапфира.

Рубин, синий и белый сапфир, падпараджа и корунды под цвет александрита, гиацинта, топаза, цитрина, аметиста, кунцита и дамбурита.

127. *Что такое сим или (стразы)?*

Имитации бриллианта из свинцового стекла, под которые подкладывают блестящую фольгу или зеркальное вещество.

128. *Как лучше предохранять драгоценные камни от возможных повреждений при пайке драгоценностей?*

Частично предохраняет камни слой растертой буры или борной кислоты. Более надежный способ - применение влажной асбестовой кашицы, мелкого сырого песка, а также смоченной в воде ваты или шелковидной бумаги. Крупные драгоценные камни перед пайкой необходимо осторожно вынуть.

129. *Какие драгоценные камни не восприимчивы к огню?*

Алмаз, рубин, чешский гранат (после нагревания требует постепенного охлаждения).

130. *Выдерживают ли жар искусственные и поделочные драгоценные камни?*

Синтетические нет, дублеты расклеиваются, стеклянные поделки теряют свою окраску, мутнеют и плавятся.

131. *Что такое жемчуг.*

Животный продукт морской или речной перловицы - углекислая известь (арагонит).

132. *Какие вам еще известны виды жемчуга в соответствии с его происхождением?*

Природные, т. е. морские (при неправильной форме называют барочные) и пресноводные (речные); культивированные; японские и имитированные - изготовленные из стекла.

133. *Что такое коралл?*

Продукт морских полипов. Исключительно редкий - красный коралл.

134. *Чем укрепляют жемчуг и кораллы в драгоценностях?*

Жемчуг - белой специальной мастикой, кораллы - смесью шеллака с мастиксом (1:1), а также клеем из эпоксидной смолы.

135. *Что такое янтарь?*

Ископаемая окаменевшая смола, продукт выделения хвойного дерева.

136. *Что такое дублет.*

Драгоценный камень из двух частей. Два драгоценных камня (нижний и верхний) склеивают канадским бальзамом, чтобы получился один крупный камень, или наплавляют цветное стекло на пластинку из альмандина или горного хрусталя (так называемый миксель).

137. *Что такое смальта?*

Эмаль - стеклянная глазурь из кремниевой муки, окрашенная в различные цвета окислами металлов.

138. *Что такое водяное стекло?*

Раствор кремниевого натрия или калия. Используется для ремонта трещин в камнях и эмали.

139. *Что облегчает труд ювелира?*

Хорошее знание используемых материалов и вспомогательных веществ, надлежащий уход за инструментами и порядок на рабочем месте.

140. *К чему следует стремиться при изготовлении изделий из благородных металлов?*

Чтобы потери металлов были наименьшими,

141. *Что должен знать каждый ювелир, работающий с золотом и серебром?*

Историю ювелирного дела, развитие различных стилей и художественных направлений. Эти знания окажут хорошую услугу и при ремонте старинных драгоценностей.

142. *В каком столетии появился модный стиль барокко и чем он примечателен?*

В 17 столетии; для этого стиля характерна особая пышность.

143. *Как углубляются профессиональные знания ювелира?*

Чтением и изучением специальной литературы, посещением художественных выставок, коллекций, особенно музейных, на которых представлены великолепные художественные изделия.

144. *Почему в работе ювелира требуется особая осторожность?*

Потому, что ювелир имеет дело с огнем, механическими установками, острыми инструментами, электрическим током и применяет при этом едкие щелочи и яды.

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

В.П. Луговой

ТЕХНОЛОГИЯ ЮВЕЛИРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ
серия основана в 1996 г.

В.П. ЛУГОВОЙ

ТЕХНОЛОГИЯ ЮВЕЛИРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов
учреждений высшего образования по специальности
«Технология и оборудование для ювелирного производства»

Минск
«Новое знание»

Москва
«ИНФРА-М»

2012

УДК 671.02(075.8)
ББК 37.27я73
Л83

Рецензенты:
кафедра «Технология машиностроения» УО «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого» (зав. кафедрой — кандидат технических наук, доцент *М.П. Кульгейко*);
доцент кафедры «Технология машиностроения» Белорусско-Российского университета, кандидат технических наук *В.Т. Высоцкий*

Луговой, В.П.

Л83 Технология ювелирного производства : учеб. пособие / В.П. Луговой. — Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2012. — 526 с. [2] л. ил. : ил. — (Высшее образование).

ISBN 978-985-475-489-5.

Даны сведения о применяемых в ювелирном производстве основных и вспомогательных материалах. Описаны основные методы формообразования заготовок и изготовления ювелирных изделий. Приведены примеры типовых технологических процессов при изготовлении ювелирных изделий. Рассмотрены вопросы организации ювелирного производства, нормирования материалов и трудозатрат, техники безопасности и охраны труда.

Для студентов высших учебных заведений. Может быть полезно работникам ювелирной отрасли, торговой сети, а также всем, кто интересуется ювелирным искусством.

УДК 671.02(075.8)
ББК 37.27я73

ISBN 978-985-475-489-5

© Луговой В.П., 2012
© ООО «Новое знание», 2012

Оглавление

Предисловие 7

Часть I. Материаловедение в ювелирном производстве

1. Основные материалы 12
1.1. Драгоценные металлы 12
1.2. Сплавы драгоценных металлов 19
Сплавы золота 20
Сплавы серебра 23
Сплавы платины 25
Сплавы палладия 27
1.3. Свойства драгоценных металлов и сплавов 27
1.4. Лигатура и примеси сплавов драгоценных металлов 43
Лигатура сплавов золота 43
Лигатура сплавов серебра 49
Лигатура сплавов платины и палладия 52
1.5. Недрагоценные металлы 53
1.6. Сплавы недрагоценных металлов 58
Сплавы черных металлов 59
Сплавы цветных металлов 62
1.7. Основы термообработки металлов 70
Термообработка недрагоценных металлов 71
Термообработка драгоценных металлов 78
1.8. Драгоценные и ювелирно-поделочные камни 81
Драгоценные камни 82
Синтетические камни 86
Органические материалы 88
Ювелирно-поделочные камни 90
1.9. Неметаллические декоративные материалы 93

2. Вспомогательные материалы 98
2.1. Воски 98
2.2. Резины 104
2.3. Формовочные смеси и огнеупорные материалы 107
2.4. Химические реактивы 110
2.5. Фиксирующие материалы 115
2.6. Флюсы для плавки и пайки. Обезжиривающие средства 116
Восстановительные флюсы 116
Окислительные флюсы 119
Обезжиривающие средства 119

Часть II. Технология изготовления ювелирных изделий

3. Основные понятия о производственных процессах 123
4. Плавка драгоценных металлов и сплавов 129
4.1. Виды плавки. Оборудование, инструменты и приспособления для плавки 129
4.2. Технология плавки драгоценных металлов и сплавов 138
5. Литье по выплавляемым моделям 143
5.1. Классификация способов литья 143
5.2. Создание мастер-модели. Технология изготовления резиновых пресс-форм 145
5.3. Технология изготовления восковых моделей 150
5.4. Сборка воскового модельного блока 160
5.5. Изготовление литейных форм 162
5.6. Гидродинамика заполнения форм в процессе литья 166
5.7. Технология ювелирного литья по выплавляемым моделям ... 171
Технология центробежного литья 171
Технология вакуумного литья 174
Литье в разовые формы по методу «Jinde li» 178
Литье с камнями 179
5.8. Виды дефектов отливок 188
6. Методы обработки металлов давлением 193
6.1. Основы деформации металлов 193
6.2. Технология прокатки 195
6.3. Технология волочения 205
6.4. Технология штамповки 210
7. Механическая обработка резанием 228
7.1. Классификация методов механической обработки резанием 229
7.2. Обработка лезвийными инструментами 229
Ручное гравирование 231
Механизированное гравирование 238
7.3. Абразивная обработка 245
8. Технология соединения материалов 258
8.1. Технология пайки 258
Применяемое оборудование 258
Расходные материалы для пайки 261
Технология пайки 263
8.2. Соединение металлов сваркой 266

8.3. Шарнирные, заклепочные и штифтовые соединения 273
8.4. Клеевые соединения материалов 277
Характеристика клеев 277
Технологический процесс склеивания 280
9. Технология изготовления филиграни 283
10. Технология цепевязального производства 290
10.1. Разновидности ювелирных цепочек 290
10.2. Технология производства цепочек. Оборудование для изготовления цепочек 294
Оборудование для изготовления цепочек 295
Технологические процессы изготовления цепочек 301
10.3. Технология изготовления сколоченных цепей 309
11. Технология закрепки камней 317
11.1. Разновидности вставок и способов закрепок 317
11.2. Инструменты для закрепки камней 324
11.3. Приемы закрепки камней 327
12. Декоративно-отделочные методы обработки поверхностей 338
12.1. Декоративная отделка и художественная обработка давлением 338
12.2. Декоративная отделка и художественная обработка резанием 343
12.3. Другие способы декоративной обработки 345
13. Технология нанесения декоративных покрытий металлов 347
13.1. Методы нанесения декоративных покрытий. Подготовка поверхности под покрытие 347
13.2. Химические методы декоративно-отделочной обработки металлов 356
Химическое травление 356
Химическое осаждение металла 359
Оксидирование металлов 363
Патинирование и декоративная отделка недрагоценных металлов 365
13.3. Технология электрохимических методов обработки 368
Электрохимическая обработка удалением материала 370
Электрохимическая обработка нанесением покрытия 377
13.4. Электрофизические методы обработки материалов 401
13.5. Нанесение покрытий напылением 409
13.6. Чернение 415

13.7. Эмалирование ... 420
Технология изготовления эмалей ... 422
Металлы как основа для эмалирования ... 427
Технология эмалирования ... 429
14. Технологический контроль ювелирных изделий ... 432
15. Пробирование, клеймение, маркировка и упаковка ювелирных изделий ... 438
16. Типовые технологические процессы изготовления изделий ... 445
16.1. Технология изготовления колец ... 445
16.2. Технология изготовления пустотелых изделий ... 448
16.3. Технология изготовления унифицированных элементов галантерейных украшений ... 451
16.4. Типовой технологический процесс сборки (монтировки) ювелирного изделия ... 452
16.5. Технологический процесс изготовления наручных часов ... 454
17. Нормативы съема и потерь металла ... 460
18. Требования к ювелирным изделиям ... 463

Часть III. Организация ювелирного производства

19. Структура ювелирного производства ... 471
20. Проектирование ювелирного производства ... 476
20.1. Проектирование производственных участков и цехов ... 476
20.2. Состав и квалификация рабочих ювелирного производства ... 483
20.3. Организация рабочих мест ... 488
21. Нормирование труда ... 495
22. Учет и хранение драгоценных металлов и камней ... 501
23. Охрана труда и техника безопасности на производстве ... 503
24. Анализ спроса и оценка стоимости ювелирных изделий ... 510
24.1. Анализ спроса ювелирных изделий ... 510
24.2. Оценка стоимости ювелирных изделий ... 512
Приложения ... 518
Список рекомендуемой литературы ... 522
Основная литература ... 522
Дополнительная литература ... 522

Предисловие

Ювелирные украшения всегда привлекают к себе внимание красотой, изяществом и утонченностью исполнения, вызывают всеобщее восхищение. В них тесно переплетаются элементы декоративно-прикладного искусства, художественного творчества, ремесла мастеров и современного производства. Они отличаются от прочих видов изделий декоративно-прикладного искусства особыми признаками: миниатюрностью, элегантностью, безупречным исполнением, драгоценными материалами и т.д.

В ювелирном искусстве отразились все этапы развития художественного творчества, в украшениях прослеживается смена исторических эпох. Родившись в древнейшие времена как ремесло, ювелирное производство преобразилось в наукоемкую технологию, впитавшую в себя все достижения науки и техники. Технология ювелирного производства в настоящее время включает множество направлений техники: художественное литье, обработку металлов давлением, пайку, сварку, электрофизическую, электрохимическую и декоративно-отделочную обработку, нанесение покрытий, обработку на программируемых станках-автоматах и пр.

Проблемы развития современного ювелирного производства можно подразделить на три основных группы:

1) дизайн, моделирование и проектирование ювелирных изделий;

2) использование новых видов материалов в сочетании с традиционными, драгоценными материалами;

3) применение прогрессивных технологий изготовления и декоративной обработки ювелирных изделий.

Решение этих проблем требует всесторонних знаний во многих областях техники, экономики и декоративно-прикладного искусства.

Интерес к ювелирной отрасли растет с каждым годом. Это обусловлено двумя причинами. С художественной точки зрения ювелирные изделия демонстрируют высшую степень красоты, достигнутую человеческим разумом и его руками. С экономической — ювелирное производство является рентабельным и позволяет получить высокую прибыль при низкой материалоемкости изделий.

При всем этом основы технологии ювелирного производства отражены в литературе не в полной мере. К этому следует добавить,

что учебные заведения, в которых ведется обучение специалистов для ювелирной отрасли, испытывают острую нехватку учебной литературы. Среди изданных работ по ювелирному делу неизменным спросом среди читателей пользуются лишь немногие из них. Они написаны такими известными авторами, как В.П. Новиков, В.И. Марченков, С.А. Селиванкин, Э. Бреполь, Н.Д. Дронова и др. В изданных работах основное внимание уделено освоению навыков практической работы в ювелирном деле.

Массовый спрос на красивые и модные украшения стал основой для перехода от мелкосерийного производства ювелирных изделий к серийному и массовому производству с использованием прогрессивных технологий на новых видах оборудования. Этой теме посвящена данная книга. В пособии рассматриваются вопросы производства драгоценных металлов, различных ювелирных изделий и элементов ювелирных изделий, декоративной отделки этих изделий, а также организации ювелирного производства. Здесь приводятся примеры типовых технологических процессов изготовления и сборки изделий, примеры технологических маршрутов, основанных на современных достижениях техники, схемы и фотографии различных видов инструментов, приспособлений и станков.

Часть I

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В ЮВЕЛИРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

По назначению и применяемости все материалы, используемые в ювелирном производстве, делятся на основные и вспомогательные (рис. 1).

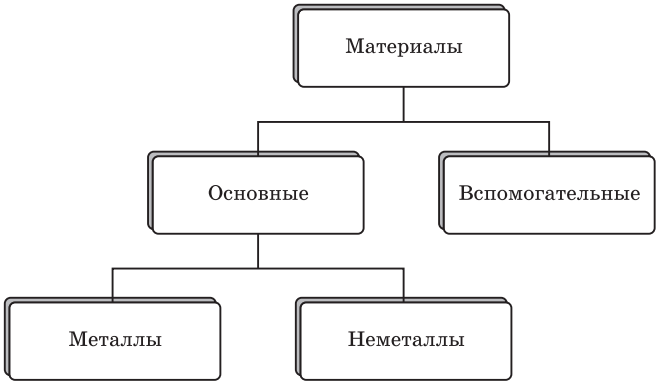


Рис. 1. Классификация материалов, используемых в ювелирном производстве

К основным материалам относятся металлы и неметаллы, используемые для изготовления ювелирных изделий. Они подвергаются изменению размеров, формы или улучшению декоративных свойств.

Основную часть периодической системы Д.И. Менделеева составляют ***металлы*** (нем. Metall; греч. méttallon — шахта, руда, металл). Все металлы и их сплавы — это кристаллические тела. Они состоят из мелких (от 10^{-1} до 10^{-5} см) различно ориентированных по отношению друг к другу кристаллов (зерен) неправильной формы. Атомы в металлах располагаются закономерно в виде правильной кристаллической решетки; энергия взаимодействия атомов минимальна. Электропроводность металлов вызвана присутствием в них свободных электронов, которые могут перемещаться в потенциальном

поле решетки. Пластичность объясняется периодичностью атомной структуры и отсутствием направленности металлической связи (поэтому при деформации металла, т.е. смещении одной части материала относительно другой, связь между атомами не нарушается).

В чистом виде металлы не обладают необходимыми для производства ювелирных изделий технологическими и физико-механическими свойствами и поэтому используются редко. В связи с этим широкое применение нашли сплавы, получаемые из двух или более металлов, а также из металлов и неметаллов. Химические элементы, составляющие сплав, называются *компонентами*.

В зависимости от стоимости металлы делятся на три группы (рис. 2):

1) драгоценные (благородные): золото, серебро и металлы платиновой группы (платина, палладий, родий, иридий, осмий, рутений);

2) недрагоценные: медь, титан, алюминий;

3) прочие: кадмий, никель, цинк и др.



Рис. 2. Металлы, используемые для изготовления ювелирных изделий

К ***неметаллическим материалам*** относятся камни природного и искусственного происхождения, пластмассы и прочие материалы, имеющие декоративные свойства (рис. 3).

Неметаллические материалы отличаются от металлов рядом свойств: они имеют кристаллическую либо аморфную структуру,

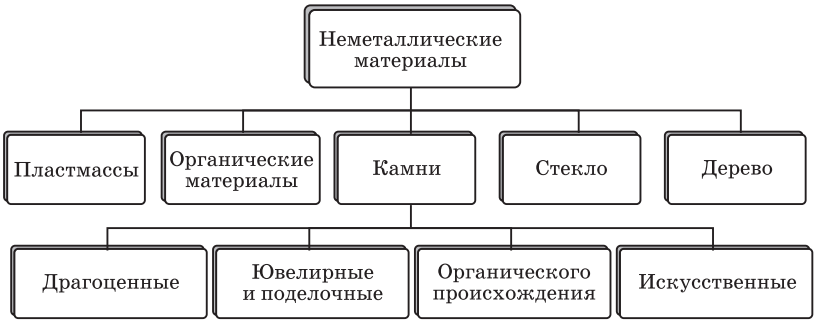


Рис. 3. Разновидности неметаллических материалов

меньшую твердость и прочность, не обладают электропроводностью и т.д.

К ***вспомогательным материалам*** относятся прочие материалы, предназначенные для осуществления технологического процесса изготовления ювелирных изделий (рис. 4).



Рис. 4. Вспомогательные материалы

1 ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1.1. Драгоценные металлы

Основные физико-механические свойства драгоценных металлов, используемых в ювелирном производстве, приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Физико-механические свойства драгоценных металлов

Металл	$T_{пл}$, °С	$T_{кип}$, °С	НВ	ρ, г/см^3	δ, %	$\sigma_в$, МПа
Золото	1064,0	2807	18,5	19,32	40	131
Серебро	960,8	2167	26,0	10,5	60	137
Платина	1769,0	3827	56,0	21,45	41	132
Палладий	1552,0	2877	47,0	11,97	25	184
Иридий	2410,0	5300	179,0	22,4	6	491
Родий	1960,0	4500	127,0	12,42	9	410

Золото (Au, лат. Aurum) — вязкий, ковкий, пластичный металл красивого желтого цвета с ярким блеском. Добыча золота производится из самородков либо путем переработки золотоносной руды. Извлечение золота осуществляют цианированием, амальгамацией и пирометаллургическим способом обработки руд цветных металлов.

Метод цианирования открыт русским инженером П.Р. Багратионом в 1843 г.. Он заключается в извлечении золота при воздействии цианистого калия или цианистого натрия (KCN, NaCN). Золото растворяется в цианистом натрии NaCN в присутствии кислорода с образованием комплексных анионов $[Au(CN)_2]'$:

$$4Au + 8CN' + O_2 + 2H_2O = 4[Au(CN)_2]' + 4OH'.$$

Из полученного раствора золото выделяют действием цинковых стружек:

$$2[Au(CN)_2]' + Zn = [Zn(CN)_4]' + 2Au.$$

При использовании *метода амальгамации* извлечение золота из породы осуществляется при помощи ртути, которая образует сплав, или амальгаму. Затем из сплава выпаривают ртуть и выделяют золото.

Пирометаллургический способ заключается в получении сплавов золота с различными металлами, из которых электрическим рафинированием выделяют золото.

Золото — химически стойкий элемент. Оно не реагирует с кислотами и щелочами, за исключением «царской водки» — смеси соляной HCl и азотной HNO_3 кислот в соотношении 3:1, в результате чего образуется золотохлористоводородная кислота $H[AuCl_4]$. Золото также легко растворяется в хлорной воде и растворах цианистых щелочей. С ртутью золото образует амальгаму, которая при содержании более 15 % золота становится твердой. Золото образует галлидные соединения AuR и AuR_3.

Хлорное золото AuCl может образовываться различными способами. При действии тепла (свыше 160 °C) оно разлагается:

$$3AuCl \rightarrow 2Au + AuCl_3.$$

Золото восстанавливается из хлорного золота воздействием различными веществами: смесью глицерина и соды, сернистым газом, сульфидом железа $FeSO_4$, свинцом, сероводородом, хлорным оловом $SnCl_4$, древесным углем:

$$4AuCl_3 + 6H_2O + 3C \rightarrow 4Au + 12HCl + 3CO_2 \quad \text{и т.д.}$$

Кислородные соединения золота неустойчивы и легко разлагаются. Оксид золота Au_2O_3 представляет собой чернобурый порошок. Закись золота Au_2O образуется в результате химических реакций. Концентрированная соляная кислота разлагает ее.

В *цианистых соединениях* золото бывает одновалентным (AuCN) и трехвалентным ($Au(CN)_3$). Золото может образовывать карбид золота Au_2C_2, селенат золота $AuSeO_4$, силикат золота Na_2SiO_3, сульфаты золота $AuSO_4$, сульфид окисного золота Au_2S_3.

Золото является очень технологичным металлом. Его обработка в холодном и горячем состоянии не вызывает особых затруднений. Обладая высокой пластичностью, золото хорошо подвергается прокатке в листы, полосы, ленты, фольгу. Из него получают сусальное золото — фольгу толщиной 0,1...1,0 мкм (ковкой вручную), проволоку диаметром 20...40 мкм. Золото хорошо штампуется. В процессе производства изделий из золота применяют все основные виды резания лезвийными и абразивными инструментами. Золото хорошо подвергается точению, сверлению, фрезерованию. Соединение золота может осуществляться всеми видами сварки плавлением.

В чистом виде золото бывает в основном в виде слитков, которые хранятся в учреждениях банка. Золото и металлы, составляющие лигатуру в сплаве, могут поставляться в гранулах. В производстве технических и ювелирных изделий используется золото в виде сплавов с различным содержанием компонентов. Цвет сплава зависит от компонентов (лигатуры) сплава.

Серебро (Ag, лат. Argentum) — самый яркий из металлов, имеющий очень высокую отражательную способность (95 %). Встречается в виде самородков и в соединении с мышьяком, серой, хлором в виде минералов: аргентина (сульфид серебра) Ag_2S, прустита Ag_3AsS_3, кераргита AgCl, бромаргерита AgBr и др. Серебро относится к биологически активным элементам. Ионы Ag^+ уничтожают многие болезнетворные бактерии. Вода, настоянная на порошке серебра (используют посеребренный песок) или профильтрованная через него, почти полностью обеззараживается. Однако ионы серебра в больших концентрациях в организме человека оказывают ядовитое действие.

Серебро извлекают из руды цианированием, амальгамацией и пирометаллургическим методом. Выбор метода зависит от химического состава исходного продукта-минерала (серебряная руда или свинцовый и медный концентрат).

Если исходным минералом является серебряная руда (самородное серебро или хлориды серебра), то серебро получают методом *цианирования*, основанным на образовании сложного комплексного соединения — соли цианистоводородной кислоты HCN.

При взаимодействии хлорида серебра с цианидом натрия протекает реакция

$$AgCl + 2NaCN = [Ag(CN)_2] + 2Na^+ + Cl^-.$$

Аналогичная реакция протекает и при взаимодействии цианида натрия с сульфидом серебра Ag_2S.

Выделение серебра из раствора комплексной соли осуществляют действием на раствор цинком или алюминием. Металлы в водных растворах цианидов приобретают отрицательный заряд. Ионы Ag^+ разряжаются на поверхности цинка и алюминия и серебро выделяется в чистом виде:

$$Zn = Zn^{2+} + 2e;$$

$$Zn^+ + [Ag(CN)_2]^- = Zn(CN)_2 + Ag^+;$$

$$Ag^{2+} + 2e = Ag.$$

Полученный осадок серебра затем сплавляют.

Извлечение серебра из руды *амальгамацией* производят таким же образом, как и золота

Пирометаллургический метод применяют в тех случаях, когда сырьем являются свинцовый и медный концентраты. Из меди примесь серебра выделяется в процессе электрохимической очистки. Анодом служит «сырая» медь. Медь растворяется на аноде и оседает на тонком медном катоде, а серебро оседает на дне ванны, образуя так называемый шлам, из которого его и выделяют. Окончательный продукт подвергают дополнительной очистке электрохимическим методом. Для извлечения из него примесей серебра сырой свинец (веркблей) обрабатывают цинком.

Серебро не реагирует с «царской водкой», плавиковой HF и соляной HCl кислотами. Растворяется в азотной и серной кислотах (сера вызывает окрашивание серебра в коричневый цвет).

Серебро образует малоустойчивое соединение — оксид серебра Ag_2O, которое легко выделяет кислород при нагревании. Кроме того, кислород может образовывать оксиды в виде соединений Ag_4O, AgO. Серебро образует сернистые и сернокислые соединения: сернистое серебро Ag_2S, кислое сернокислое серебро $AgHSO_4$, сернокислое серебро Ag_2SO_4. С нитратами серебро образует азотистокислое серебро $AgNO_2$, плохо растворимое в воде. Азотнокислое серебро $AgNO_3$ чернеет вследствие выделения металлического серебра, из-за чего оставляет черные несмываемые пятна на руках. Соединение является ядовитым, оно легко растворяется в воде и спирте.

Серебро стоит в электрохимическом ряду после водорода и не может вытеснять его из кислот. Однако металлическое серебро растворимо в тех кислотах, которые проявляют свойства окислителей. Поэтому серебро хорошо реагирует с азотной кислотой и с растворами цианистых солей в присутствии кислорода. Если в среде присутствует примесь сероводорода или озона, то образуется соответственно слой сульфида или оксида.

Серебро не взаимодействует с органическими кислотами, растворами щелочей или солей щелочных металлов. В концентрированной серной кислоте при нагревании оно растворяется:

$$2Ag + 2H_2SO_4 = Ag_2SO_4 + SO_2 + 2H_2O.$$

С азотной кислотой серебро образует нитрат серебра, хорошо растворимый в воде:

$$3Ag + 4HNO_3 = 3AgNO_3 + NO + 2H_2O.$$

Соединения серебра разнообразны и многочисленны. Некоторые из них неустойчивы к действию света. Это свойство стали использовать в фотографическом деле.

Серебро дает прочные соединения с галогенами: AgF, AgCl, AgBr, AgI. Их цвет углубляется при переходе слева направо в этом ряду. Фторид и хлорид — белые, бромид — желтоватый, а иодид окрашен в желтый цвет. Кристаллическая структура AgI похожа на структуру кристаллов льда, поэтому на частицах иодида серебра легко образуются кристаллы льда. Эту способность иодида используют для ускорения выпадения дождя.

Хлорид серебра AgCl — белый творожистый осадок, светочувствительный к лучам ультрафиолетового спектра. Под действием света он темнеет. Хлорид серебра можно получить обменной реакцией соли серебра и какого-либо хлорида другого металла:

$$AgNO_3 + KCl = AgCl + KNO_3.$$

Хлорид серебра плавится при разложении при температуре 455 °C. Он нерастворим в воде, но легко растворяется в растворах цианистого калия, тиосульфата натрия, аммиака, азотнокислого серебра и в концентрированой соляной кислоте. В азотной кислоте осадок хлорида серебра не растворяется. Поэтому обычно реакцию на серебро (ион серебра) проводят добавлением к исследуемому раствору азотной кислоты, а затем нескольких капель раствора хлорида натрия или калия. О наличии серебра свидетельствует появление белого осадка. При сплавлении хлорида серебра с Na_2CO_3 выделяется серебро:

$$4AgCl + 2Na_2CO_3 = 4NaCl + 2CO_2 + O_2 + 4Ag.$$

С раствором хромата калия K_2CrO_4 растворы солей серебра образуют осадок в виде соединения $Ag_2Cr_2O_4$ кирпично-красного цвета.

Другая соль серебра — *нитрат серебра* — хорошо растворима в воде. Она получается при взаимодействии азотной кислоты с металлическим серебром:

$$3Ag + 4HNO_3 = 3AgNO_3 + NO + 2H_2O.$$

Присутствие серебра в растворе определяют реакцией с хлоридами натрия или калия. Ионы серебра образуют с ионами хлора белый осадок из хлорида серебра (медленно темнеющий под влиянием света). Он легко растворяется в растворе аммиака с образованием комплексного соединения $[Ag(NH_3)_2]Cl$.

Взаимодействуя с цианистым калием KCN, азотнокислое серебро образует *цианид серебра*:

$$AgNO_3 + KCN = AgCN + KNO_3.$$

Серебро может образовывать соединения с углеродом и хромом: углекислое серебро Ag_2CO_3, хромовокислое серебро Ag_2CrO_4, карбид серебра AgC_2.

Серебро, как и золото, обладает хорошими технологическими свойствами: хорошо подвергается пластическому деформированию, обработке резанием, пайке, сварке.

Серебро обладает наивысшей электропроводностью и теплопроводностью. Оно используется в приборостроении и электромашиностроении в качестве отличного малоокисляющегося проводника тока. Благодаря самой высокой среди металлов отражательной способности серебро используют в производстве зеркал. В ювелирной промышленности оно является вторым по применению металлом для изготовления драгоценных украшений, серебряной посуды и т.д.

Платиновые металлы получают в основном из отходов медно-никелевого производства, образованных в результате переработки полиметаллических руд. Передел шламов, содержащих платиновые металлы, производится на аффинажных заводах. Технология основана на образовании сплава платиноидов с аммонием, который облегчает перевод платиноидов в раствор для последующего разделения.

Все платиновые металлы имеют пластичные свойства и могут обрабатываться давлением в холодном и горячем состоянии.

Широкое применение в ювелирном деле нашли платина, палладий (в качестве лигатуры сплавов золота) и родий (для нанесения покрытий). Осмий и иридий имеют техническое назначение и чаще используются в других отраслях промышленности как весьма тугоплавкие металлы.

Платина (Pt, лат. Platinum, исп. Platina, уменьшительное от plata — серебро) — серебристо-белый металл, самый пластичный в платиновой группе. Платина химически стойкая, растворяется лишь в «царской водке», цианистом калии и расплавах щелочей. Она обладает коррозионной стойкостью, устойчивостью к действию высоких температур. Платина является технологичным металлом

для обработки резанием и давлением, однако трудно поддается полировке обычными механическими способами, а при резании лезвийным инструментом вызывает повышенный износ инструмента.

Процесс переработки платины включает 150 технологических операций. Платину получают аффинажным и пирометаллургическим способами.

Палладий (Pd, лат. Palladium)* — металл темно-серебристого цвета; тугоплавкий. Он добывается вместе с платиной из сульфидных медно-никелевых руд. Используется чаще, чем другие платиновые металлы, благодаря относительной дешевизне. По химическим свойствам уступает платине. Растворяется в «царской водке», азотной и концентрированной серной кислотах. Палладий технологичен: хорошо поддается пластической деформации, хорошо полируется и сваривается. Применяется в технике в сплавах металлов.

Иридий (Ir, лат. Iridium)** — металл белого цвета с серым оттенком. В природе встречается редко. Его получают осаждением и последующим разделением соединений платиновых металлов. При комнатной температуре иридий с трудом поддается пластической обработке, а при температуре 1500...2000 °С его можно ковать, прокатывать. Иридий обладает коррозионной стойкостью и жаростойкостью. С кислотами и щелочами не взаимодействует. Иридий используют в качестве лигатуры в драгоценных сплавах.

Родий (Rh, лат. Rhodium)*** — серебристо-голубой металл. Обладает очень высокой отражательной способностью (78 %). По физическим свойствам — это мягкий металл. В холодном состоянии он с трудом поддается пластической деформации, но после термообработки становится пластичным. Родий химически пассивен, растворяется в серной кислоте, но с кислородом не взаимодействует. Его получают из продуктов аффинажа платины. Родий используют для гальванических покрытий, а также в сплавах с платиной.

---

* Открыт в 1803 г. и назван в честь малой планеты Паллады.

** Назван от греческого слова «Iris», что значит «радуга», из-за разнообразия окраски его солей.

*** Назван от греческого слова «Rhodon», что значит «роза», так как растворы его солей имеют розово-красный цвет.

1.2. Сплавы драгоценных металлов

В чистом виде драгоценные металлы для производства ювелирных изделий применяются редко, так как имеют высокую стоимость и не обладают необходимыми физико-механическими свойствами. В связи с этим широкое применение нашли сплавы на основе драгоценных металлов, в состав которых входят, кроме основного металла, другие металлы (драгоценные, а также недрагоценные — медь, никель, кадмий, цинк, алюминий и др.), придающие сплаву требуемые физико-механические, декоративные, технологические и химические свойства.

Металлы, входящие в состав сплава (кроме основного металла), называются ***лигатурой***.

Рекомендуемые для изготовления ювелирных изделий сплавы должны соответствовать утвержденным стандартам, хотя известны случаи применения сплавов с особыми свойствами. Так, например, в патенте РФ RU 2233604 предлагается использование пористого ароматизированного ювелирного материала из драгоценных металлов, полученного прессованием и спеканием.

Маркировка сплавов осуществляется с помощью букв (сокращенные наименования металлов), обозначающих лигатуру сплава, и цифр, указывающих количественное содержание компонентов сплава (в тысячных долях, если компонент — драгоценный металл; в процентах, если компонент — недрагоценный металл). Если последний компонент сплава является недрагоценным, то его количественное содержание в наименовании марки не указывается.

Металлы, входящие в состав сплава, обозначаются следующим образом: Зл — золото, Ср — серебро, Пл — платина, Рд — родий, И — иридий, Пд — палладий, М — медь, Н — никель, Ц — цинк, Кд — кадмий, Ост. — остальное.

На ювелирных изделиях, изготовленных из драгоценных металлов, проставляется *проба*. Она указывает на содержание основного драгоценного металла в сплаве.

В странах СНГ используется метрическая система проб. Такая проба показывает количество драгоценного металла на 1000 частей сплава.

Метрическая система начала действовать в СССР с 1927 г. До этого времени ювелирные изделия клеймились в золотниковой системе

проб (максимальная проба — 96). Для перевода золотниковой пробы в метрическую первую нужно разделить на 0,096.

В Западной Европе и США принята каратная система проб. Карат — единица массы драгоценных камней, равная 200 мг. При этой системе метрическая проба со значение 1000 соответствует 24 кар.

Сплавы золота

Сплавы золота являются, как правило, трехкомпонентными и состоят из золота, серебра и меди. В сплавы золота, предназначенные для получения припоев, а также в сплавы золота белого и прочих цветов могут быть добавлены и другие компоненты (платина, палладий, никель, кадмий, цинк и пр.).

Золото, серебро и медь вместе могут образовывать жидкие и твердые растворы, а также интерметаллические соединения, образованные по закону валентности. И если золото и серебро могут образовывать неограниченные твердые растворы, смешиваясь в любых пропорциях, то серебро и железо в расплавленном состоянии вообще не смешиваются и разделяются на отдельные слои. Не смешиваются также в сплавах золото и серебро с иридием, серебро с кобальтом и т.д.

Сплавы *золото — платина — палладий*, содержащие до 40 % палладия, представляют механическую смесь палладия и твердых растворов золота в платине. Сплавы с большим содержанием палладия представляют однородные твердые растворы из сочетаний трех металлов друг в друге. Такие сплавы обладают высокой твердостью.

Сплавы *золото — палладий — серебро* образуют твердый раствор, который отличается высокой пластичностью. Как сплав, состоящий исключительно из благородных металлов, он не подвергается окислению.

В ювелирном производстве для сплавов золота установлены следующие ***пробы*** (метрическая система): 958, 750, 585 (583), 500, 375. Данные сплавы обладают характерными свойствами.

Сплав пробы *958* — с высоким содержанием золота. Он имеет ярко-желтый цвет, характерный для золота, и обладает высокой пластичностью. В ювелирном производстве используется редко: в основном для изготовления обручальных колец.

Сплав пробы *750* имеет хорошие технологические свойства: он обладает жидкотекучестью, хорошо подвергается пластическому деформированию. Стандарт предусматривает десять разновидностей сплава, которые могут иметь цвета от зеленого до красного. Теплофизические свойства данного сплава позволяют использовать его в качестве основы под эмалирование.

Сплав пробы *585* имеет девять разновидностей с самыми различными цветами и оттенками. Он обладает хорошими декоративными и технологическими свойствами для механической обработки и пластического деформирования. Является основным сплавом для изготовления большинства ювелирных изделий.

Сплав пробы *583* используется вместо сплава 585-й пробы, в основном для выполнения ремонтных работ, а также для изготовления ювелирных изделий и припоев в ремонтных мастерских.

Сплав пробы *500* имеет одну марку. Он отличается низкими литейными свойствами. Данный сплав нетехнологичный, поэтому редко находит применение в ювелирных изделиях.

Сплав пробы *375* используется реже, чем сплав 585-й пробы, так как быстро теряет блеск при окислении меди, содержащейся в повышенном количестве.

Золотниковая и каратная пробы золота приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Системы проб сплавов золота

Метрическая	Золотниковая	Каратная
1000 (999,9)	96	24
750	72	18
585/583	56	14
375	36	9

Для улучшения декоративных свойств ювелирных изделий сплавам золота придают различные цвета и оттенки. Это достигается путем изменения их состава (табл. 1.3).

Белый цвет сплаву золота придают платина, серебро, палладий, никель. Например, белый цвет будет иметь сплав золота со следующим содержанием в нем компонентов, %: серебро — 16,5...28,5; платина — 10,0...22,0; палладий — 2,0...6,0; золото — остальное (патент РФ RU 2115755, 1997 г.). Или сплав с таким содержанием

компонентов, %: серебро — 25,0...26,0; палладий — 11,5...10,0; индий — 3,5...4,0; цинк — 1,5...1,0; золото — 58,5...59,0 (патент РФ RU 2202644, 2002 г.).

Таблица 1.3

Зависимость цвета сплавов золота от их состава

Цвет сплава	Содержание компонентов в сплаве, %						
	Au	Ag	Cu	Ni	Zn	Pd	Fe
Светло-желтый	58,5	32,0	9,5	—	—	—	—
Желтый	58,5	28,0	13,5	—	—	—	—
	75,0	12,2	12,8	—	—	—	—
Темно-желтый	58,5	23,0	18,5	—	—	—	—
Розовый	58,5	14,0	27,5	—	—	—	—
Красный	58,5	7,0	34,5	—	—	—	—
	75,0	6,0	19,0	—	—	—	—
Зеленый	58,5	39,0	2,5	—	—	—	—
	75,0	25,0	—	—	—	—	—
Белый	58,5	—	18,5	15,5	7,5	—	—
	58,5	18,5	—	—	8,0	15,0	—
	75,0	—	5,5	15,5	4,0	—	—
Синий	75,0	—	—	—	—	—	25,0

Белое золото на основе никеля Au–Ni–Cu получают путем добавления небольшого количества цинка Zn. Никель растворяется в меди в любом соотношении с ней. Такой сплав дешевле, чем сплав, содержащий палладий. Он более прочный, при отжиге образует окись никеля NiO. Степень деформации сплава минимальна, что требует проведения отжига при температуре 600...700 °С, после чего проводится медленное охлаждение сплава, чтобы предотвратить его растрескивание.

Белое золото на основе палладия образуется при содержании палладия свыше 16 %. Сплав хорошо подвергается деформированию и обработке резанием.

Красный цвет сплаву золота придает медь.

Синее золото представляет собой сплав золота с железом.

Зеленый цвет можно получить сплавлением золота с серебром и кадмием.

Лиловый оттенок придают путем добавления в сплав алюминия, кобальта и палладия.

Для получения *светло-оливкового* оттенка добавляют теллур, блестящего *черного* оттенка — серебро или никель и кобальт. Сплав золота черного цвета можно получить также смешением золота, кобальта и хрома в соотношении 75:15:10. Черный цвет на поверхности золота можно получить и методом покрытия. Для этого поверхность изделия покрывают гальваническим способом слоем черного родия или рутения. Достигнуть черного цвета можно также покрытием изделия слоем аморфного углерода.

При соединении золота с алюминием (78,5 и 21,5 %) образуется сплав, который называется «аметистовым золотом», имеющим *пурпурно-фиолетовый* цвет. С калием золото образует металлоид *фиолетового* и *оливкового* цветов, с рубидием — *темно-зеленого*, с индием — *голубого*. *Коричневый* цвет изделиям из золота можно придать, подвергая специальной химической обработке сплавы 585-й или 750-й пробы с высоким содержанием меди.

Сплавы золота, согласно стандарту, ***маркируются*** следующим образом: ЗлСрМ 583–80 (в сплаве содержится 58,3 % золота, 8 %, серебра, 33,7 % меди); ЗлСрПл 585–255–160 (в сплаве содержится 58,5 % золота, 25,5 % серебра и 16 % платины) и т.д.

Общее содержание примесей в каждой марке золотого сплава не должно превышать допустимой нормы — 0,17 %, в том числе свинца — 0,05; железа — 0,15; сурьмы — 0,005; висмута — 0,005; кислорода — 0,007.

В практике ювелирного дела встречаются случаи использования *нестандартных марок* сплавов золота, которые обладают некоторыми специфическими свойствами и применяются иногда в ювелирных мастерских для различных целей (например, литья художественных изделий).

Сплавы серебра

Сплавы серебра состоят из двух компонентов — серебра и меди, но могут быть и трехкомпонентными при добавлении третьего компонента.

Стандартом предусмотрены следующие ***пробы*** сплавов серебра (метрическая система): 960, 925, 875, 830, 800.

Сплав *960-й пробы* по своим свойствам почти не отличается от чистого серебра. Его используют для работы с эмалью и изготовления тонких филигранных изделий.

Сплав *925-й пробы* содержит мало меди. Обладает антикоррозионными свойствами. Сохраняет твердость и упругость. Цвет сплава устойчивый и блестящий даже при обработке и отжиге. Этот сплав лучше использовать для изготовления высокопробных серебряных и филигранных изделий, так как он пластичен, хорошо подвергается механической обработке, а также имеет невысокую температуру плавления (780 °С). Этот сплав также используется для эмалирования, глубокой вытяжки, ковки.

Сплав *875-й пробы* нашел большее применение в литейном производстве благодаря низкой температуре плавления при промышленном изготовлении ювелирных изделий. Сплав технологичный: он хорошо отливается, подвергается пайке, ковке, чеканке. Такой сплав используется для изготовления филигранных изделий и бытовых изделий из серебра. Однако он не пригоден для нанесения эмали.

Сплав *830-й пробы* по своим свойствам не отличается от сплава 800-й пробы.

Сплав *800-й пробы* используется в основном для изготовления столовых приборов, а также производства бытовых изделий. Он имеет желтоватый оттенок, склонен к окислению на воздухе, обладает хорошими литейными свойствами, температура ликвидус составляет 800 °С. Для повышения пластичности при обработке давлением его подвергают промежуточному отжигу.

Ранее использовались и нестандартные сплавы серебра. Сплав *900-й пробы* являлся серебряным стандартом монет и слитков. Сплав *500-й пробы* использовался в России для изготовления монет «царской чеканки»; для изготовления украшений ювелиры его не применяют.

Каратная и золотниковая пробы серебра приведены в табл. 1.4.

Сплавы серебро — платина с содержанием от 3 до 80 % серебра образуют твердые растворы, а в соотношении серебра и платины 1:3, 3:1 и 1:1 — химические соединения.

Таблица 1.4

Системы проб сплавов серебра

Метрическая	Золотниковая	Каратная
1000	24	96
916*	22	88
875	21	84
750*	18	72
500*	12	48

* Сплавы, не соответствующие стандарту.

Сплавы серебра склонны к образованию сульфидов (Ag_2S, Cu_2S) и окиси меди (Cu_2O), которые приводят к появлению налетов на поверхности сплавов. Цвет налетов может со временем изменяться и становиться желтым, коричневым, грязно-синим, темно-синим или черным. Чтобы избежать потускнения и придать сплавам серебра белый цвет с отливом синевы, их подвергают родированию, лакированию, пассивированию или просто чистке от оксидов.

Для изготовления художественных изделий литьем, которые должны обладать повышенной жидкотекучестью, могут быть рекомендованы другие нестандартные составы сплавов. Так, для этих целей может быть использован сплав на основе серебра, который содержит 92,5...93,0 % серебра, 5,8...6,8 % меди, 0,3...0,5 % никеля, 0,5...0,9 % олова (патент РФ RU 2207394).

Сплавы серебра, согласно стандарту, ***маркируются*** следующим образом: СрМ 925 (в сплаве содержится 92,5 % серебра и 7,5 % меди) и т.д.

Сплавы платины

Сплавы платины состоят из двух или трех основных компонентов: платины, меди, палладия, родия, рения, галлия, вольфрама. В них могут быть добавлены присадочные металлы (медь, кобальт, иридий, золото, родий), улучшающие физико-механические свойства сплава. В сплавах платины примеси не должны превышать 0,11 %, в том числе железо — 0,04 %; кремний — 0,009; свинец — 0,015; золото — 0,05 %.

Стандартом приняты следующие ***пробы*** сплавов платины (метрическая система): 850, 900 и 950. Золотниковая и каратная пробы платины приведены в табл. 1.5.

Таблица 1.5

Системы проб сплавов платины и палладия

Метрическая	Золотниковая	Каратная
Платина 950	91	22
Палладий 850	82	20,5

Платиновые сплавы имеют белый цвет и хороший блеск. Повышенная износостойкость позволяет использовать их для изготовления тонких цепочек, а упругость — для изготовления колец (закрепка вставок осуществляется за счет упругих свойств металла). Из сплавов платины изготавливают и другие личные ювелирные украшения: колье, филигранные серьги, перстни и пр.

Свойства сплавов платины зависят от лигатуры сплава. Медь с платиной может образовывать интерметаллическое соединение (интерметаллоид), т.е. соединение, образованное по закону валентности. Медь придает сплаву мягкость и пластичность, снижает температуру плавления. Кобальт улучшает литейные и механические свойства платины. Сплавы с золотом и родием улучшают некоторые свойства сплава платины, необходимые для технических целей. Иридий и вольфрам изменяют упругие и прочностные характеристики сплава, повышают твердость и износостойкость изделий, что важно при выполнении закрепочных работ и операций пластической деформации.

Платина очень чувствительна к присутствию других металлов и неметаллических включений. Поэтому перед отжигом (см. § 1.7) после операций деформирования платину подвергают очистке или травлению в 10%-ном растворе азотной кислоты HNO_3 при температуре 70 °С в течение 3...5 мин. Отжиг производят при температуре 950...1000 °С с последующим охлаждением металла в воде или на воздухе.

Платину рекомендуется плавить в тиглях, сделанных из керамических и гипсосодержащих материалов. Тигли следует покрывать обожженной известью CaO, для того чтобы уменьшить вероятность попадания железа Fe, кремния Si и кальция Ca в расплав из мате-

риала тиглей. Для плавки платины не рекомендуется использовать графитовые тигли, так как углерод растворяется в расплаве, а при охлаждении затвердевает и выделяется вновь.

Платина весьма чувствительна к действию газов, содержащих углерод (CO, CO_2, CH). В связи с этим для работы с ней не рекомендуется использовать ацетилен; более предпочтителен природный газ с добавкой кислорода или смесь кислорода и водорода.

Сплавы платины хорошо соединяются сваркой, но не все — пайкой. Литью могут подвергаться лишь некоторые из сплавов платины с медью, палладием и иридием. Ограничены технологические возможности некоторых сплавов платины по штамповке и волочению. После выполнения операций механической обработки с применением смазки или воска сплав подвергают шлифовке, доводке и полировке шерстяными полировальниками. Эмалирование сплавов, содержащих медь, не производится.

К недостаткам сплавов платины следует отнести невысокую износостойкость.

Сплавы платины ***маркируются*** следующим образом: ПлМ 850, ПлПд 900–100, ПлПдРе 950–25 и т.д.

Сплавы палладия

Сплавы палладия обладают хорошими технологическими свойствами для холодной обработки и обработки резанием, а также хорошими механическими свойствами. Они имеют интенсивный белый цвет, особенно сплавы палладия с серебром и никелем.

Стандартом предусмотрены *500-я* и *850-я* пробы сплавов палладия (см. табл. 1.5), в состав которых входят, кроме палладия, медь, серебро и никель.

Пример маркировки сплавов палладия: ПдМ 850, ПдСрН 850–130, Пд 850.

Сплавы палладия используют для изготовления личных ювелирных изделий.

1.3. Свойства драгоценных металлов и сплавов

Основными *физическими свойствами* металлов являются плотность ρ (г/см^3); температура плавления $T_{пл}$ (°C); температура кипения $T_{кип}$ (°C); теплопроводность (коэффициент теплопроводно-

сти) λ (Вт/(м · К)); тепловое расширение (коэффициент линейного расширения) $\alpha \cdot 10$ (K^{-1}); удельная теплоемкость *c* (кал/(г · °С)); электропроводность (удельная электрическая проводимость) $\sigma \cdot 10^{-8}$ (см/м); отражательная способность *R* (%); цвет.

К *механическим свойствам* относятся механическое напряжение (предел прочности на растяжение или сжатие) $\sigma_в$ (МПа, Н/мм^2); предел пропорциональности $\sigma_{пц}$ (МПа); деформация (пластичность; относительное удлинение при растяжении) δ (%); относительное сужение ψ (%); ударная вязкость $a_н$ (Дж/м^2); твердость HRC, HB или HV (МПа); долговечность (длительная прочность).

Химическими свойствами металлов являются степень взаимодействия с кислотами, щелочами и солями; способность образовывать соединения; коррозионная стойкость.

К *технологическим свойствам* относятся обрабатываемость резанием, ковкость, жидкотекучесть, свариваемость, спаиваемость, износостойкость.

В твердом состоянии сплавы металлов могут образовывать следующие соединения:

- гомогенные — однородные твердые растворы, состоящие из одинаковых по строению кристаллических решеток металлов и примерно одинаковых по размеру атомов; кристаллическая решетка сплавов в этом случае образуется атомами обоих металлов (W–Cr, W–Ta и др.);
- гетерогенные — сплавы металлов с разными строениями кристаллической решетки (Pb–Sb, Pb–Sn, Al–Cu и др.). При переходе из жидкого состояния в твердое расплав расслаивается, образуя кристаллиты одного из исходных металлов. Такой вид соединений встречается редко;
- сплавы с ограниченной растворимостью, образующие однородный расплав и твердый раствор при затвердевании. В этом случае в кристаллическую решетку атомов одного металла ограниченно внедряются атомы другого металла;
- интеркристаллические соединения, или металлоиды. У таких сплавов атомы в кристаллах содержат определенное соотношение с целыми числами. Их строение можно выразить химической формулой. Атомы одного металла занимают места кубической ячейки кристаллической решетки. Подобные металлоиды обладают повышенной твердостью, они хрупки, не поддаются обработке давлением.

Но в расплавленном виде металлоиды обладают хорошей текучестью и хорошими литейными свойствами.

По условию взаимной растворимости компонентов сплавы металлов можно разделить на три группы:

1) с полной нерастворимостью;

2) ограниченной растворимостью;

3) полной растворимостью.

В зависимости от физико-химического взаимодействия компонентов в сплавах могут образовываться следующие фазы:

- жидкие растворы;
- твердые растворы;
- химические соединения.

Твердый раствор — это фаза, когда один элемент сохраняет свою кристаллическую решетку, а атомы второго (атомы замещения или внедрения) располагаются в решетке первого, изменяя ее размеры. То есть это такой тип решетки, в которой атомы второго компонента либо замещают часть атомов первого компонента, либо располагаются между узлами в пустотах решетки. Это может привести к образованию как ограниченного, так и неограниченного количественного соотношения данных компонентов.

Пример ограниченного соотношения компонентов — медь и алюминий, цинк и медь. Так, в алюминии может растворяться до 55 % меди, а в меди — до 39 % цинка.

Золото и серебро являются примером неограниченного растворения благодаря одинаковому типу кристаллической решетки и небольшому различию в атомных размерах (всего 0,2 %).

Твердые растворы внедрения имеют ограниченную концентрацию из-за ограниченного числа пор в решетке. Некоторые сплавы, например Cu–Au, при высоких температурах могут образовывать твердые растворы замещения таким образом, что затем при медленном охлаждении атомы одного компонента приобретают упорядоченное положение. Это явление наблюдается, когда соотношение компонентов в сплаве 1:1, 1:2, 1:3 и т.д. Такие сплавы можно представить в виде формулы химического соединения, типа CuAu, Cu_3Au и др. По существу они занимают промежуточное положение между растворами и химическими соединениями.

Химическое соединение образуется по закону нормальной валентности. Это выражается формулой A_nB_m. Химические соединения

образуются между компонентами, имеющими большое различие в строении атомов и кристаллических решеток. Атомы в решетке химического соединения располагаются упорядоченно. К химическим соединениям относятся соединения металлов с неметаллами (WC, TiN и др.) и металлов с металлами ($CuCd_3$, CuCd и т.д.).

Признаками химического соединения являются:

- упорядоченное расположение атомов в решетке;
- наличие кратного весового соотношения, выражаемого формулой валентности;
- отличие свойства химического соединения от свойств образующих его компонентов;
- постоянство температуры плавления.

Для оценки закономерностей строения сплавов металлов строят *диаграммы состояния*, которые показывают фазовый состав и структуру сплавов в зависимости от температуры и концентрации. При этом исходят из предпосылки о том, что равновесное состояние соответствует минимальному значению свободной энергии. Такое состояние может быть достигнуто при длительном нагреве и очень малых скоростях охлаждения, когда в условиях ограниченной устойчивости сплавы переходят в более устойчивое состояние. Эти изменения представляют собой *фазовые превращения*.

Диаграммы состояния строят экспериментально в координатах температура — концентрация. Для построения диаграммы используют *кривые охлаждения* отдельных сплавов. Диаграмма состояния сплавов, образующих неограниченные твердые растворы из двух компонентов *A* и *B*, представлена на рис. 1.1.

Верхняя линия кривой $t_A - t_B$ называется *линией ликвидуса*, а нижняя — *линией солидуса*. Выше линии ликвидуса лежит область жидкой фазы (ж), ниже линии солидуса — твердый раствор (α, β).

Наиболее часто встречаются сплавы с ограниченной растворимостью компонентов (рис. 1.2). Линия *adceb* на диаграмме называется *линией солидуса,* а верхняя линия диаграммы *acb* — *линией ликвидуса*. Точка *c* пересечения этих линий называется *эвтектикой.* Ниже линии солидуса сплав находится в кристаллическом состоянии, выше линии ликвидуса — в жидком состоянии. Между линиями солидуса и ликвидуса в зоне, ограниченной кривыми *adca* и *bceb*, одновременно с жидким раствором сосуществуют насыщенные кристаллы твердых растворов α и β фаз. В точке *c* при постоянной температуре

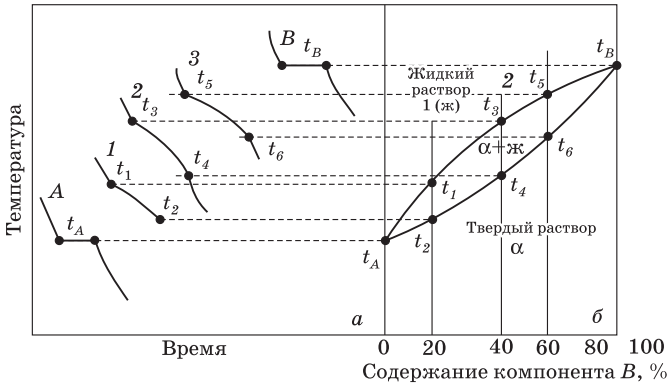


Рис. 1.1. Диаграмма состояния сплава с неограниченной растворимостью компонентов

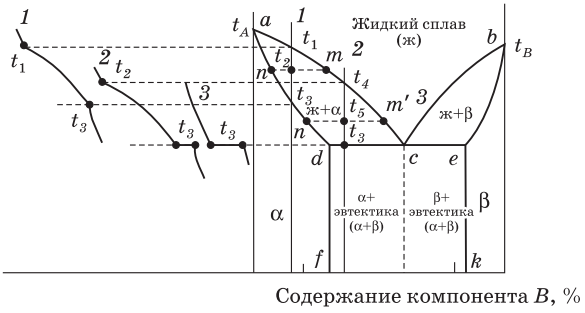


Рис. 1.2. Диаграмма состояния сплава с ограниченной растворимостью компонентов

сплав затвердевает. Такой сплав называется *эвтектическим*. Сплавы, расположенные левее точки *c*, называются *доэвтектическими*, а правее — *заэвтектическими*.

Сплавы, расположенные левее точки *f* и правее точки *k*, кристаллизуются так же, как и сплавы с неограниченной растворимостью. Точка *n* при температуре t_2 соответствует твердой фазе, а точка *m* — составу жидкой фазы.

Диаграмма состояния сплавов, состоящих из трех компонентов, имеет вид трехгранной призмы. Боковые стороны такой призмы представляют диаграммы двухкомпонентных сплавов.

В качестве примера на рис. 1.3 представлена тройная диаграмма состояния металлов с ограниченной растворимостью. Разрезы диаграммы в определенных сечениях в вертикальном направлении будут соответствовать состоянию двухкомпонентного сплава при определенной концентрации третьего компонента.

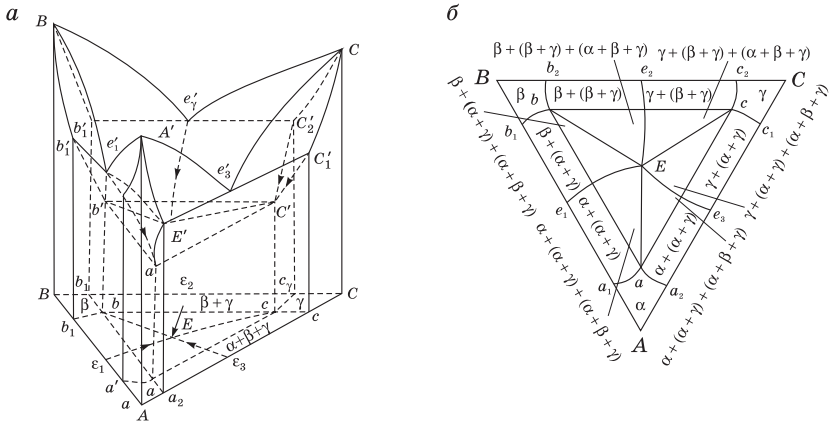


Рис. 1.3. Диаграмма состояния сплавов с тройной эвтектикой и ограниченной растворимостью компонентов:
а — пространственное изображение; *б* — проекция поверхностей на плоскость

Основание треугольника показывает концентрацию компонентов. Варианты треугольника указывают компоненты сплава *A*, *B*, *C*. Компоненты двойных сплавов соответствуют сторонам треугольника, а тройные сплавы соответствуют точкам внутри треугольника. Температуры откладываются по высоте призмы. На рис. 1.3 тройная диаграмма с ограниченной растворимостью образует тройную эвтектику.

Поверхность $A'e'$, $E'e'_3$, $B'e'_2$, $E'e'_2$ и $C'e'_2$, $E'e'_3$ образует поверхность ликвидуса. В точке E сходится тройная эвтектика. Поверхность солидуса образуется тремя поверхностями $A'a'$, $a'a'_2$, $B'b'$, $b'b'_2$ и $C'c'_1$, $c'c'_2$. Ниже этой поверхности образуются кристаллы твердых растворов α, β и γ; двойные эвтектики ($\alpha + \beta$, $\beta + \gamma$, $\alpha + \gamma$) и тройные эвтектики ($\alpha + \beta + \gamma$).

Между плоскостями солидуса и ликвидуса лежит зона, соответствующая температурам начала кристаллизации.

Для удобства превращения в тройных сплавах рассматривают по сечениям диаграмм. Применяют вертикальные (политермические) разрезы при изучении тройных сплавов и горизонтальные (изотермические), показывающие фазовый и структурный состав сплавов при определенной температуре.

Механические свойства драгоценных металлов зависят от исходного состояния металлов. Как видно из табл. 1.6, технологические процессы холодной пластической деформации металлов при прокатке, волочении, штамповке и ковке приводят к изменению основных механических характеристик: повышаются показатели твердости НВ и прочности σ, уменьшается относительная деформация δ.

Таблица 1.6

Механические свойства драгоценных металлов

Показатель	Металл			
	Ag	Au	Pd	Pt
Коэффициент Пуассона	0,37	0,42	0,393	0,39
Предел текучести металла, Н/мм^2:				
литого	35	—	—	37...70
холоднодеформированного	31	3	—	185
отожженного	55	3	—	14...38
Относительное сужение металла, %:				
литого	67	30	—	23...35
отожженного	90	90	90	90
Относительное удлинение металла, %:				
литого	—	30,0	—	—
холоднодеформированного	2,5	3,1	1,5	2
отожженного	48,0	45,0	40,0	42
Твердость металла НВ:				
литого	42	33	50	50
холоднодеформированного	75	58	100	95
отожженного	30	22	58	40

Кроме того, механические свойства благородных металлов зависят от степени деформации металлов (рис. 1.4): при увеличении степени деформации металла повышается его твердость, прочность и понижается относительное удлинение.

Восстановление физико-механических свойств (разупрочнение) металлов достигается отжигом. Характер изменений механических

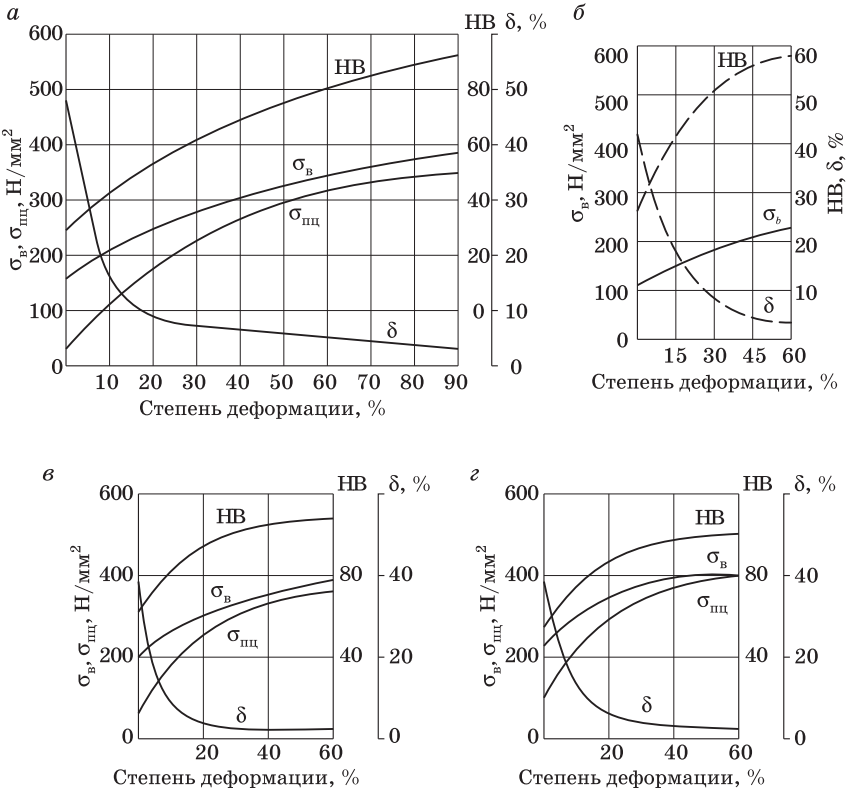


Рис. 1.4. Механические свойства металлов в зависимости от степени холодной деформации:
а — серебро; *б* — золото; *в* — палладий; *г* — платина

свойств серебра и палладия в зависимости от температуры отжига приведен на рис. 1.5. Независимо от исходной степени деформации рекристаллизация серебра наблюдается при 250...300 °С, а восстановление свойств палладия — при 600...800 °С.

Уровень температурного воздействия при отжиге также определяет механические свойства драгоценных металлов. Эта зависимость имеет нелинейный характер и неоднозначна для различных металлов (рис. 1.6).

Сплавы золота являются трехкомпонентными и их свойства зависят от доли каждого из трех составляющих. Если кристаллические

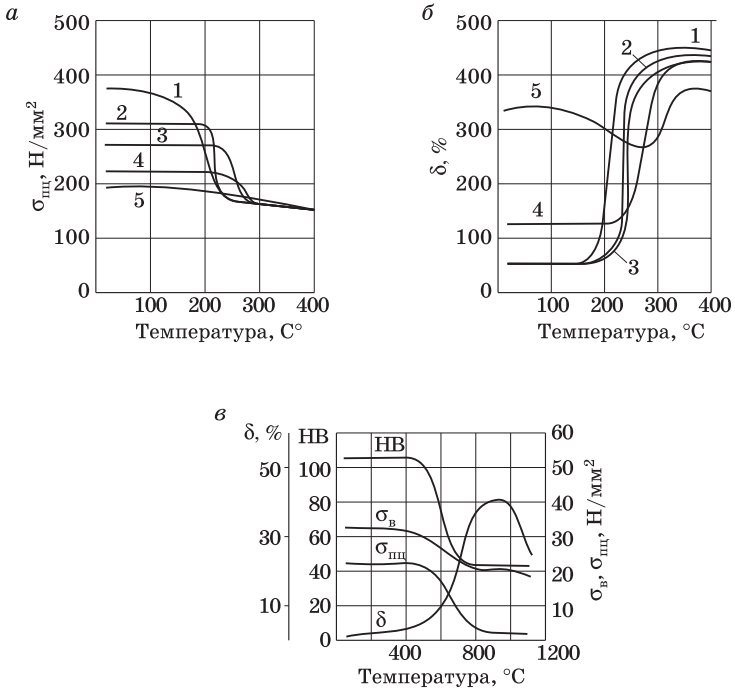


Рис. 1.5. Механические свойства серебра (*а*, *б*) и палладия (*в*) в зависимости от температуры отжига (предварительная степень деформации):
1 — 95 %; *2* — 60,5 %; *3* — 40,5 %; *4* — 16,5 %; *5* — 6 %

решетки компонентов сплава схожи, то наблюдается полная взаимная растворимость и в твердом состоянии сплавов. Если же решетки компонентов различны, то при переходе в твердое состояние металл выделяется в кристаллы.

Металлы, входящие в сплав золота, могут образовывать парные соединения Au–Ag, Au–Cu и Ag–Cu. При этом сплав Au–Ag является примером полной растворимости металлов (рис. 1.7). Сплав Au–Cu образует твердый раствор или интерметаллическое соединение при определенном количественном соотношении металлов (рис. 1.8). В сплаве Ag–Cu с содержанием 72 % серебра эвтектика образуется при температуре 779 °С (рис. 1.9).

Эвтектический сплав 720Ag достигает наибольших значений предела прочности $\sigma_в$, твердости НВ и наименьшего значения отно-

сительного удлинения δ. Структура сплава становится мелкозернистой. Заэвтектический сплав 800Ag при затвердевании образует вначале твердый α-раствор. Доэвтектический сплав 500Ag (желтый сплав) вначале образует твердый β-раствор, а затем твердый раствор (α + β). Сплав 950Ag образует твердый α-раствор.

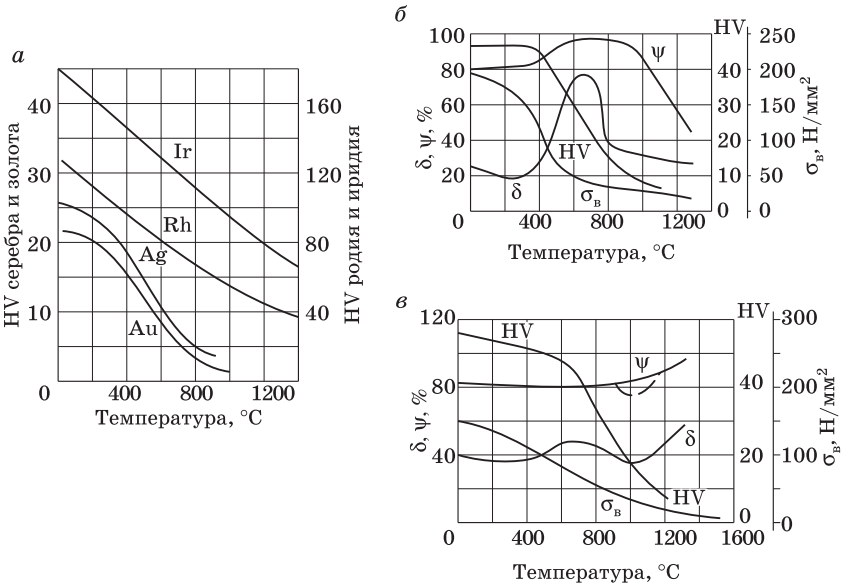


Рис. 1.6. Механические свойства драгоценных металлов в зависимости от температуры нагрева:
а — серебро, золото, родий, иридий; *б* — палладий; *в* — платина



Рис. 1.7. Диаграмма состояния сплава Au–Ag

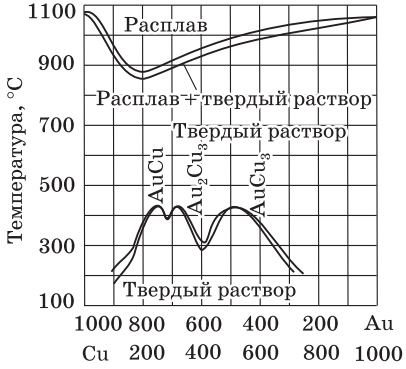


Рис. 1.8. Диаграмма состояния сплава Au–Cu

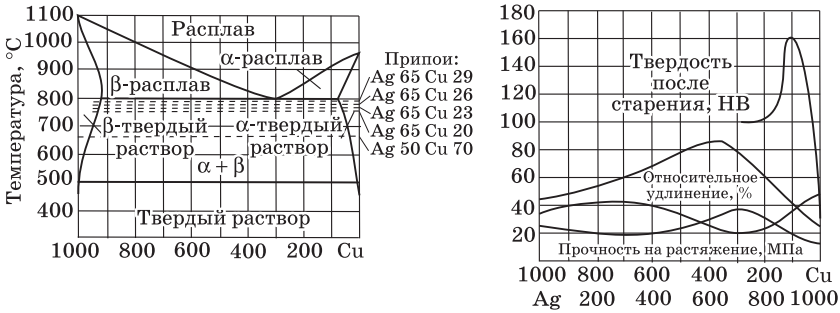


Рис. 1.9. Диаграмма состояния сплава Ag–Cu

Трехкомпонентный сплав имеет свойства двухкомпонентного сплава, если третий компонент содержится в небольшом количестве. Например, при добавлении золота в небольших количествах в расплав серебро — медь эвтектические свойства этого сплава сохраняются. Однако при значительном увеличении доли золота свойства сплава изменяются.

Совместив двойные диаграммы сплавов, получим развертку тройной диаграммы (рис. 1.10).

Диаграмма состояния Au–Ag–Cu трехмерная (рис. 1.11). Она имеет широкий температурный интервал поверхности ликвидуса.

Над поверхностью ликвидуса располагается область жидкого расплава. Поверхность ликвидуса сопоставима с рельефом ландшаф-

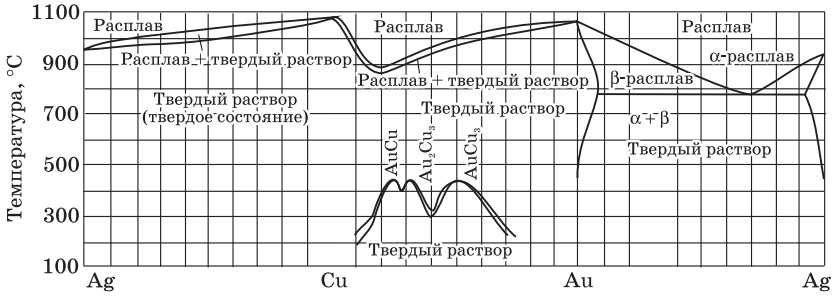


Рис. 1.10. Совмещенные диаграммы состояния двойных сплавов

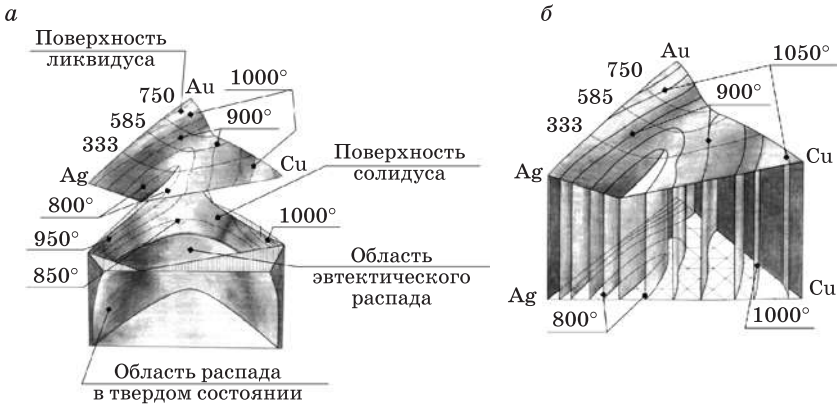


Рис. 1.11. Трехмерная диаграмма состояния тройного сплава Au–Ag–Cu: *а* — с выделенной поверхностью солидуса; *б* — с проекцией ликвидуса на поверхность основания

та. Низкая точка плавления соответствует эвтектике сплава Ag–Cu с температурой 779 °С. Второй нижней точкой поверхности ликвидуса является эвтектика Au–Cu с температурой плавления 889 °С. Ниже поверхности ликвидуса располагается область двухфазного состояния, которая состоит из расплава и кристаллов твердого раствора и имеет тестообразное, вязкое состояние (см. рис. 1.8).

Под поверхностью солидуса наблюдается эвтектическая структура, состоящая из твердых растворов α и β, в которых содержится еще и большое количество золота. Эвтектика расположена в области, ограниченной полукруглой дугой, с наибольшим содержанием

золота (до 41 % в направлении к вершине Au) и поднимается над эвтектической линией Ag–Cu (изотерма с температурой 780 °С).

Теперь рассечем диаграмму тройного состояния Au–Ag–Cu вертикальными сечениями так, чтобы сохранить неизменным содержание золота. Это позволит изучить диаграммы состояния сплавов определенных проб и, следовательно, проанализировать их физико-механические свойства.

В сплаве *375-й пробы* эвтектическая область образуется при содержании меди 12...25 % (рис. 1.12, *а*). Сплав имеет мелкозернистую структуру. При охлаждении расплав проходит через зону кристаллизации, образуя твердый раствор α или β. При дальнейшем охлаждении образуется твердый раствор (α + β).

Физико-механические и химические свойства сплава 375-й пробы определяются в первую очередь низким содержанием золота и большим количеством компонентов. По своим физико-механическим свойствам сплав находится в граничном состоянии. При дальнейшем уменьшении содержания золота свойства золотых сплавов приближаются к свойствам сплавов серебра или меди.

Цвет сплава 375-й пробы отличается от высокопробных сплавов с большим содержанием золота; он приобретает красные оттенки при увеличении содержания меди. Наибольшее применение нашли сплавы розового цвета. На воздухе сплав 375-й пробы тускнеет, в азотной кислоте — растворяется. Он обладает повышенной твердостью, повышенным значением предела прочности на разрыв, небольшим относительным удлинением, поэтому хуже по сравнению с другими сплавами золота подвергается механической обработке. Сплав также хуже поддается пайке из-за значительной разности между температурами солидуса и ликвидуса.

Сплав *585-й пробы* является основным для изготовления ювелирных украшений. На всем диапазоне диаграммы наблюдается переход от расплавленного состояния к твердому. Сплав 585-й пробы имеет цвета от светло-красного до светло-желтого. Характерным отличием сплава является большой диапазон температуры плавления — от 850 до 1050 °С (в зависимости от количественного содержания серебра) (рис. 1.12, *б*). Сплав имеет приятный блеск. Интервал затвердевания сплавов 585-й пробы на всем диапазоне диаграммы остается сравнительно узким и не превышает 50 °С. После затвердевания структура сплава представляет собой твердый α-раствор леги-

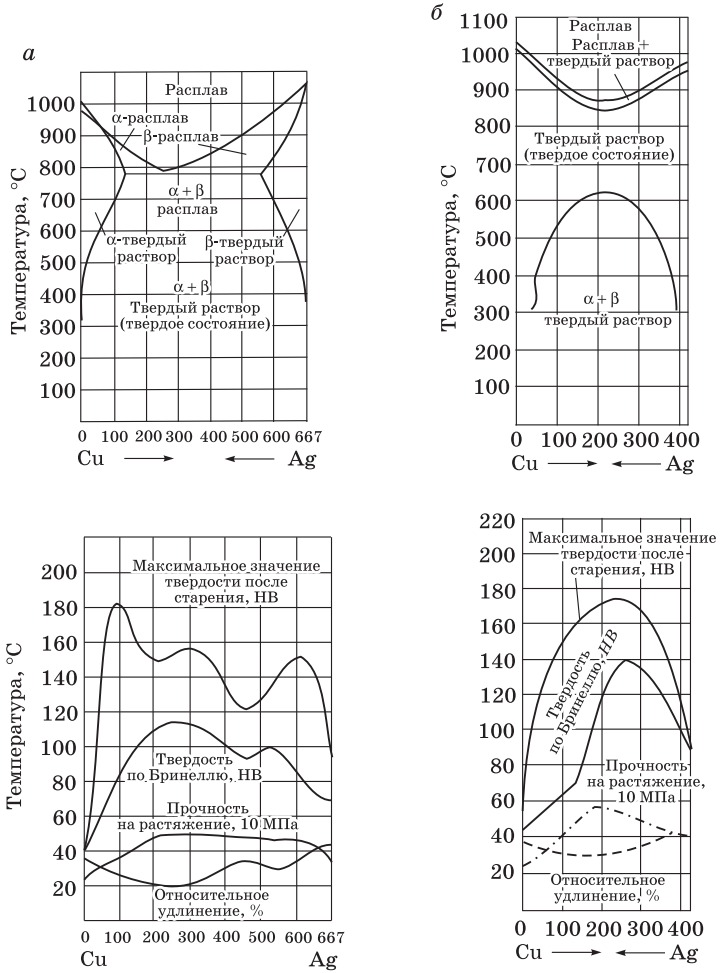


Рис. 1.12. Диаграмма состояния тройного сплава:
а — 375-й пробы; *б* — 585-й пробы

рующих элементов в золоте. В результате фазовых превращений сплавы золота 585-й пробы могут изменять свои свойства (табл. 1.7).

В сплаве 585-й пробы твердые растворы α и β отдельно не выделяются. Шлиф сплава имеет однородную структуру. Сплав обладает хорошими литейными свойствами, легко подвергается механической обработке резанием и обработке давлением. Он также

хорошо подвергается пайке, так как разность между температурами ликвидуса и солидуса приблизительно одинакова на всем интервале диаграммы. Химическая активность сплава 585-й пробы в растворах кислот повышается при увеличении доли меди.

Таблица 1.7

Свойства сплава золота 585-й пробы

Цвет (оттенок) сплава	Содержание, %			$T_{пл}$, °C	НВ	$\sigma_в$, МПа	δ, %
	Au	Ag	Cu				
Бледно-желтый	58,5	38,25	3,25	970...990	65	300	35
Желтоватый	58,5	28,0	13,5	830...870	118	510	33
Желтый	58,5	18,75	22,75	810...850	131	530	36
Розовый	58,5	9,0	32,5	850...890	114	510	44

Проекции поверхностей тройного сплава золота наглядно демонстрируют изменения его свойств при различных долевых соотношениях каждого из компонентов. На рис. 1.13 показан характер изменения температуры ликвидуса и солидуса, предела прочности и твердости сплава.

Сплав *750-й пробы* содержит до 25 % лигатуры (серебра и меди). Сравнительно большее количество золота, чем в предыдущих сплавах, делает сплав близким по свойствам к чистому золоту. Разность температур солидуса и ликвидуса на диаграмме составляет всего лишь 20 °С и поэтому сплав 750-й пробы хорошо паяется. При увеличении доли серебра температура плавления сплава снижается (рис. 1.14).

В затвердевшем сплаве 750-й пробы образуются только твердые растворы. Термообработку такого сплава необходимо производить при температуре выше 400 °С. Сплав хорошо обрабатывается резанием, хорошо полируется. Он пластичен ввиду того, что относительное удлинение δ больше 40 %. Однако сплав 750-й пробы не нашел широкого применения из-за высокой стоимости и потому используется в основном для изготовления единичных изделий.

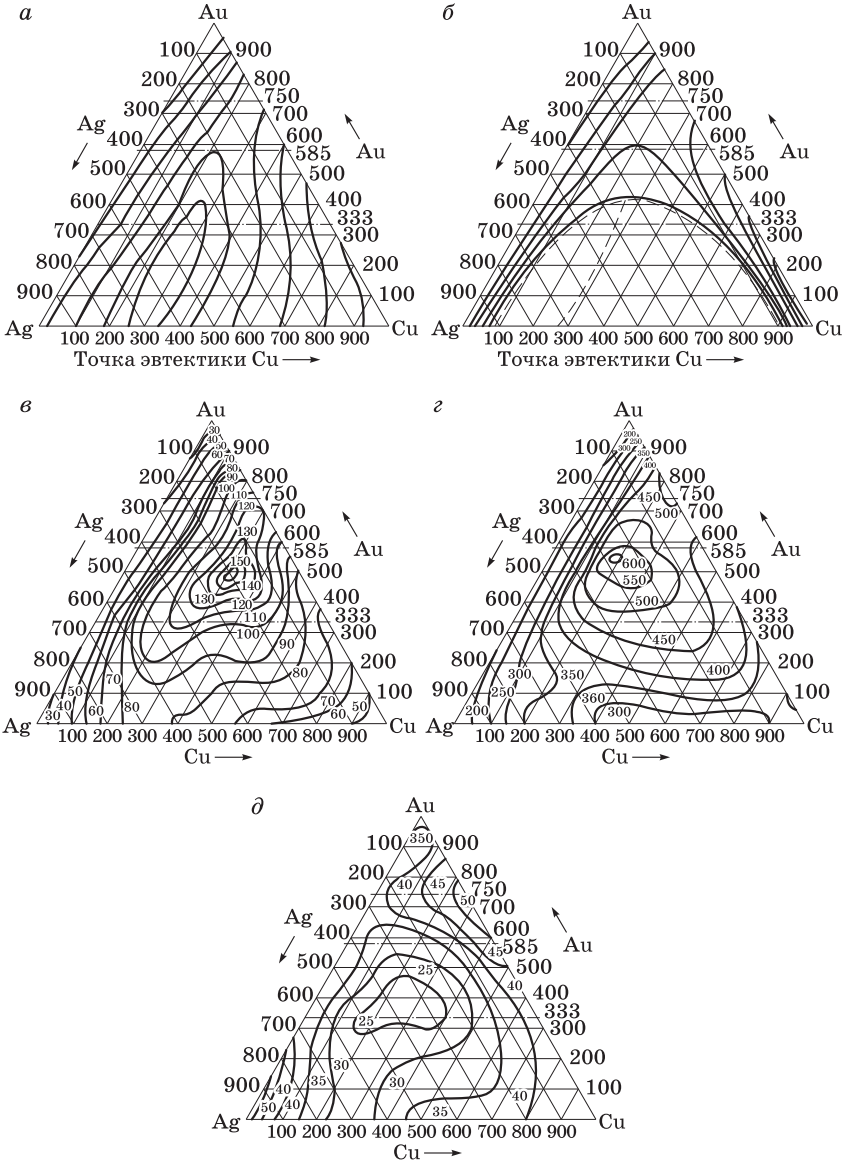


Рис. 1.13. Проекция поверхностей сплава Au–Ag–Cu:
а — ликвидуса; *б* — солидуса; *в* — твердости НВ, МПа; *г* — предела прочности на растяжение $\sigma_р$, МПа; *д* — относительного удлинения δ, %

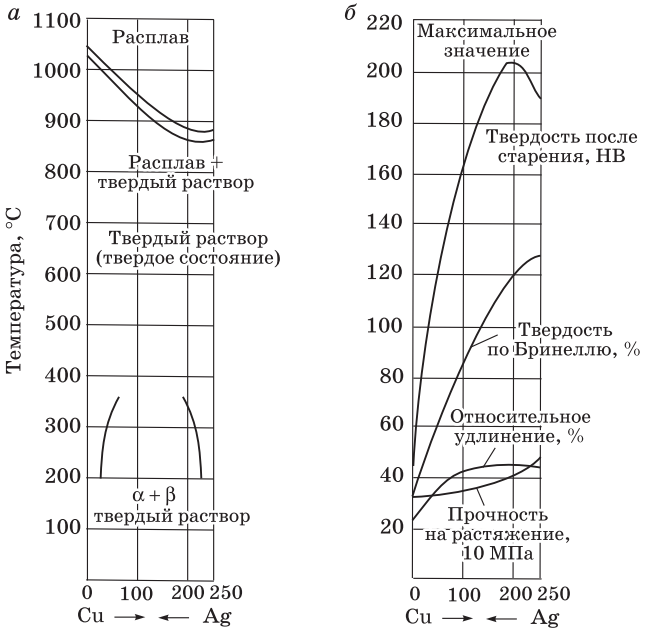


Рис. 1.14. Диаграмма состояния (*а*) и свойства (*б*) сплава золота 750-й пробы

1.4. Лигатура и примеси сплавов драгоценных металлов

Как уже было сказано, в состав сплавов входят различные драгоценные и недрагоценные металлы, которые улучшают определенные свойства сплава: жидкотекучесть, прочность, цвет и пр. Металлы, добавленные в состав сплава, называют ***лигатурой***. По ряду технологических причин в сплаве могут оказаться нежелательные элементы — ***примеси***, такие как олово, свинец, железо, фосфор, сера и пр.

Лигатура сплавов золота

Золото образует сплавы с металлами (драгоценными и недрагоценными) и неметаллами: серебром Ag, платиной Pt, азотом N, алю-

минием Al, бериллием Be, бором B, вольфрамом W, железом Fe, иридием Ir, кадмием Cd, медью Cu, мышьяком As, натрием Na, никелем Ni, серой S, сурьмой Sb, углеродом C, фосфором P, цинком Zn. Физико-механические свойства сплавов золота зависят от процентного содержания компонентов в сплаве. На рис. 1.15 приведен пример того, как содержание различных металлов влияет на изменение предела прочности сплава золота.

Серебро является обязательным компонентом сплавов золота. Оно неограниченно растворяется в золоте. Серебро придает сплаву пластичность, улучшает его обрабатываемость, снижает твердость и температуру плавления, повышает ковкость. Механические свойства сплава Au–Ag зависят от процентного содержания металлов (рис. 1.16).

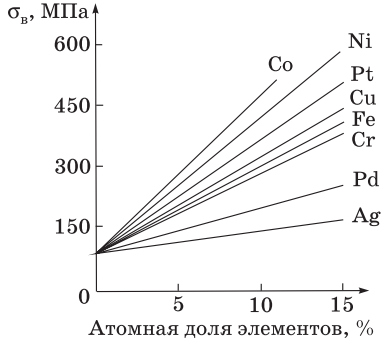


Рис. 1.15. Влияние лигатуры на прочность сплавов золота

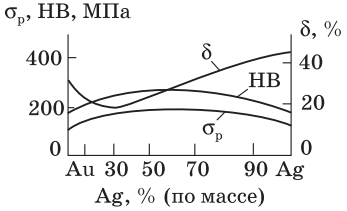


Рис. 1.16. Механические свойства сплава Au–Ag

Серебро придает сплаву золота цвет от белого до бледно-зеленого (в зависимости от его процентного содержания). При содержании серебра более 30 % цвет сплава изменяется от желто-белого к белому. Сплав золота, содержащий свыше 65 % серебра, имеет чисто белый цвет.

Медь также является обязательной составляющей сплава золота. Она повышает твердость сплава, сохраняя при этом его ковкость и пластичность. Медь также снижает коррозионную стойкость сплава, но при большом количестве меди поверхность сплава темнеет, окисляясь на воздухе.

Медь придает традиционный красный цвет так называемому «русскому золоту». Красный цвет появляется при содержании в сплаве меди от 14,6 %; при содержании меди более 34 % цвет сплава изменяется от красного до ярко-красного.

Платину используют для придания сплаву золота белого цвета. Сплав становится белым при содержании в нем платины более 8,4 % (с увеличением содержания платины цвет сплава изменяется от желтого до серого). Платина окрашивает золото в белый цвет интенсивнее палладия.

Платина способствует повышению упругости, твердости и температуры плавления сплава. Диаграмма состояния сплава демонстрирует его неограниченную растворимость (рис. 1.17).

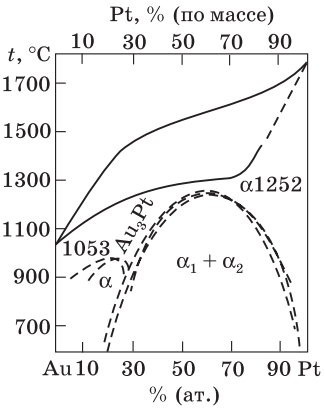


Рис. 1.17. Диаграмма состояния сплава Au–Pt

Палладий увеличивает пластичность и ковкость сплава золота, однако при этом повышается его температура плавления (рис. 1.18, *а*). Палладий хорошо растворяется в золоте. Его применяют для окрашивания сплава в белый цвет: при содержании палладия более 10 % сплав становится белым.

Никель используют в сплавах золота для придания им бледно-желтого цвета. Никель придает сплаву ковкость, пластичность и твердость. Он улучшает литейные свойства сплава, однако придает ему магнитные свойства. В малых дозах никель понижает температуру плавления сплава (рис. 1.18, *б*).

Кадмий используется для резкого снижения температуры плавления сплава золота (рис. 1.19) и для придания ему зеленовато-желтого цвета. Он также придает сплавам ковкость, пластичность, снижает твердость, усиливает яркость цвета. Кадмий имеет ограниченную растворимость в золоте и серебре, но в меди не растворяется.

Цинк используют в сплавах золота для изменения цвета и снижения температуры плавления (рис. 1.20). Добавление цинка может способствовать раскислению и жидкотекучести сплавов, поэтому

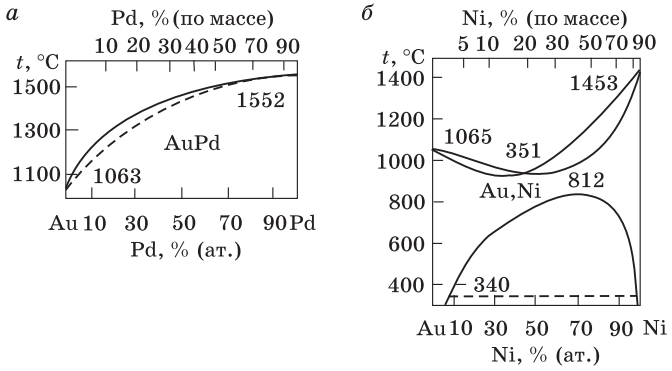


Рис. 1.18. Диаграммы состояния сплавов Au–Pd (*а*) и Au–Ni (*б*)

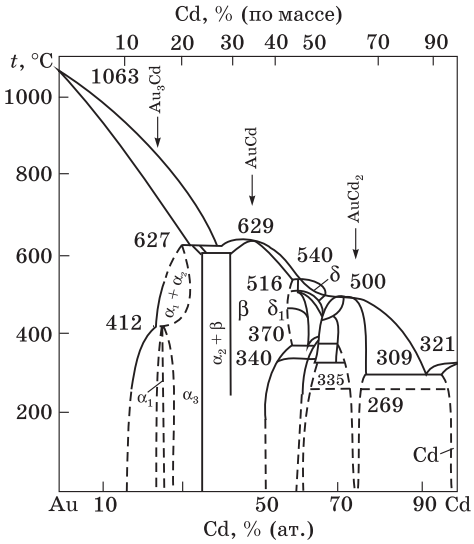


Рис. 1.19. Диаграмма состояния сплава Au–Cd

его включают в состав припоев трехкомпонентных сплавов. Однако цинк вызывает повышение хрупкости и твердости сплавов.

Добавление цинка приводит к усилению бледно-желтого цвета.

В сплавах с золотом цинк поглощается другими легирующими элементами, которые препятствует образованию хрупкого соединения Au_3Zn. Максимальная растворимость цинка в трехкомпонент-

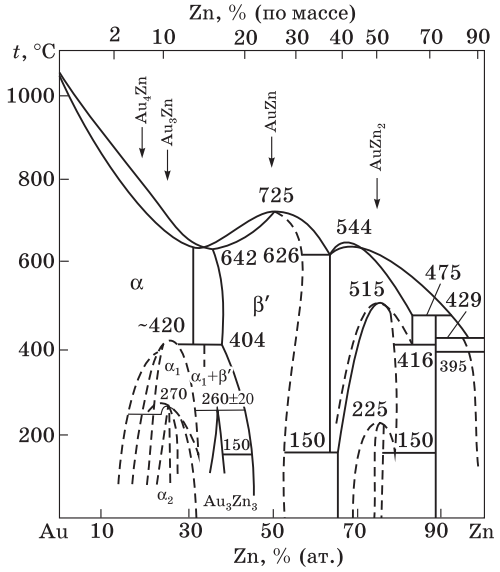


Рис. 1.20. Диаграмма состояния сплава Au–Zn

ных сплавах составляет не более 4 % в золоте, 20 % в серебре и 49 % в меди. Добавление цинка в сплав с медью также приводит к снижению температуры плавления сплавов золота и серебра, в состав которых он входит (рис. 1.21).

Добавление *алюминия* в пределах до 45 % сопровождается резким снижением температуры плавления сплава золота. Дальнейшее

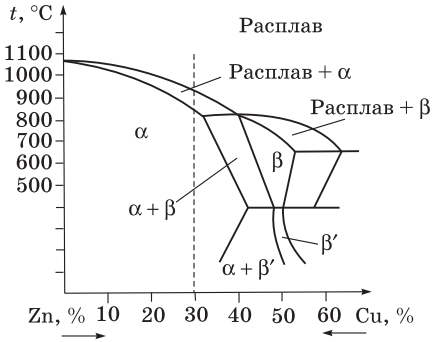


Рис. 1.21. Диаграмма состояния сплава Cu–Zn

увеличение доли алюминия приводит к росту температуры плавления, а затем вновь к снижению (рис. 1.22). При этом при определенных атомных соотношениях алюминия и золота образуются интерметаллические соединения Au_4Al, Au_4Al_2, Au_2Al, AuAl. Алюминий повышает пластичность, однако понижает другие механические свойства сплава золота.

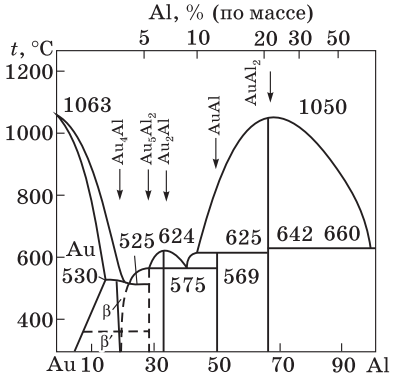


Рис. 1.22. Диаграмма состояния сплава Au–Al

Увеличением доли алюминия можно достигнуть его предела растворимости в сплаве. При этом при определенных валентных соотношениях алюминия и золота могут образовываться интерметаллические соединения.

Металлические примеси сплавов золота. К металлическим примесям сплава золота относятся олово, свинец, железо (сталь), алюминий.

Олово при содержании в сплаве золота более 0,4 % приводит к образованию оксида SnO, который выделяется на границах зерен сплава и делает его более хрупким. В меньшем количестве олово растворяется в трехкомпонентном сплаве без изменения его свойств.

Свинец по характеру воздействия на сплав золота подобен олову. Соединение Au_2Pb концентрируется на границах зерен и при нагревании приводит к образованию сетки микротрещин, расходящихся от границ зерен.

Железо является нежелательным элементом в сплаве золота. Оно не растворяется в сплаве из-за высокой температуры плавления,

поэтому проявляет себя как твердое инородное включение, препятствующее полировке поверхности изделия.

Неметаллические примеси сплавов золота. Неметаллические примеси попадают в сплав из припоев, вместе со стружкой при переплаве, из горючих газов пламени и т.д. Они оказывают косвенное воздействие, взаимодействуя с легирующими металлами в сплавах золота.

Сера S и *фосфор* P попадают в сплав с горючими газами, кислотами, раскислителями и отрицательно влияют на него. Эти элементы образуют на границах зерен химические соединения с присадочными металлами, усиливая хрупкость сплава.

Кремний Si попадает в сплав из тигля и образует с золотом легкоплавкую эвтектику с температурой плавления 370 °C.

Газообразные вещества (кислород O, фтор F, сера S, водород H) образуют водяные пары (при соединении атомов водорода и кислорода) и газообразные соединения (при термическом воздействии), следствием чего является образование пор, т.е. дефектов в структуре металла.

Лигатура сплавов серебра

Серебро может образовывать сплавы с драгоценными металлами и такими элементами, как азот N, алюминий Al, водород H, железо Fe, кадмий Cd, калий K, кислород O, кремний Si, медь Cu, цинк Zn, мышьяк As, олово Sn, свинец Pb, ртуть Hg, сера S, никель Ni, натрий Na и др. Серебро хорошо смешивается с золотом, медью, свинцом, платиной без образования химических соединений.

Основным легирующим элементом сплавов серебра является *медь*. Она придает сплаву серебра твердость, сохраняя при этом его пластичность и ковкость. Содержание меди в диапазоне от 6 до 97 % образует смесь твердого раствора ($\alpha + \beta$), в других соотношениях сплав меди и серебра имеет ограниченную растворимость. Увеличение содержания меди с 8 до 96 % приводит к повышению твердости и вязкости сплава. В пределах 40...80 % медь способствует усилению хрупкости сплава. Наиболее распространенными являются сплавы с заданными свойствами, содержащие от 50 до 96 % серебра.

В качестве лигатуры в сплавах серебра могут быть использованы металлы, имеющие серебристый и белый цвет (например, алюминий, цинк, кадмий, никель). *Алюминий* отбеливает сплав, но приводит к его окислению. Он снижает температуру плавления сплава (рис. 1.23), повышает его твердость, а образующийся оксид алюминия придает сплаву хрупкость. Добавление *цинка* (рис. 1.24) и *кадмия* (рис. 1.25) также ведет к понижению температуры плавления сплава, и потому их вводят в состав припоев или в сплавы, применяемые для литья.

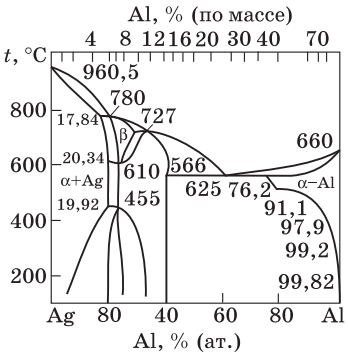


Рис. 1.23. Диаграмма состояния сплава Ag–Al

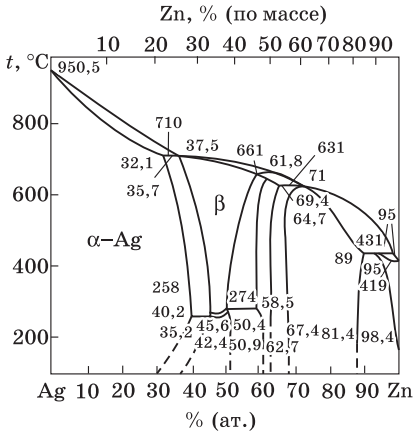


Рис. 1.24. Диаграмма состояния сплава Ag–Zn

В сплавах серебра примесью могут являться металлы, неметаллы и газы, ухудшающие свойства сплава.

Металлические примеси сплавов серебра. *Никель* Ni при содержании в сплавах до 1 % не оказывает на них вредного воздействия. Содержание более 2 % никеля приводит к повышению хрупкости металла.

Железо Fe может попасть в сплав при переплаве стружки и опилок после механической обработки. В сплаве серебра оно не растворяется из-за более высокой температуры плавления, поэтому попадающие в сплав стальные опилки необходимо удалять.

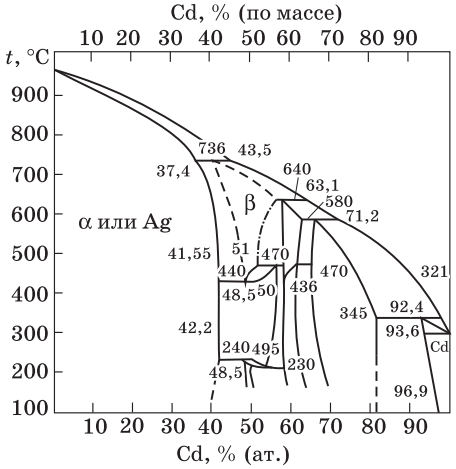


Рис. 1.25. Диаграмма состояния сплава Ag–Cd

Свинец Pb может попасть в сплав из припоев. Он влияет на свойства сплава серебра, делая его хрупким при нагревании.

Олово Sn попадает в сплав также из припоев. Оно уменьшает температуру плавления сплава серебра, а также приводит к его потускнению.

Неметаллические примеси сплавов серебра. *Кремний* Si может попасть из тиглей. Он приводит к увеличению размеров зерен сплава серебра. Кремний придает сплаву хрупкость и твердость.

Сера S попадает в сплав с горючими веществами, газами, кислотами. Сернистые соединения Ag_2S, Cu_2S располагаются между границами зерен сплавов серебра, отчего присутствие серы в них нежелательно.

Фосфор P попадает в сплав при восстановительной плавке из фосфорной меди. Фосфор образует соединения AgP_2, Cu_3P, вызывающие хрупкость сплавов серебра, поэтому его присутствие в сплавах нежелательно.

Кислород O растворяется в сплаве серебра при достижении температуры плавления. Наличие кислорода в затвердевшем сплаве приводит к снижению его прочности, пластичности, способствует появлению трещин (при закалке), газовых пор. При взаимодействии

с медью кислород образует оксид Cu_2O, понижающий пластичность металла.

Кислород и сера, взаимодействуя между собой, образуют соединение SO_2, оказывающее вредное воздействие на сплавы серебра, так как оно приводит к образованию газовых пор.

Лигатура сплавов платины и палладия

В сплавах с платиной и палладием *серебро* способствует снижению их температуры плавления (рис. 1.26). При определенных валентных соотношениях серебро и палладий могут образовывать интерметаллические соединения. Серебро в сплаве платины сохраняет белый цвет металла.

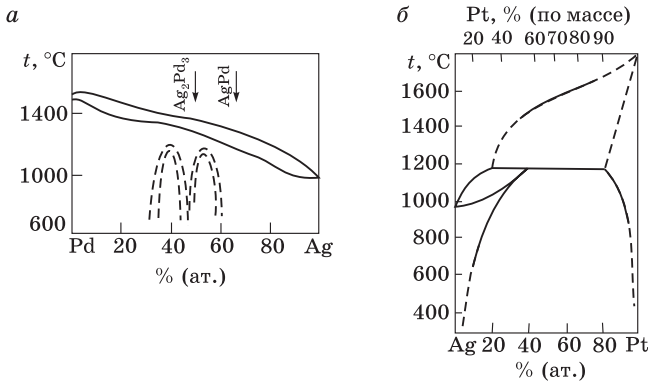


Рис. 1.26. Диаграммы состояния сплавов Ag–Pd (*а*) и Ag–Pt (*б*)

При сплавлении платины и палладия образуется твердый раствор с неограниченной растворимостью (рис. 1.27, *а*).

Никель в сплавах палладия (рис. 1.27, *б*) в любом количестве приводит к снижению их температуры плавления, а в соотношении с палладием 1:1 — к самой нижней точке плавления — 1237 °С.

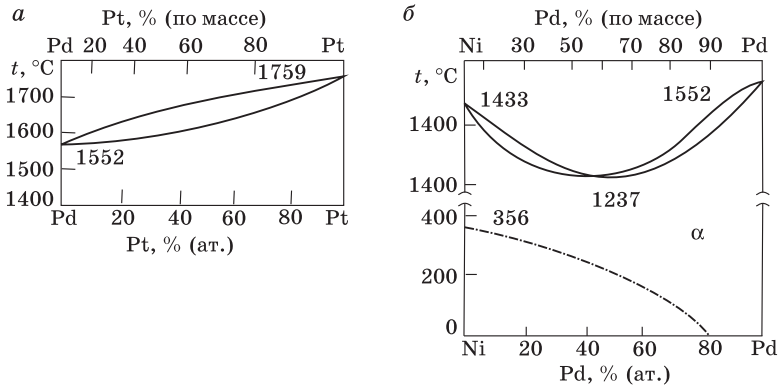


Рис. 1.27. Диаграммы состояния сплавов Pt–Pd (*а*) и Pd–Ni (*б*)

1.5. Недрагоценные металлы

Недрагоценные металлы подразделяются на черные и цветные.

К ***черным*** металлам относятся сталь и чугун, являющиеся сплавами железа с углеродом. Углеродистые стали различных марок используют для изготовления общемашиностроительных деталей. Отдельную группу занимают стали для изготовления инструментов. Они содержат повышенное количество углерода, а также некоторые легирующие металлы, улучшающие их свойства (подробнее см. в 1.6). Чугун в ювелирном деле не используется.

К ***цветным*** металлам относятся медь, титан, алюминий, никель, кадмий, цинк и пр. В чистом виде эти металлы для изготовления ювелирных изделий используются редко, но они широко применяются в технике в виде сплавов.

Основными физико-механическим свойствами цветных металлов, применяемых в ювелирном производстве, являются температура плавления $T_{пл}$, атомный вес m_a, плотность ρ, твердость HB, относительное удлинение δ и предел прочности $\sigma_в$ (табл. 1.8).

Медь (Cu, лат. Cuprum) — тягучий вязкий металл светло-розового цвета, легко прокатываемый в тонкие листы. Встречается в самородном состоянии чаще, чем другие металлы. В руде в виде соединений с серой или кислородом содержится от 0,5 до 2,0 % меди. Медь добывают из оксидных и сульфидных руд. В сухом воздухе медь

почти не изменяется, но во влажном воздухе и двуокиси углерода поверхность покрывается зеленоватым налетом основного карбоната меди $Cu_2(OH)_2CO_3$. При нагревании на воздухе медь превращается в черный оксид меди.

Таблица 1.8

Физико-механические свойства недрагоценных цветных металлов

Металл	$T_{пл}$, °С	m_a	ρ, г/см^3	НВ	δ, %	$\sigma_в$, МПа
Медь	1083,0	63,546	8,96	45	60	221
Алюминий	660,0	2,69	2,70	20	40	45
Титан	1665,0	204,38	4,50	120	30	343
Тантал	2996,0	180,94	16,60	45...120	45	350
Никель	1453,0	58,70	8,90	60...80	49	270
Кадмий	320,9	112,40	8,65	16	55	63
Цинк	419,5	65,38	7,13	43	32	35
Свинец	327,4	207,20	11,34	4	31	13
Олово	231,9	118,69	7,30	4	50	27
Ниобий	2500,0	92,90	8,77	75	45	350
Ртуть	38,97	200,59	13,52	—	—	—

Медь применяют в сплавах, содержащих другие металлы: латуни, бронзе, нейзильбере, мельхиоре.

В химическом отношении медь — малоактивный металл. Соляная и разбавленная серная кислоты сами по себе не действуют на медь. Однако в присутствии кислорода она растворяется в них с образованием солей:

$$2Cu + 4HCl + O_2 = 2CuCl_2 + 2H_2O.$$

В уксусной кислоте медь образует яды.

Медь может образовывать два вида соединений, являющихся производными двух оксидов: закиси меди Cu_2O и окиси меди CuO. В первом ряду соединений медь одновалентна, во втором — двухвалентна.

Одной из солей двухвалентной меди является сульфат меди $CuSO_4$ (медный купорос), водный раствор которого имеет синевато-голубой оттенок. Другая соль — хлорид меди, или хлорная медь $CuCl_2 \cdot 3H_2O$,

образует темно-зеленые кристаллы. Нитрат меди, или азотнокислая медь $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$, кристаллы которого имеют синий цвет, используют для приготовления некоторых красок.

Медь имеет хорошие технологические, электропроводящие и теплопроводящие свойства и поэтому широко применяется в технике. Пластична, коррозионно-устойчива, однако при холодной ковке уплотняется и становится твердой.

В ювелирном производстве медь может использоваться как в чистом виде, так и в сплавах с оловом, никелем и т.д. В зависимости от чистоты получают следующие марки меди: М00 (99,99 %), М1 (99,9 %), М2 (99,7 %), М3 (99,5 %) и М4 (99,0 %). Медь применяется в качестве лигатуры во всех золотых сплавах.

Титан (Ti, лат. Titanium)* — блестящий серебристый тугоплавкий металл, похожий на сталь. По распространенности в земной коре среди прочих конструкционных металлов занимает четвертое место (минерал — рутил TiO_2). Прочный, пластичный, хорошо подвергается обработке, сварке и склейке, но не паяется. Титан образует оксидную пленку, защищающую его от коррозии.

Технический титан выпускается трех марок: ВТ1–00 (99,53 %), ВТ1–0 (99,48 %) и ВТ1 (99,44 %). Титан образует сплавы с алюминием, которые имеют повышенную прочность, жаропрочность и антиокислительные свойства. Для получения сплавов титан легируют также с молибденом, ванадием, марганцем, хромом, оловом и др.

Титановые сплавы можно подвергать отжигу, закалке, старению и химико-термической обработке. Сам титан не упрочняют термической обработкой, его подвергают только рекристаллизационному отжигу при температуре 750...850 °С. Для снятия внутренних напряжений, возникающих при механической обработке, применяют неполный отжиг при 550...600 °С.

Титан растворяется в соляной, плавиковой, серной кислотах, но не взаимодействует с азотной кислотой.

Титан применяется в ювелирных изделиях благодаря особому свойству изменять цвет при термообработке. При постепенном нагревании он приобретает золотистый, зеленый, фиолетовый, голубой, синий цвет. Газопламенное нагревание образует на поверхности титана радужные цвета (цвета побежалости).

* Получил название от греч. Titanes — титаны (в древнегреческой мифологии титаны — дети Урана и Геи).

Тантал (Ta, лат. Tantalum)* — редкий элемент, встречается совместно с ниобием. Имеет серый цвет со свинцовым оттенком. Тантал — тугоплавкий, прочный, но вместе с тем пластичный металл. Он подвергается сварке, исключительно коррозионно- и жароустойчивый. В химическом отношении тантал реагирует с фтором, плавиковой кислотой, щелочами. Сверхпрочная оксидная пленка тантала пропускает электрический ток только в одном направлении. Красивая окисная пленка позволяет использовать его вместо платины в часах и ювелирных украшениях. Тантал применяется в ювелирном производстве как декоративный металл.

Ниобий (Nb, лат. Niobium)** — редкий элемент, похож на тантал, такой же мягкий, жаро- и коррозионно-устойчивый. Это химически стойкий металл, на который не действует «царская водка». Он растворяется только в плавиковой кислоте. Ниобий применяется в радиоэлектронике и атомной промышленности. В ювелирном производстве используется для придания изделиям декоративных свойств.

Никель (Ni, лат. Niccolum)*** имеет серебристо-белый цвет с блеском. Это ферромагнитный металл. В природе встречается в виде сульфидных медно-никелевых руд. Никель применяют в основном для гальванопокрытий поверхностей с целью придания им блеска, а также добавляют в сплавы для повышения их жаропрочности и коррозионной устойчивости.

Вольфрам (W, лат. Wolframium)**** является одним из самых прочных металлов. Это тяжелый, тугоплавкий металл светло-серого цвета с температурой плавления 3410 °C. Он широко применяется в инструментальных сталях.

Изделия из вольфрама имеют естественный блеск металла без всякого покрытия и в течение долгих лет сохраняют свой первоначальный вид. Вольфрам не подвергается окислению и является неаллергенным металлом. В ювелирном деле его используют в качестве лигатуры в сплаве палладия.

---

* Назван по имени Тантала — мифического царя, который не мог утолить жажду, стоя по горло в воде.

** Назван по имени Ниобы (греч. Niób̄e) — дочери мифологического Тантала.

*** Получил название по названию минерала Kupfernickel (нем. Kupfer — медь и Nickel — злой дух).

**** От нем. Wolf — волк и Rahm — сливки.

Кадмий (Cd, лат. Cadmium)* — редкий в природе элемент, который добывают при переработке медных и цинковых руд. Мягкий, вязкий металл белого цвета.

Кадмий снижает температуру плавления сплавов, поэтому применяется в качестве лигатуры в золотых и серебряных сплавах и припоях, а также для декоративных покрытий. Благодаря хорошей пластичности он хорошо куется и вальцуется. При работе с кадмием следует помнить, что его соединения и пары ядовиты.

Цинк (Zn, лат. Zincum) — металл синевато-серого цвета с блеском, известен с XVI в. В природе встречается в виде сфалерита ZnS. Цинк хорошо куется и прокатывается при нагреве до температуры 100 °С, но при температуре от 100 до 200 °С становится хрупким. Он растворяется во всех кислотах. В технике цинк используют для покрытия поверхности металла (цинкование). В ювелирном деле его применяют в качестве лигатуры в золотых и серебряных припоях для снижения их температуры плавления.

Алюминий (Al, лат. Aluninium)** — металл серебристо-белого цвета. Занимает первое место по распространению в природе и второе — по применению в технике. Его получают из бокситов Al_2O_3 электролизом в расплавленном криолите Na_3AlF_6.

Получить алюминий удалось в 1825 г. датскому ученому Х. Эрстеду. Промышленное производство алюминия начато в 1855 г. во французском городе Руане, а в 1886 г. изобретен электролизный способ получения металла. Промышленное производство алюминия в России было освоено в 1921 г.

Алюминий применяется в виде различных сплавов. Алюминиевые сплавы делятся на две группы: деформируемые и литейные. К деформируемым относятся сплавы, упрочняемые термообработкой (содержащие медь и другие компоненты) и неупрочняемые. Это дуралюминий (Д16, Д18 и др.), авиаль (АВ и др.) и пр. К литейным сплавам относятся сплавы с кремнием (АЛ2, АЛ4, АЛ9), медью (АЛ7, АЛ19) и магнием (АЛ8, АЛ27).

Высокая пластичность позволяет получать из алюминия тончайшую фольгу. Алюминий плавится при температуре 660 °С. Разбавленная соляная и серная кислоты легко растворяют его. Алюминий

* От греч. kadmeia — нечистая окись цинка.

** От лат. alumen — квасцы — кристаллогидраты двойных сернокислых солей, хорошо растворимые в воде.

реагирует со щелочами, растворяясь в них и образуя алюминаты. Холодная азотная кислота делает алюминий «пассивным», после чего он не растворяется в серной и соляной кислотах. Алюминий образует только один окисел — Al_2O_3. Соль алюминия — алюминиевые квасцы $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ — применяется при дублении кожи, в красильном деле и т.д.

В ювелирном деле алюминий используется для изготовления бижутерии (колье, браслетов, брошей) с последующим анодированием и окрашиванием в золотистые и серебристые цвета.

Свинец (Pb, лат. Plumbum) — мягкий, ковкий металл синевато-белого цвета с блеском. Основной минерал — геленит PbS. Свинец хорошо деформируется. Он применяется при производстве аккумуляторов, припоев, красок и т.д. Основное назначение свинца в ювелирном деле — изготовление припоев и чернения, он также используется при чеканке в качестве подкладочного пластичного металла.

Олово (Sn, лат. Stannum) — металл серебристо-белого цвета. Оно вязкое, мягкое, пластичное и коррозионноустойчивое. Олово растворяется в кислотах, реагирует со щелочами, серой, хлором, бромом, фтором. В ювелирном производстве используется в качестве компонента припоев.

Ртуть (Hg, лат. Hudrargyrum)* при обычной температуре является жидким металлом и растворяет золото, серебро, олово, цинк, алюминий с образованием амальгамы**. Ртуть имеет серебристо-белый цвет. Следует всегда помнить, что **пары ртути ядовиты**!

1.6. Сплавы недрагоценных металлов

К сплавам из недрагоценных металлов, применяемым в ювелирном производстве, относятся сплавы черных (сталь) и цветных (латунь, бронза и т.д.) металлов. Стали используются для производства инструментов. Сплавы цветных металлов, имеющие хорошие декоративные, антикоррозионные и технологические свойства, применяются для изготовления бижутерии, элементов украшений и пр.

* От греч. hýdōr — вода и árgyros — серебро.

** Амальгама — сплав, одним из компонентов которого является ртуть. Она может быть жидкой, полужидкой и жидкой в зависимости от содержания ртути.

Сплавы черных металлов

Сплавы черных металлов представляют собой сплавы железа с углеродом — сталь и чугун, различающиеся количественным содержанием углерода.

Углерод является полиморфным неметаллическим элементом (плотность 2,27 г/см^3), который может растворяться в железе в жидком и твердом состояниях. Он также встречается в виде химического соединения цементита.

Свойства металлов и сплавов определяются фазой и структурой. *Фазой* являются однородные составные части системы, имеющие одинаковый состав и поверхности разделов между ними. *Структура* определяется формой, размером и характером взаимного расположения фаз в металлах и сплавах. Для изучения структуры металла из него выделяют образцы, которые шлифуют, полируют и подвергают травлению химическими реактивами. Микроструктуру металлов наблюдают в микроскопе с увеличением 1000 и более раз. Микроструктура показывает взаимное положение фаз, их форму и размеры.

В системе Fe–C образуются следующие фазы: жидкий сплав, твердые растворы (феррит и аустенит), а также химическое соединение — карбид железа Fe_3C (цементит). Феррит — твердый раствор углерода в α-железе, аустенит — твердый раствор углерода в γ-железе. Модификация α-железо существует при температурах ниже 910 °C и выше 1392 °C. Кристаллическая решетка α-железа — объемно-центрированный куб, γ-железа — гранецентрированный куб.

Диаграмма состояния сплава Fe–C (рис. 1.28) позволяет прогнозировать физико-механические свойства стали при температурном воздействии.

Точка *A* на диаграмме соответствует температуре плавления железа (1539 °C), точка *O* — температуре плавления цементита. Линия *AB* (ликвидуса) показывает температуру начала кристаллизации феррита (Ф); *BC* (ликвидуса) — аустенита (А); *CD* (ликвидуса) — цементита (Fe_3C).

Линия *ECF* (солидуса) соответствует кристаллизации эвтектики — ледебурит. Ниже линии *BC* (ликвидуса) сплав будет двухфазным (жидкость + аустенит), а ниже линии *HE* (линии солидуса) сплав затвердевает, приобретая структуру аустенита.

При нагреве и охлаждении стали происходят фазовые превращения, которые зависят от процентного содержания углерода [6]. При охлаждении происходит переход металла из жидкого состояния в твердое, т.е. переход к термодинамически более устойчивому состоянию с меньшей свободной энергией. Это явление называется *кристаллизацией*. Температура плавления соответствует равновесному состоянию, а при нагреве металла выше температуры плавления образуется жидкий металл.

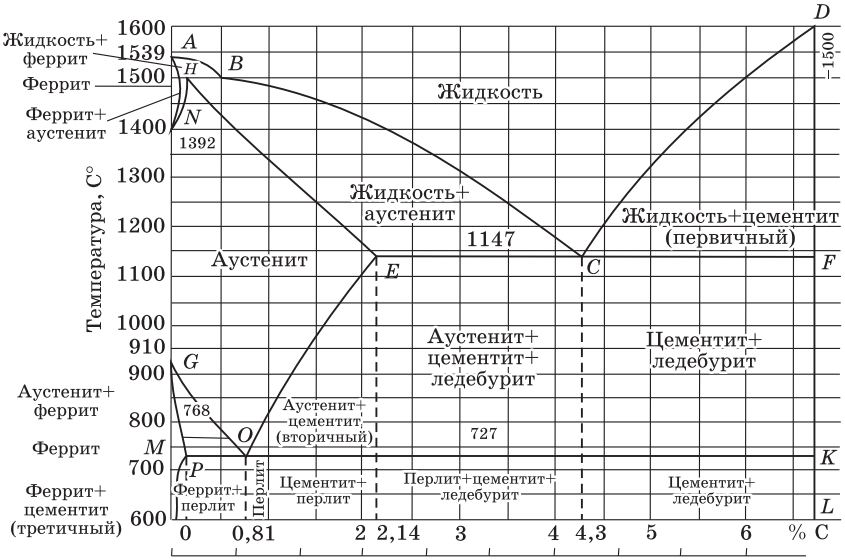


Рис. 1.28. Диаграмма состояния сплава Fe–C

Кристаллизация начинается при переохлаждении металла ниже равновесной температуры и сопровождается выделением скрытой теплоты кристаллизации (в связи с переходом из одной полиморфной модификации в другую). Разность температур плавления и кристаллизации $\Delta t = t_{пл} - t_к$ называется *степенью переохлаждения*.

Процесс кристаллизации начинается с образования и роста кристаллических зародышей и продолжается с ростом их числа и размеров. В зависимости от температуры многие металлы могут существовать в разных кристаллических формах или разных модификациях. Такого рода разновидности модификаций имеют место и в стали.

Сталь (польск. ctal, от нем. Stahl) — деформируемый сплав железа с углеродом (до 2 %) и другими элементами. Свойства стали после термообработки зависят в первую очередь от *процентного содержания углерода*. По данному признаку сталь можно условно разделить на три вида:

- доэвтектоидная — с содержанием углерода до 0,8 %;
- эвтектоидная — с содержанием углерода 0,8 %;
- заэвтектоидная — с содержанием углерода от 0,8 до 2,14 %.

По назначению сталь делят на следующие группы:

- конструкционные;
- инструментальные;
- с особыми физическими и химическими свойствами (нержавеющая сталь, электротехническая, жаропрочная и пр.).

Конструкционные стали предназначены для изготовления разнообразных деталей машин, конструкций и сооружений. Они имеют различные физико-механические свойства в зависимости от химического состава и способа получения. Конструкционные стали должны хорошо обрабатываться давлением и резанием, свариваться, прокаливаться и т.д. Они делятся на два вида: углеродистые и легированные.

Углеродистые конструкционные стали, в свою очередь, делятся на два класса: обыкновенного качества и качественные стали.

Стали обыкновенного качества наиболее дешевые и потому используются для изготовления малоответственных деталей и в строительных конструкциях. Существует три группы сталей обыкновенного качества: группа А (Ст0, Ст1, Ст2, Ст3), группа Б (БСт0, БСт1 и т.д.), группа В (ВСт2 и т.д.).

Качественные машиностроительные углеродистые стали выплавляют кислородно-конвертерным способом в мартеновских или электропечах. К ним предъявляют высокие требования. Качественные стали маркируются цифрами 08, 10, 15, 20, ..., 85, которые показывают среднее содержание углерода в сотых долях весового процента.

Легированные стали представляют собой стали с добавками различных легирующих металлов: хром (в количестве до 1,8 %), никель (до 4,5 %), марганец (до 1,8 %). Кроме того, для повышения свойств стали в нее добавляют также вольфрам, ванадий, титан, бор и т.д. Свойства легированных сталей улучшаются после термообработки: повышается предел текучести, относительное сужение и ударная вязкость. Легированные конструкционные стали маркируются циф-

рами и буквами, например 15Х, 20ХН, 18ХГТ. Двузначные цифры впереди показывают содержание углерода в сотых долях процента, буквы справа от цифр обозначают легирующий элемент (Х — хром, Н — никель, Г — марганец и т.д.). Цифры после букв показывают примерное содержание элементов в весовых процентах. Отсутствие цифры говорит о малом содержании элемента, т.е. в пределах 1,0...1,5 %.

Инструментальные стали бывают углеродистыми, легированными и быстрорежущими. Они содержат 0,6...0,7 % углерода, обладают высокой твердостью ($HRC_э$ 60...65), прочностью и износостойкостью. По назначению инструментальные стали делятся на стали для режущего инструмента, мерительного инструмента и штампов.

Маркировка углеродистых инструментальных сталей производится с помощью буквы У (т.е. углеродистая) и цифры, показывающей содержание углерода в десятых долях процента. Например, У7, У10А (буква А обозначает высокое качество). Легированные инструментальные стали маркируются цифрами и буквами. Например, 9ХС, 5ХВГ. Цифра, стоящая перед буквой, показывает содержание углерода в десятых долях процента, буква обозначает легирующий элемент, а следующие за буквой цифры показывают содержание элемента в весовых процентах. Быстрорежущие инструментальные стали маркируют буквой Р (например, Р9, Р6М5). Главным легирующим элементом таких сталей является вольфрам, другими элементами — молибден и пр. Цифры в марке показывают содержание элементов в процентах.

Сплавы цветных металлов

Недрагоценные цветные сплавы обладают хорошими декоративными и технологическими свойствами. К ним относятся сплавы на основе меди, алюминия, титана и др. Наибольшее применение в ювелирном производстве среди них нашли различные медные сплавы, похожие по внешнему виду на сплавы драгоценных металлов и обладащие хорошими технологическими свойствами. За ними следуют сплавы из алюминия и титана.

Сплавы меди

Бронза (фр. bronze, от итал. bronzo — сплав на основе меди) делится на оловянистую и безоловянистую. *Оловянистые* бронзы пред-

ставляют собой сплав меди с оловом, а также с цинком, никелем, свинцом, фосфором, марганцем. *Безоловянистые* (алюминиевые, бериллиевые и пр.) бронзы представляют собой сплавы меди с алюминием, никелем, бериллием, кадмием, кремнием и другими металлами.

Бронзы обладают хорошей устойчивостью к коррозии и жидкотекучестью, поэтому их применяют для художественного литья. Бронзы маркируются с помощью букв и цифр, например Бр ОФ 6,5–0,15 (бронза, содержащая 6,5 % олова, 0,15 % фосфора, остальное — медь). Для литейного производства применяют оловянистые бронзы марок БР ОЦСН 3–7–5–1, Бр ОЦС 3–12–5 и безоловянистые бронзы типа Бр АЖ 9–4Л, Бр АЖН 10–4–4 (Ж — железо, Л — бронза литейная). Для обработки давлением используют безоловянистые бронзы марок Бр АЖ 9–4 и др.

Латунь — двух- или многокомпонентный сплав на основе меди и цинка, в котором основным легирующим элементом является цинк, дополнительными — железо, марганец и пр. Латунь, содержащая до 39 % цинка, в твердом состоянии обладает однородными свойствами. При этом увеличение количества цинка сопровождается снижением температуры плавления сплава. Пример маркировки латуни: ЛЖМц 59–1–1 (латунь, содержащая 59 % меди, 1 % железа и 1 % марганца).

Технические латуни содержат до 48...50 % цинка.

По технологическому признаку латуни делят на две группы: *деформируемые* (ленты, проволоки и т.д.) и *литейные* для фасонного литья. Литейные латуни обладают хорошей жидкотекучестью. Латуни Л96 и Л90 имеют высокую пластичность. Наилучшая пластичность у латуни Л70 и потому она используется для изготовления деталей штамповкой. Латунь ЛС59 (автоматная латунь) используется в виде прутков для изготовления деталей резанием на станках-автоматах. Предел прочности латуни Л96 после отжига составляет 240, а после наклепа — 450 Н/мм^2, относительное удлинение — соответственно 50 и 2 %.

Томпак является разновидностью латуни и содержит от 10 до 20 % цинка. По внешнему виду напоминает золото.

Нейзильбер (от нем. Neusilber — новое серебро) относится к медно-никелевым сплавам — наиболее значимой группе сплавов меди (после латуни и бронз). Содержит 58...67 % меди, 11...26 % никеля,

12...26 % цинка. Обладает высокой стойкостью против коррозии. Другое его название — *аргентан*. Пример маркировки нейзильбера: МНЦ 15–20 (никель — 15 %, цинк — 20 %, остальное — медь).

Медь и никель имеют одинаковую кристаллическую решетку и почти одинаковый размер атомов, поэтому при сплавлении они образуют непрерывный ряд твердых растворов. Изменение свойств твердого раствора в такой системе происходит тоже непрерывно. Никель, введенный в медь, сильно изменяет ее свойства. Твердость, прочность и пластичность сплавов при увеличении содержания никеля возрастают. Электропроводность резко снижается. Это свойство используется для создания сплавов на медной основе с высоким электрическим сопротивлением. Характерная особенность всех медно-никелевых сплавов — высокая стойкость к процессам коррозии (они почти не подвергаются разрушению даже в морской воде).

Назначение каждого медно-никелевого сплава, как правило, узкое и вполне определенное. Сплав, содержащий 19 % никеля, имеет декоративные свойства, он пластичен, хорошо сопротивляется коррозии и истиранию. Его используют для чеканки монет и медалей. Сплав, содержащий 40 % никеля и легированный марганцем, имеет наиболее высокое электрическое сопротивление из всех медно-никелевых сплавов, поэтому его применяют для электротехнических целей, в термопарах и т.п.

Легирование никелем вызывает значительное повышение антикоррозионной стойкости сплавов. Изменяется и их внешний вид: уже при 15 % никеля получается серебристо-белый цвет, совершенно отличный от цвета меди. При повышении содержания никеля нейзильбер приобретает красивый белый цвет с зеленоватым или синеватым отливом.

Дорогие изделия из сплавов такого типа под названием «пакфонг», что означает «белая медь», были впервые завезены в Европу из Китая в XVIII в. В XIX в. изделия из сплавов такого типа, обычно посеребренные, производили под разными наименованиями: китайское серебро, мельхиор и др.

Применяют различные марки нейзильбера. Свинцовистый нейзильбер марки МНЦС 16–29–1,8 имеет красивый серебристый цвет. Он хорошо обрабатывается резанием, обладает высокой коррозионной стойкостью. Наиболее широко применяемым является однофазный сплав МНЦ 15–20 (твердый раствор никеля и цинка в меди) (табл. 1.9, 1.10).

Таблица 1.9

Химический состав сплава МНЦ 15–20

Элемент	Содержание в сплаве, %	Элемент	Содержание в сплаве, %
Ni + Co	13,5...16,5	P	До 0,005
Cu	60,6...68,5	As	До 0,01
Zn	18...22	Pb	До 0,02
Fe	До 0,3	Mg	До 0,05
C	До 0,03	Sb	До 0,002
Si	До 0,15	Bi	До 0,002
Mn	До 0,3	Примеси	0,9
S	До 0,005		

Таблица 1.10

Физические свойства сплава МНЦ 15–20

Параметр	Температура T, °С	
	20	100
Модуль упругости E, МПа	1,4	—
Коэффициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^6$, град.$^{-6}$	—	16,6
Плотность ρ, кг/м^3	8700	—
Коэффициент теплопроводности q, Дж/(кг · град.)	398	—
Удельное электросопротивление $R \cdot 10^9$, Ом · м	260	—

Сплав МНЦ 15–20 обладает хорошими механическими характеристиками для обработки давлением в горячем и холодном состоянии (табл. 1.11), получения отливок (табл. 1.12). После деформации сплав имеет высокую прочность и упругость при удовлетворительной электропроводности. Он обладает хорошей коррозионной стойкостью. Сплав имеет серебристый цвет, поэтому он не требует покрытия серебром, но его не надо защищать от коррозии и потускнения.

В сплаве нейзильбера не образуются металлоиды, поэтому он хорошо подвергается резанию.

Таблица 1.11

Механические свойства сплава МНЦ 15–20

Пластичность сплава	Предел прочности $\sigma_в$, МПа	Относительное удлинение при разрыве δ, %	Твердость НВ, МПа
Мягкий	400...450	40...50	69
Твердый	600...720	2...3	157...171

Таблица 1.12

Литейно-технологические свойства сплава МНЦ 15–20

Показатель	Значение
Температура плавления, °С	1080
Температура горячей обработки, °С	800...970
Температура отжига, °С	700...750

Нейзильбер производится в виде проволоки и полосы. Пример маркировки проволоки: Проволока ДКРНТ 2,50 БТ МНЦ 15–20 ГОСТ 5220–78 (проволока холоднодеформированная, круглая, нормальной точности изготовления, твердая, диаметром 2,5 мм, в бухтах, изготовлена из нейзильбера марки МНЦ 15–20 по ГОСТ 5220–78). При маркировке используются следующие символы: Д — холоднодеформированная проволока (по способу изготовления); КР — круглая (по форме сечения); Н — нормальная точность изготовления, П — повышенная точность изготовления (по точности изготовления); М — мягкая, П — полутвердая, Т — твердая (по состоянию); КТ — на катушках (в мотках); БТ — в бухтах (по длине).

Разновидностями нейзильбера с похожими свойствами являются *альтах* и *аргентин*.

Мельхиор — сплав с содержанием 80 % меди и 20 % никеля. Температура плавления $T_{пл}$ 1170 °С, плотность ρ 8,9 г/см^3. Мельхиор широко используют в ювелирном деле для изготовления бижутерии, столовой посуды, оправ для хрусталя, ювелирных украшений для интерьера. По своим свойствам и внешнему виду мельхиор напоминает нейзильбер, однако не имеет яркого блеска. При длительном хранении в обычных условиях он окисляется и тускнеет. Мельхиор имеет хорошие технологические свойства (паяется, обладает жидкотекучестью) и поэтому используется для литья отливок. Он пластически деформируется, благодаря чему является хорошей основой для изготовления филигранных изделий. Для защиты от окисления

и потускнения посуду из мельхиора покрывают защитным слоем серебра, который придает сплаву особый блеск.

Сплавы, имитирующие золото, — это сплавы меди с различным содержанием других металлов, используемые для имитации золота. К числу сплавов недрагоценных материалов-имитаций относятся:

- алюминиевая бронза (ауфир, аурал, ауфор) — сплав золотисто-желтого цвета, состоящий из 90 % алюминия;
- батбронза (bathbronze) — сплав золотистого цвета, состоящий из бронзы с 6 % олова. Его используют для позолоты и литья художественно-промышленных изделий;
- бельгийка (belgian) — сплав стального серого цвета «под платину», который состоит из 74,5 % железа, 16,6 % хрома и 8,9 % никеля;
- вермеил (vermeil) — позолоченное на огне серебро;
- хризокальк (chrysokalk), или золотая бронза, — сплав меди золотистого цвета, используемый для художественных работ и украшений, которые часто золотят. Содержит 90,5 % меди, 6,5 % олова и 3 % цинка или 90,5 % меди, 8 % цинка и 1,5 % свинца;
- гамельтонметалл (hamiltonmetall) — сплав золотисто-желтого цвета, используемый для золочения изделий. Содержит 66,7 % меди и 33,3 % цинка;
- голдин (goldin) — сплав меди и алюминия, используемый для изготовления бижутерии;
- дюраметалл (durametall) — сплав золотисто-бронзового цвета, состоящий из меди, цинка и алюминия;
- золото musiv — сульфидное олово с золотистым блеском в виде пластин, применяемое для золочения. Отличается тем, что не разъедается серой и сероводородом и не чернеет;
- мангеймское золото — сплав золотого цвета, состоящий из 83,6 % меди, 9,4 % цинка и 7 % олова;
- мозаичное золото — сплав цвета самородного золота, состоящий из 66 % меди и 34 % цинка;
- орайде (oreide), или французское золото, — сплав золотистого цвета, применяемый для литья бижутерии, окладов. Состоит из 80 % меди, 15 % цинка и 5 % олова или 86 % меди, 13 % цинка, 0,4 % олова и 0,6% железа;
- пинчбек (pinchbeek), или английское золото, — сплав золотистого цвета, используемый для изготовления украшений, бижутерии, окладов. Состоит из 83...93 % меди и цинка;

- similor — сплав золотистого цвета, состоящий из 83,7 % меди, 9,3 % цинка и 7 % олова;
- томпак — сплав с красивым золотым цветом, состоящий из 90 % меди и 10 % цинка.

Существуют и другие сплавы для имитации золота, состав которых представлен в табл. 1.13.

Таблица 1.13

Сплавы, имитирующие золото

Cu	Zn	Al	Ni	Sn	Ag	Pt	Свойства, применение
90	10	—	—	—	—	—	Сплав красного золотого цвета
77	23	—	—	—	—	—	Сплав для накладной позолоты
67	33	—	—	—	—	—	Сплав для накладной позолоты
84,5	15	0,5	—	—	—	—	Заменитель позолоченной проволоки
88	10	2	—	—	—	—	Заменитель позолоченной проволоки
60	25	—	—	15	—	—	Заменитель золота
75	—	25	—	—	—	—	Заменитель золота
88	—	10	2	—	—	—	Заменитель золота для литья
91,6	0,4	—	6	—	1	1	Заменитель золота

Для ***имитации серебра*** хорошим материалом является нейзильбер. Другие сплавы, имитирующие серебро, представлены в табл. 1.14.

Таблица 1.14

Сплавы, имитирующие серебро

Cu	Ni	Zn	Al	Pb	Sn	Fe	Свойства, применение
57	20	20	3	—	—	—	Сплав красно-белого цвета
59	11	24,5	0,15	0,35	5		Сплав, имитирующий серебро
55	16	29	—	—	—	—	Сплав для литья
58	20	19	—	—	—	3	Сплав для литья
66	18	16	—	—	—	—	Сплав, имитирующий серебро
49	12	39	—	—	—	—	Пластичный сплав для чеканки
46	20	34	—	—	—	—	Сплав для чеканки
54	13	33	—	—	—	—	Сплав красноватого цвета
—	—	10	—	—	90	—	Сплав серебристого цвета для изготовления фольги
—	—	8,3	—	0,4	91	0,3	Имитатор сусального серебра

Так называемые ***интерметаллические соединения*** также используют для изготовления недрагоценных ювелирных изделий, бижутерии и столовой посуды. Они образуются валентным соотношением входящих в сплав металлов. В табл. 1.15 приведены свойства и область применения некоторых из известных в ювелирной промышленности интерметаллических соединений, образованных соединением меди, цинка, олова и никеля.

Таблица 1.15

Интерметаллические соединения, используемые в ювелирном производстве

Сплав	Свойства, применение
CuZn4	Сплав с декоративными свойствами при оксидировании и серебрении. Изготовление изделий с эмалью
CuZn10, CuZn15, CuZn20	Изготовление бижутерии с последующим оксидированием и серебрением
CuZn30	Изготовление изделий, подвергающихся операции глубокой вытяжки
CuZn37, CuSn4, CuSn8	Изготовление изделий, подвергающихся пластическим деформациям
CuSn4Zn, CuSn6Zn6, CuSn10Zn	Изготовление литых деталей, а также деталей с упругими свойствами
CuNi12Zn24, CuNi18Zn26, CuNi25Zn15	Производство столовой посуды и деталей, подвергающихся операции глубокой вытяжки

Сплавы алюминия

Сплавы алюминия делятся на три группы:

1) деформируемые, предназначенные для получения полуфабрикатов (плит, прутков и т.д.), а также поковок и штамповок;

2) литейные для фасонного литья;

3) получаемые методом порошковой металлургии.

К первой группе относятся дуралюминий марок Д1, Д16; сплав авиаль (АВ), более пластичный, чем Д16; высокопрочные сплавы; жаропрочные сплавы для изготовления деталей, работающих в условиях высоких температур, и др.

Сплавы второй группы обладают хорошей жидкотекучестью, небольшой усадкой, хорошими механическими свойствами и сопротивляемостью коррозии.

Силумин является одной из разновидностей сплавов второй группы. Это сплав алюминия с кремнием (до 10...13 %). Из силумина

получают различные отливки сложной формы. Однако он весьма хрупок. В связи с этим для измельчения структуры и повышения механических характеристик силумины модифицируют натрием. Полученный сплав марки АЛ2 имеет улучшенные характеристики металла.

К этой же группе относятся сплавы Al–Cu и Al–Mg. Это сплавы марок АЛ7, АЛ19 и АЛ8, АЛ27 соответственно. Они имеют хорошие механические свойства, хорошо обрабатываются резанием. Однако такие сплавы склонны к разрушению, у них низкие литейные свойства. Многие отливки из алюминия подвергают различным видам термической обработки.

Спеченные алюминиевые сплавы получают путем холодного брикетирования алюминиевого порошка, вакуумной дегазации и последующего спекания брикетов под давлением. Они состоят из алюминия и оксида алюминия Al_2O_3. Основное применение нашли в области техники (изготовление деталей машин).

Сплавы титана

Сплавы титана образуются в результате легирования алюминия Al, молибдена Mo, ванадия V, марганца Mn, олова Sn и т.д. Все промышленные сплавы титана, как правило, содержат алюминий, который повышает предел прочности, но уменьшает пластичность. Сплавы титана подвергают термической обработке. Сплавы марок ВТ6, ВТ8, ВТ14 предназначены для изготовления изделий, получаемых литьем и пластическим деформированием. Промышленным способом выпускают сортовой прокат из титановых сплавов марок ВТ5, ВТ4. Благодаря сопротивляемости коррозии, химической стойкости, малому весу и высокой прочности, сплавы титана применяют в авиационной промышленности, медицинской технике и многих других областях техники.

1.7. Основы термообработки металлов

Термообработка металлов является частью технологического процесса изготовления изделий из металлов и осуществляется для изменения свойств материалов. С одной стороны, термообработка необходима для повышения твердости, прочности и упругости металлов с целью улучшения эксплуатационных характеристик изделия.

С другой стороны, она позволяет уменьшить твердость металлов и улучшить при этом их обрабатываемость резанием или давлением.

Операция термообработки зависит от следующих факторов:

- температура и скорость нагрева;
- время выдержки при заданной температуре;
- скорость охлаждения;
- среда охлаждения.

Термообработка металлов заключается в нагреве материала до заданной температуры, его выдержке и охлаждении с определенной скоростью. Уровень температуры нагрева и скорость охлаждения влияют на свойства материала после термического воздействия.

В зависимости от технологических режимов выделяют следующие виды термообработки металлов:

- закалка;
- отжиг (I рода);
- нормализация (отжиг II рода);
- отпуск;
- старение.

Главной отличительной особенностью термической обработки является скорость охлаждения металла после нагрева до заданного уровня температуры (рис. 1.29). Установлено, что чем выше скорость охлаждения металла, тем больше прочность металла; и наоборот: чем медленнее скорость охлаждения, тем пластичнее металл.

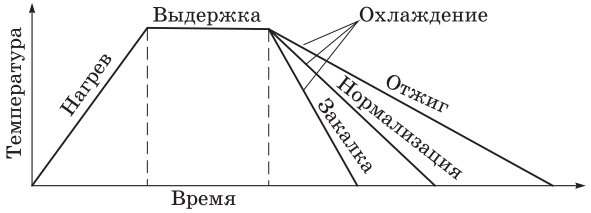


Рис. 1.29. График термической обработки металлов

Термообработка недрагоценных металлов

Особенности термообработки недрагоценных металлов рассмотрим на примере термообработки стали.

Интервалы температур для проведения различных видов термообработки стали зависят от содержания в ней углерода С. На выде-

ленном фрагменте диаграммы состояния стали показаны зоны термического воздействия на сталь для осуществления перечисленных видов термообработки (рис. 1.30). Фазовые изменения в структуре металла определяют необходимые свойства, которых следует достигнуть после того или иного вида термического воздействия.

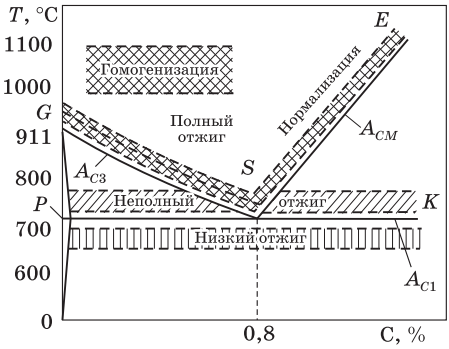


Рис. 1.30. Интервалы температур при термообработке стали

Закалка предназначена для повышения твердости и прочности металлов. Она приводит к резкому уменьшению размера зерен при быстром охлаждении металла в жидкой среде. После закалки сталь подвергают отпуску. Охлаждение металла после нагрева при закалке должно производиться при наибольшей скорости, что достигается погружением материала в воду или масло.

Температурный уровень закалки зависит от химического состава стали. Закалка осуществляется путем нагрева стали на 30...50 °С выше линии A_{C3} (линии *GS*) для доэвтектоидной стали и линии A_{C1} (линии *SK*) для заэвтектоидной стали и последующего быстрого охлаждения в жидкой среде. Образовавшийся аустенит при нагреве превращается в мартенсит, а также в карбиды. Превышение указанных температур является нецелесообразным, так как приводит к увеличению размера зерен аустенита и снижению его твердости и прочности. Высокая скорость охлаждения позволяет создать большое число центров кристаллизации, в результате чего образуются зерна весьма малых размеров. Для ускорения процесса кристаллизации в качестве жидкой среды для охлаждения стали используют водный 10...15%-ный раствор поваренной соли NaCl или раствор щелочи NaOH повышенной концентрации (30...50 %).

Существуют следующие способы закалки:

1) непрерывная в одном охладителе (в одной жидкой среде);

2) прерывистая в двух средах, позволяющая уменьшить внутренние напряжения в результате изменения скорости охлаждения;

3) с самоотпуском, т.е. прерванная, позволяющая сохранить сердцевину теплой еще некоторое время и осуществить отпуск поверхности стали (так называемый самоотпуск);

4) ступенчатая, когда при температуре 200...250 °С металл выдерживается в горячей среде, а затем охлаждается на воздухе.

К ускоренному способу закалки следует отнести *поверхностную закалку стали токами высокой частоты* (ТВЧ), основанную на индукционном нагреве вследствие теплового воздействия тока, индуктируемого в изделии и помещенного в переменное электромагнитное поле. Она применяется для упрочнения верхних слоев металла, когда сердцевину необходимо оставить незакаленной. Такой способ закалки позволяет повысить твердость, износостойкость и предел выносливости верхних слоев металла. Продолжительность нагрева составляет 2...50 с. Толщина закаленного слоя — от 1...2 мм и более. Охлаждающей жидкостью является вода или эмульсия, которая подается через душевое устройство. Закалку ТВЧ можно осуществлять для одновременного нагрева всей поверхности коротких деталей, непрерывного последовательного нагрева длинных валов и нагрева отдельных участков деталей.

Целью проведения ***отжига*** является рекристаллизация пластически деформированного металла и снятие остаточных напряжений (*отжиг I рода*), а также осуществление фазовых превращений (*отжиг II рода*).

В процессе пластической деформации структура металла изменяется в результате сдвига монокристалла, который вытягивается в направлении действия силы. Форма зерна металла в результате скольжения изменяется, и пластическая деформация протекает неодновременно и неодинаково во всем объеме поликристалла. При большой степени деформации возникает определенная кристаллографическая ориентация зерен, которая называется *текстурой*. Чем больше степень деформации, тем большую ориентировку получают зерна металла. При дальнейшем увеличении степени деформации способность металла к пластической деформации уменьшается. Это явление называется *наклепом*. Дальнейшая деформация металла

может сопровождаться отслоением его верхних слоев. Это явление обусловлено повышением твердости, предела прочности металла и снижением его пластических свойств. Состояние наклепанного металла термодинамически неустойчиво.

При нагреве происходит возврат и рекристаллизация металла, т.е. его возвращение в додеформированное состояние. Однако при нагреве старые зерна не восстанавливают своих первоначальных форм и размеров. Вместо них образуются новые зерна, отличающиеся по размерам от исходных зерен. Такую способность металла изменять свои свойства при температурном воздействии используют для восстановления первоначальных свойств металла в додеформированное состояние, что представляет собой возврат и рекристаллизацию. Этот процесс состоит из трех этапов: образование центров кристаллизации, рост зародышей и увеличение размера зерен.

Возврат заключается в снятии микронапряжений, исправлении кристаллической решетки и уменьшении плотности дефектов. Различают две стадии возврата. Первая стадия называется отдыхом и протекает при низких температурах (ниже $T = 0{,}2T_{пл}$). На этой стадии происходит перераспределение дислокаций без образования новых границ. Вторая стадия — полигонизация — происходит после небольших деформаций при нагреве до температуры $T = (0{,}25...0{,}3)T_{пл}$.

Рекристаллизация является диффузионным процессом. Центры новых зародышей возникают на границах зерен, где максимально накоплены дислокации, искажения кристаллической решетки.

При повышении температуры атомы старых напряженных зерен, отделяясь, присоединяются к новым атомам. Процесс роста зародышей и укрупнения зерна идет одновременно и направленности не имеет, в результате зерна приобретают скругленную форму. Первичная рекристаллизация заканчивается, когда исчезают деформированные зерна, после чего при дальнейшем повышении температуры происходит увеличение одних зерен за счет других, т.е. зерна с вогнутыми границами поглощают зерна с выпуклыми границами (рис. 1.31).

Для того чтобы в процесс рекристаллизации не образовывались большие зерна, металл должен быть быстро охлажден. Область рекристаллизации различных металлов лежит в разных температурных интервалах. Нагрев в пределах температур $t_1 \le t \le t_2$ используется для

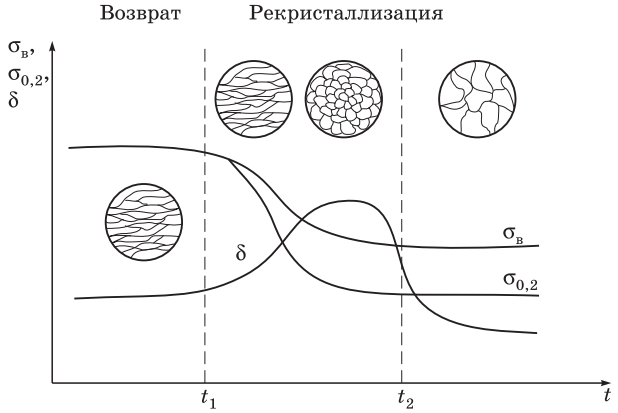


Рис. 1.31. Влияние температуры нагрева *t* на структуру и механические свойства металла

отжига упругих деталей (пружин, мембран). Дальнейшее повышение температуры выше t_2 приводит к росту размера границ. Эта стадия является вторичной рекристаллизацией. Размеры зерен в этой зоне зависят от степени деформации. После отжига сталь обладает низкой твердостью и прочностью, высокой пластичностью. В связи с этим такому виду отжига подвергают поковки, прокат для улучшения обрабатываемости резанием и давлением. Но добавление различных добавок в чистые металлы приводит к повышению температуры рекристаллизации.

Цикл рекристаллизационного отжига I рода (нижний отжиг на рис. 1.30) состоит из нагрева деформированного металла выше температуры рекристаллизации, выдержки и охлаждении. Для стали температура отжига зависит от ее состава и чаще находится в пределах 650...700 °С.

Каждому металлу и сплаву соответствует определенная температура рекристаллизации (табл. 1.16).

В зависимости от применяемых защитных сред от окисления отжиг может производиться следующими способами:

- в муфельной печи без защитных газов;
- соляных ваннах;
- печах с защитной атмосферой.

Таблица 1.16

Температура рекристаллизации металлов

Металл	Температура рекристаллизации, °С	Металл	Температура рекристаллизации, °С
Свинец	Менее 20	Золото	260
Олово	Менее 20	Медь	270
Цинк	20	Платина	450
Кадмий	20	Железо	450
Алюминий	150	Никель	660
Серебро	200		

В зависимости от размеров изделий и объемов производства отжиг может производиться в печах или газовым пламенем горелки. Отжиг в печи обеспечивает повышение качества структуры вследствие равномерного нагрева; более высокую производительность при одновременной обработке большого числа изделий; слабое химическое взаимодействие металла с продуктами горения.

Нормализация стали (отжиг II рода) заключается в нагреве доэвтектоидной стали до температуры выше A_{C3} на 50 °С, заэвтектоидной стали выше A_{CM} (линия *SE* на рис. 1.30) также на 50 °С, непродолжительной выдержке и охлаждении стали на воздухе. Завершение фазовых превращений при температурах выше рекомендуемых приводит к увеличению размеров зерна, а следовательно, и к ухудшению свойств металла. Охлаждение металла производится со скоростью 150...200 °С в час.

Отпуск стали (низкий отжиг) предназначен для снятия внутренних напряжений, возникающих при закалке. Отпуск стали — это ее нагрев до температуры ниже лини A_{C1}, выдержка и охлаждение с определенной малой скоростью. Чем выше температура отпуска, тем полнее снимаются напряжения. Чем медленнее происходит охлаждение, тем меньше остается в материале остаточных напряжений.

Существуют следующие виды отпуска:

- низкотемпературный — осуществляют в пределах до 250 °С; при этом твердость стали достигает 58...63 $HRC_э$, благодаря чему низкотемпературный отпуск применяют для режущих инструментов, а также после проведения закалки ТВЧ;

- среднетемпературный — выполняют в диапазоне температур 350...500 °С. Применяют для придания упругих свойств пружинам, рессорам, штампам;
- высокотемпературный — проводят при температуре 500...680 °С, в результате чего достигается высокая ударная вязкость стали, повышается предел прочности и текучести. Закалка с последующим высоким отпуском называется *улучшением*. Подобному виду термообработки подвергают инструменты.

Старение металлов — это процесс изменения строения или свойств металлов без заметного изменения их микроструктуры, протекающий самопроизвольно или при нагреве. Старение приводит к увеличению прочности и твердости металлов при одновременном уменьшении пластичности и ударной вязкости.

Известны два вида старения стали: естественное и искусственное. Термическое старение, протекающее при комнатной температуре, называется *естественным*, а при повышенной температуре (50...150 °С) — *искусственным*.

Разновидностью термообработки стали является ***химико-термическая обработка***. Это процесс насыщения поверхностных слоев стали определенным элементом (углеродом, хромом, азотом, молибденом, алюминием и т.д.) при высокой температуре путем диффузии этого элемента в атомарном состоянии из внешней среды. Этим достигается изменение структуры, химического состава и свойств поверхностного слоя металла. Химико-термическая обработка заключается в нагреве изделия до заданной температуры в твердой, жидкой или газовой среде, его выдержке при этой температуре и последующем охлаждении.

Существуют следующие виды химико-термической обработки:

- *цементация* — насыщение поверхностного слоя стали углеродом с целью повышения ее твердости и износостойкости. Концентрация углерода достигает 0,8...1,2 %. После цементации проводят закалку (лучше ТВЧ) и низкий отпуск;
- *азотирование* — насыщение стали азотом в аммиачной среде с целью повышения твердости, износостойкости, предела выносливости и сопротивления коррозии;
- *цианирование* (*нитроцементация*) дает повышенную твердость и износостойкость, особенно для низкоуглеродистых сталей (0,2... 0,4 % углерода). Осуществляется нагревом металла в расплавленных

солях цианистого натрия в жидкой среде (цианирование) или газовой (нитроцементация);

❐ *диффузионная металлизация* — это насыщение поверхности стали металлами типа алюминий, хром, марганец и др. Диффузионная металлизация обеспечивает жаростойкость, коррозионную стойкость, износостойкость и твердость стали. Процесс проводят при температуре 900...1500 °С, поместив заготовки из стали в порошкообразную среду и хлористый аммоний NH_4Cl.

Термообработка драгоценных металлов

Термообработка драгоценных (благородных) металлов также заключается в нагреве изделия до температуры ниже температуры солидуса и его охлаждении с заданной скоростью. В качестве жидких сред используют спирт.

Проведение термообработки драгоценных металлов необходимо в двух случаях:

1) для повышения пластичности металла или снятия его внутренних напряжений, наклепанных при обработке давлением (прокатке, волочении, ковке) или после резкого термического воздействия на операциях плавки и литья;

2) повышения прочности или упругих свойств металла.

При термическом воздействии у благородных сплавов наблюдается усиление химического взаимодействия с кислородом. Степень окисления поверхности металла зависит от компонентов, входящих в состав сплава.

Золото с кислородом не взаимодействует ни при каких условиях. Взаимодействие серебра с кислородом своеобразно. В обычных условиях это взаимодействие практически не заметно; серебро лишь медленно темнеет. Реакция окисления наблюдается при нагревании до 400 °С и повышенном давлении. При расплавлении серебро хорошо растворяет кислород. Медь в сплавах при термообработке поэтапно образует вначале закись меди Cu_2O, затем окись CuO. Эти оксиды образуют на поверхности плотный слой, препятствующий в дальнейшем проникновению кислорода в глубь металла. В сплаве Ag–Cu при больших температурах серебро поглощает кислород, который, проникая в подповерхностные слои, вызывает окисление меди. В результате этого процесса в поверхностных слоях

и на некоторой глубине образуется оксид меди CuO. Уменьшение содержания серебра в сплаве приводит к образованию мелкозернистой эвтектической структуры сплава, а следовательно — к снижению склонности к окислению. В доэвтектических сплавах серебра содержится твердый β-раствор, препятствующий внутреннему окислению, тогда как на поверхности металла наблюдается окисление. В заэвтектических сплавах серебра окисление происходит одновременно как в поверхностных, так и в нижерасположенных слоях металла. При травлении сплава этот внешний окисный слой удаляется, а внутренний может сохраняться. При многократном отжиге и последующем травлении медь диффундирует в поверхностные слои и, растворяясь в кислоте, способствует образованию слоя с повышенным содержанием серебра.

В двойном сплаве Au–Cu медь образует тонкие слои окислов, которые также могут проникнуть под поверхностные слои.

В тройных сплавах Au–Ag–Cu характер окисления зависит от количества меди. В сплаве 375-й пробы с повышенным содержанием меди и серебра наблюдается склонность к образованию наружных и внутренних оксидов. Причем минимальное окисление наблюдается в эвтектических сплавах. В сплаве 585-й пробы взаимодействие серебра с кислородом снижается, но медь продолжает проявлять свою активность и может привести к окислению подповерхностных слоев. В сплавах 750-й пробы склонность к окислению низка и тонкий оксидный слой, образующийся на поверхности, легко удаляется травлением.

Платина образует оксидные пленки на поверхности при температуре свыше 1000 °С. Палладий также может образовывать оксидные пленки, но при температуре свыше 870 °С оксидный слой разрушается. Родий, иридий, рутений и осмий могут образовывать оксиды, однако они не влияют на свойства сплава.

Драгоценные сплавы подвергают отжигу, закалке и старению. Температура образования свободной энергии движения атомов составляет для золота 400 °С, для серебра и меди 200 °С, для свинца и цинка 120 °С. Температура отжига золота более высокая — 700...750 °С, серебра — 600...650 °С. По этой причине отжиг сплавов драгоценных металлов проводят при температуре не ниже 600...650 °С.

Режимы термообработки сплавов золота 585-й пробы представлены в табл. 1.17.

Таблица 1.17

Режимы термообработки сплавов золота 585-й пробы

Сплав	Температура нагрева под закалку, °С	Температура старения, °С	Выдержка, мин	Твердость, НВ	
				исходная	после термообработки
Желто-зеленый ЗлСрМ 585–380	750	400	10	70	165
Желтоватый ЗлСрМ 585–380	750	300	10	70	145
Желтый ЗлСрМ 585–110	700	300	20	120	200
Желтый ЗлСрМ 585–188	750	450	10	130	200
Желтый ЗлСрМ 585–90	750	300	20	120	160
Желтый ЗлСрМ 585	750	300	15	95	175

В промышленных условиях для термообработки драгоценных металлов применяют *печи с защитной газовой средой*. Достоинствами такого способа являются возможность механизации операции (так как печи имеют привод конвейера), а также то, что отпадает необходимость в проведении последующей операции травления. Изделия транспортируются со скоростью от 30 до 220 см/мин вдоль тоннеля печи; обеспечивается прохождение изделий в зоне нагрева и охлаждения. Температура термообработки регулируется автоматически в пределах 650...730 °С. В качестве защитной среды используется диссоциированный аммиак.

Отжиг драгоценных металлов применяют для изделий, подвергающихся температурным изменениям после литья, пайки либо после обработки давлением (проката, волочения, ковки) в качестве промежуточной операции. При этом устраняется неоднородность кристаллического строения, снижаются внутренние напряжения и достигается равновесное состояние после операций литья или обработки давлением. Отжиг осуществляют путем нагрева металла до заданной температуры t (рис. 1.32) с последующим охлаждением в течение заданного времени T в печи (при большом коли-

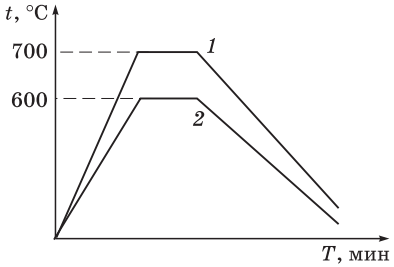


Рис. 1.32. Циклограмма отжига сплавов драгоценных металлов:
1 — золото; *2* — серебро

честве изделий) или на воздухе (если количество и масса изделий небольшие).

Термообработка драгоценных металлов прводится в муфельных печах, соляных ваннах и печах с защитной средой.

В *муфельных печах* можно отжигать изделия из золота и серебра. Однако в печи изделия оказываются не защищенными от окислительного действия воздуха. Это вызывает необходимость подачи в печь защитного газа или осуществления термообработки в закрытых коробах, засыпанных сверху углем.

Термообработка в *соляных ваннах* отличается безокислительным характером воздействия на металл и равномерностью нагрева. Для такой термообработки применяют растворы, состоящие из смеси солей, например $NaCl + CaCl_2$, $KCl + Na_2CO_3$, $NaCl + Na_2CO_3$. Термообработка в соляных ваннах позволяет защитить изделия от воздействия пламени; при этом они не загрязняются сажей и золой.

1.8. Драгоценные и ювелирно-поделочные камни

В природе существуют более 2000 минералов, среди которых лишь около 200 нашли применение в качестве декоративных вставок в ювелирные украшения. Особую ценность представляют различные самоцветные, прозрачные камни, обладающие необходимыми эстетическими свойствами. По ценности их условно можно разделить на драгоценные и ювелирно-поделочные. К *драгоценным* камням,

используемым в ювелирных изделиях, относится большое число самоцветов: изумруды, сапфиры, топазы, рубины, александриты и т.д. К числу *ювелирно-поделочных* камней относятся многочисленные прозрачные и непрозрачные камни: аметист, циркон, кварц, хромдиопсид, опал, бирюза, малахит и.т.д.

Ниже приводятся описания некоторых наиболее популярных в ювелирном деле камней.

Драгоценные камни

Алмаз — минерал, одна из кристаллических полиморфных модификаций углерода.

Свойства кристаллов алмаза определяются его химическим составом и внутренним строением.

По плотности алмаз относится к группе средних минералов. Плотность алмаза равна 3,52 г/см^3 и колеблется в зависимости от содержания примесей.

Алмаз обладает совершенной спайностью (кристалл раскалывается преимущественно по плоскостям спайности). Это объясняется повышенной чувствительностью алмаза к ударным нагрузкам (несмотря на его высокую твердость). В результате скалывания кристаллов по плоскостям спайности получаются мелкие фигуры в виде октаэдров и тетраэдров, иногда появляются мелкие пластинки и столбики.

По шкале твердости (шкала Мооса) алмаз расположен на десятом (т.е. последнем) месте.

Для придания камням определенной формы и максимального блеска их подвергают огранке.

Ограненные алмазы — ***бриллианты*** — характеризуются формой и типом огранки. Форма определяется контуром при осмотре бриллианта сверху (с площадки), тип огранки — характером расположения граней и их формой (треугольник, ромб, трапеция). Форма бриллианта должна обеспечивать его внешнюю красоту, световую игру и блеск.

Существуют различные формы огранки бриллиантов. Наиболее широко распространенным является бриллиант огранки КР-57 (круглая форма, роза, 57 граней). Он состоит из трех основных частей — верхней, средней и нижней (рис. 1.33).

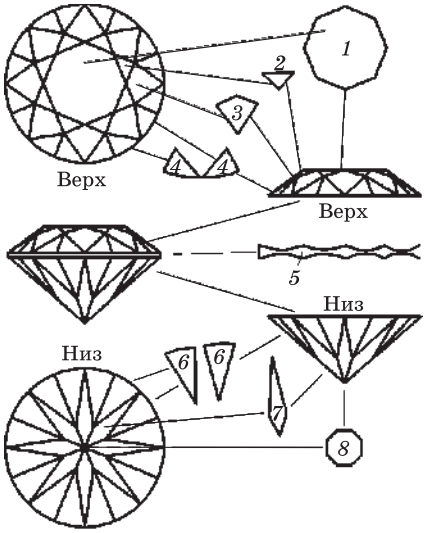


Рис. 1.33. Основные элементы ограненного алмаза:
1 — площадка; *2* — верхний клин; *3* — основная грань; *4* — нижние клинья; *5* — рундист; *6* — верхние клинья; *7* — грани низа; *8* — калетта

Площадка — верхняя грань, расположенная перпендикулярно оси бриллианта. Площадка имеет форму правильного восьмиугольника и предназначена для улавливания света, падающего на верхнюю часть бриллианта, и отражения выходящего светового потока.

Верхняя часть бриллианта расположена между плоскостью сечения рундиста и верхней гранью площадки. Высота верхней части бриллианта определяется расстоянием от плоскости рундиста до площадки.

На верхней части бриллианта, помимо площадки, тремя поясами размещено 32 грани — части плоской поверхности, ограниченные замкнутой ломаной линией (*ребрами*). Первый пояс (от рундиста) — 16 граней треугольной формы — называют *нижними клиньями верха* (*3*). Второй пояс — 8 основных граней ромбовидной формы (*2*). Третий пояс — 8 граней, имеющих форму равнобедренных треугольников, называют *верхними клиньями верха* (*2*).

Характер и сила оптических свойств бриллианта, определяющих его «игру», зависят от углов наклона граней к плоскости рундиста и к направлению светового потока.

Средняя часть бриллианта, называемая *рундистом*, представляет собой поясок, охватывающий наибольшее сечение окружности бриллианта и делящий его на верхнюю и нижнюю части. Высота рундиста определяет качество огранки. Бриллианты высокого качества должны иметь тонкий равномерный рундист (до 1,5 % от диаметра бриллианта), бриллианты среднего качества огранки имеют уже более толстый рундист (до 3 % от диаметра), а бриллианты низкого качества имеют толщину рундиста до 6,5 % от диаметра.

Плоскостью рундиста называют плоскость, проходящую через среднюю линию цилиндрической части пояска и ограниченную окружностью, диаметр которой определяет диаметр бриллианта. Диаметр служит исходной величиной для расчета всех основных элементов огранки (высоты средней, верхней и нижней частей бриллианта, размера площадки). Углы наклона основных граней верхней и нижней частей бриллианта рассчитываются относительно плоскости рундиста.

Форма и размер рундиста определяют форму и размер бриллианта.

Низ бриллианта — часть бриллианта, расположенная между плоскостью рундиста и вершиной (шипом).

На нижней части бриллианта двумя поясами расположено 24 грани. На первом поясе от рундиста — 16 граней треугольной формы, называемые *клиньями низа* (*6*). На втором — 8 граней, имеющих форму дельтоида (*7*). Грани низа сведены в точку, называемую *шипом* бриллианта. В некоторых случаях шип может быть представлен плоскостью, называемой *калеттой*. Калетта располагается параллельно площадке и повторяет ее форму. Центры площадки, плоскости рундиста и калетты должны лежать на оси симметрии бриллианта. Любые отклонения от идеальной геометрии бриллиантов приводят к снижению его стоимости.

Основные параметры идеальной огранки показаны на рис. 1.34. Диаметр бриллианта принят за 100 %.

Помимо классической круглой, алмазы могут иметь и другие формы огранки (см. 11.1). Каждый из видов огранки дает особую «игру» блеска, вызывая восхищение красотой камня. Поиском новых форм огранки занимаются известные фирмы и в настоящее время, что позволяет использовать такие бриллианты в изысканных ювелирных изделиях.

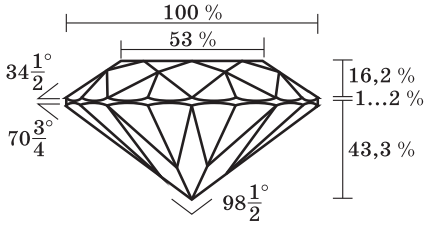


Рис. 1.34. Геометрия идеальной огранки круглого бриллианта

Рубин и ***сапфир*** являются разновидностью корунда. Корунд — разновидность оксида алюминия Al_2O_3 с включением небольшого количества примесей хрома Cr, титана Ti, железа Fe, ванадия V. Наиболее ценным считается рубин, имеющий красный цвет. Ценятся также звездчатые рубины, в которых содержатся тончайшие рутиловые иголочки, образующие эффект астеризма (звездчатый эффект). Сапфиры имеют синий, зеленый, розовый, черный и другие оттенки. У сапфиров также наблюдается звездчатый эффект.

Изумруд (лат. «смарагд» — зеленый) является разновидностью берилла зеленого цвета. Берилл — минерал, состав которого можно описать следующим образом: $Al_2Be_3Si_6O_{18}$ + Li, Na, Cs, Ca, Sc + примеси Fe, Cr, Mn и V. Изумруды гранят огранкой, которая называется изумрудной.

Александрит (от имени царя Александра II) является разновидностью хризоберилла — минерала класса смешанных оксидов («хризос» — золото, «берилос» — берилл). Известен как самоцветный камень зеленой, голубовато-зеленой, зелено-белой, зелено-желтой, желтой окраски. Может изменять свою окраску в зависимости от освещения.

Турмалин (от сингалезского «турамали» — притягивающий золу) имеет различную окраску. Наиболее известны турмалины розово-красного и розового цвета; могут иметь зеленую, фиолетово-синюю окраску. Причем окраска имеет различные оттенки в разных частях материала.

Опал (от санскр. «упала» — драгоценный камень) — камень аморфной структуры, характеризующийся своеобразной игрой цветов (голубого, голубовато-белого, молочно-белого) при его рассмотрении под определенным углом (иллюзия свечения рассеивающегося центра). Такое свойство самоцветов называется *ирризацией*. Состав опала — $SiO_2 \cdot H_2O$.

Топаз — высокоплотный, тяжеловесный (по твердости уступает лишь алмазу, рубину и сапфиру) камень белого, светло-голубого, зеленого, розового, розовато-лилового, бурого, красного, красновато-фиолетового, золотисто-желтого, синего, синевато-зеленого, оранжевого цветов. Он имеет стеклянный блеск исключительной чистоты. Химический состав топазов, %: A_2O_3 — 48,2... 62,0; SiO_2 — 28,2...39,0; F — 13,0...20,4; H_2O — до 2,45. В них бывают примеси железа, хрома, магния, титана, ванадия.

Топазы издавна применяются в ювелирном деле. Их гранят бриллиантовой, ступенчатой и смешанной огранкой. Топазы вставляют в золотые и серебряные ювелирные украшения.

Синтетические камни

Достижения науки и техники позволили искусственно вырастить многие аналоги известных камней. Такие камни называют *синтетическими*. Их также широко используют в ювелирном деле. Синтетические камни весьма схожи по физическим свойствам с такими натуральными камнями, как алмазы, изумруды, сапфиры, александриты, муассаниты, турмалины, гранаты, малахиты, бирюза и пр.

Искусственные алмазы получают промышленным способом в специальном технологическом оборудовании (рис. 1.35), в котором изменение кристаллической решетки углерода осуществляют в условиях огромного давления и высокой температуры.

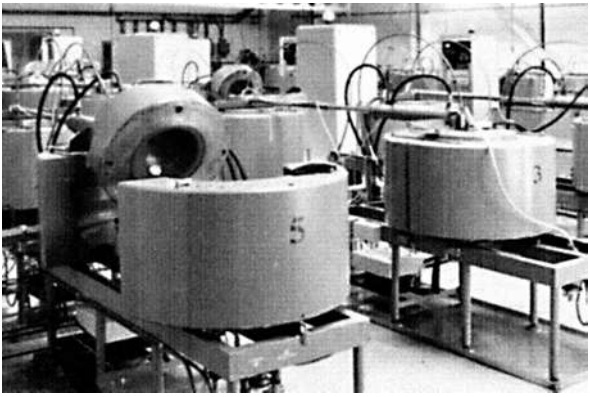


Рис. 1.35. Цех для производства искусственных алмазов

Полученные искусственные кристаллы алмаза (см. рис. 1.36 на цветной вклейке между с. 192 и 193) идентичны по своим свойствам природным. Искусственным алмазам можно придавать необходимые цвета и огранку, они успешно конкурируют в ювелирных изделиях с природными алмазами (см. рис. 1.37 на цветной вклейке между с. 192 и 193).

Фианиты — синтетические камни, метод получения которых был изобретен в Физическом институте имени П.Н. Лебедева АН СССР в 1970–1972 гг., в честь которого и были названы (ФИАН — Физический институт академии наук). По своим свойствам, т.е. по красоте, блеску, игре цвета, они очень сходны с бриллиантами (см. рис. 1.38 на цветной вклейке между с. 192 и 193).

Окраска фианита зависит от его химического состава и может быть розовой, красной, желтой, фиолетовой, черной и т.д. Не удается получить только изумрудный цвет. В ультрафиолетовом свете фианит люминесцирует. При введении хромоформных примесей цвет фианитов становится ярким и сочным.

По химическому составу фианиты — это оксиды циркония, стабилизированные добавками редкоземельных элементов: эрбия, цезия, неодима, кобальта, ванадия, хрома и железа. Показатель преломления света у фианитов близок к коэффициенту преломления алмаза, поэтому их используют в качестве заменителя алмазов. При этом они намного дешевле алмазов. Но по твердости фианит немного уступает алмазу.

Фианит обладает особой огнеупорностью, химической стойкостью, высокой степенью прозрачности. Температура плавления фианита 2600...2750 °С.

Бесцветные фианиты в ювелирных украшениях используют обычно в качестве вставок в многокаменных украшениях в так называемой «обсыпке», когда необходимо оттенить бриллиантовой игрой прозрачность или цвет главной вставки.

Существуют некоторые особенности ювелирного применения фианита. При огранке различия показателей преломления алмаза и фианита маскируют изменением соотношений углов между гранями.

Фианит имеет и техническое назначение. Его используют для изготовления высококачественных линз, оптических приборов, в производстве квантовых генераторов и пр.

Материалы, подобные фианиту, изобретены в США (диамонекс) и Швейцарии (джевалит). В Австрии фианит называют *цирконием*.

Синтетический благородный опал имитирует один из самых дорогих и красивых камней благодаря игре цветов (иризации), обусловленной дифракцией света от пространственной решетки. Способ получения синтетического опала заключается в том, что в структуру опала вносится частичное разупрочнение за счет послойного формирования опаловидного осадка из глобул кремнезема, отличающихся размерами частиц в чередующихся слоях на 10...15 %, а также за счет придания глобулам полигональных форм путем дегидрационной обработки и последующего отжига.

В Объединенном институте физики твердого тела НАН Беларуси разработана технология выращивания из высокотемпературного флюса монокристаллов ***изумруда***, ***сапфира***, ***рубина*** и ***александрита*** с характеристиками, близкими к драгоценному природному камню (табл. 1.18).

Таблица 1.18

Основные свойства искусственных драгоценных камней

Свойства	Изумруд $Be_3Al_2Si_6O_{18}:Cr$	Рубин, сапфир $Al_2O_3:Cr, Fe, V$	Александрит $BeAl_2O_4:Cr$
Цвет	Светло-зеленый	Темно-красный, розовый, синий, фиолетовый	Темно-зеленый
Плеохроизм	Зеленый, желто-зеленый	Желто-красный, темно-красный	Зеленый, фиолетово-красный
Флуоресценция	Нет	Есть	Есть
Показатель преломления	1,562...1,567	1,761...1,770	1,745...1,754
Плотность	2,68	3,96	3,7
Твердость (по шкале Мооса)	8,0	9,0	8,5

Органические материалы

Широкой популярностью пользуются ювелирные изделия из материалов органического происхождения. Весьма модными считаются шейные украшения из кораллов, янтаря, жемчуга, перламутра, а также резные украшения из кости слона.

Янтарь (от лат. gintaras — морская волна) — один из самых популярных материалов органического происхождения. Он представляет собой ископаемую смолу желтого цвета. Состав янтаря — $C_{10}H_{16}O$ + соединения серы. Состоит из углеводородов, смол, янтарной кислоты и масел. Может содержать различные включения, в том числе остатки насекомых и растений, пузырьки газа. Цвет янтаря — кремовый, бледно-желтый, оранжевый, красный, реже голубоватый, зеленоватый и почти черный.

Жемчуг — это твердое, состоящее преимущественно из перламутра образование в виде зерен в двустворчатых раковинах некоторых моллюсков (жемчужница). Его не подвергают обработке, а используют в естественном виде. Жемчуг бывает круглой, овальной и грушевидной формы. По цветовой окраске встречается жемчуг белого, розового, желтого, голубого, красноватого, фиолетового и черного цвета (см. рис. 1.39 на цветной вклейке между с. 192 и 193).

По химическому составу жемчуг представляет собой образования минерала арагонита — карбоната кальция $CaCO_3$, содержащие 10...14 % органического вещества и 2...4 % воды. Жемчуг состоит из тончайших пластиночек арагонита, скрепленных между собой органическим клеем — конхиолином, выделяемым моллюском. Таким образом, жемчуг является «родственником» хитина — материала панцирей насекомых и раковин моллюсков. Состав жемчуга и перламутра одинаков.

Существует морской, пресноводный (речной) и культивированный жемчуг.

Крупный *морской* жемчуг правильной сферической формы очень высоко ценится и используется для украшений. Существуют различные виды морского жемчуга: абалон (природный красноватый), акойя-кеси (безъядерный), белл (каплевидный), грушевидный и пр. При выборе жемчуга обращают внимание на цвет, блеск, толщину перламутрового слоя, форму, состояние поверхности и размер.

Пресноводный жемчуг (особенно культивированный) обычно мельче морского. Форма жемчужин различна: от неправильной барочной до сферической. Цвет — от серебристо-белого, кремового, желтого до красного. Название жемчуга определяется местом его выращивания.

Подавляющее большинство пресноводных жемчужин, называемых «барокко», имеют неправильную форму. Для ожерелий наиболее

часто используется жемчуг продолговатой приплюснутой формы и так называемый «рис», внешне напоминающий зерна риса.

Природный жемчуг продается на вес, измеряемый в грейнах (1 грейн равен 0,25 кар).

В большинстве случаев в украшениях используется *культивированный* жемчуг. Культивирование (искусственное выращивание) жемчуга практикуется только с XX в. и главным образом в Японии. Культивированный жемчуг получают, вводя в раковину моллюска сферическую перламутровую бусину с кусочком мантии другого моллюска для того, чтобы вокруг нее образовался жемчужный мешочек.

Кораллы — цветные известковые или роговые образования, сооружаемые кораллами. Кораллы являются поддерживающим элементом мягких тел полипов и составляют скелет колонии. Цвет кораллов — белый, красный, пурпурный, голубой, голубовато-фиолетовый, золотой, черный. Из кораллов изготавливают амулеты, бусы, серьги, броши, ожерелья, камеи, маленькие фигурки.

Ювелирно-поделочные камни

Ювелирно-поделочные камни представляют собой минералы с декоративными свойствами. Выбор камней к ювелирным изделиям зависит от различных факторов: ценности и цвета металлической основы, прозрачности камня, его формы и пр. Среди ювелирно-поделочных камней можно назвать неизменно модные и популярные, такие как лазурит, оникс, родонит, агат, сердолик, бирюза, авантюрин, аметист, яшма, цитрин, горный хрусталь, халцедон, «тигровый глаз» и множество других.

Кварц — один из самых распространенных минералов земной коры (13 %). Его название происходит, вероятно, от нем. Querklufterz (Quererz — руда секущих жил) — точная этимология не установлена.

Кварц — одна из трех полиморфных разновидностей двуокиси кремния SiO_2, которая может иметь различные окраски в зависимости от состава примесей. Он обладает следующими свойствами: плотность — 2,65 г/см^3; твердость — 7 (по шкале Мооса); показатель преломления — 1,55; небольшое двупреломление — 0,99; стеклянный блеск. Кварц может иметь молочно-белый, серый, золотисто-

желтый (*цитрин*), коричневато-желтый, реже розовый, коричневый, черный (*морион*), фиолетовый (*аметист*) и светло-голубой цвет. Прозрачный бесцветный кварц называется *горным хрусталем*. *Раухтопаз* — торговое название дымчатого кварца. Кварц с точечными включениями зеленых минералов окрашен в зеленый цвет (*празем*). Кварц с включениями волокнистых минералов, ориентированных параллельно (обычно *крокидолит*), приобретает шелковистый отлив — синий (*«соколиный глаз»*) или золотисто-коричневый (*«тигровый глаз»*). Прозрачный зеленый кварц, получаемый путем термообработки низкосортного аметиста или желтого кварца, — *празеолит*. Скрытокристаллическим кварцем является *халцедон*.

«Тигровый глаз» (***тайгерит***) — непрозрачная разновидность кварца желтого и буро-желтого цвета с легким золотистым оттенком. Золотистый оттенок придает оксид железа.

Аметист (от греч. ametistos — трезвый) является разновидностью кварца фиолетового, фиолетово-красного и пурпурного цвета различных оттенков. Особенно ценными являются аметисты густо-фиолетового цвета.

Оникс — термин древнего происхождения и широкого значения, используемый для обозначения различных параллельно-полосчатых минералов поделочного качества, главным образом *кальцита* (*мрамора*), *халцедона* (*сердолика*) и *скрытокристаллического кварца*. Цвет минерала — коричневый с белыми и черными узорами, красно-коричневый, коричнево-желтый, медовый, белый с желтоватыми или розоватыми прослоями (см. рис. 1.40 на цветной вклейке между с. 192 и 193). Для оникса характерно наличие плоскопараллельных слоев разного цвета.

Все ониксы широко используются как поделочные камни. Агатовый и сердоликовый оникс (сардоникс, сард) использовался с доисторических времен для изготовления небольших резных художественных украшений (глиптика), а также резных цилиндрических печатей. Кальцитовые (мраморный и др.) виды ониксов широко применяются в более крупных изделиях: это всевозможные камнерезные изделия, вазы, шкатулки, подсвечники, столешницы и т.д.

Сердолик — разновидность халцедона тонковолокнистого строения розового, красного и желтого цвета. Халцедон — это полупрозрачный минерал, тонковолокнистая разновидность кварца. Полупрозрачен или просвечивает, имеет цвет от белого до медово-желтого

(см. рис. 1.40 на цветной вклейке между с. 192–193). Образует сферолиты, сферолитовые корки, псевдосталактиты или сплошные массивные образования. Имеет много разновидностей, окрашенных в различные цвета: красноватый (*сердолик*), зеленоватый (*хризопраз*), голубоватый (*сапфирин*) и др. Используется как поделочный камень.

Среди множества минералов группы халцедонов известны *сард*, *гелиотроп*, *моховой агат*, *хризопраз*, *ленточный агат*, *кремень* и многие другие. Химическая формула сердолика — SiO_2; цвет — оранжевый, красный, буро-красный; твердость по шкале Мооса — 6,5...7,0; плотность — 2,6...2,7 г/см^3.

Бирюза (от перс. «фируза» — победа) — минерал класса гидратированных фосфатоф. Состав — $CuAl_6(OH)_2(PO_4) \cdot 4H_2O + Fe$. Цвет сине-голубой, зеленовато-голубой, бледно-голубой.

Лазурит (от перс. «азул» — небо, синь) — минерал синего цвета. Состав — $(Na, Ca)_8(Al_6Si_6O_{24})(S, SO_4, C_{l2})$ + примеси. Широко известен с древних времен и применяется для изготовления кабошонных вставок.

Малахит (от греч. «малахе» — мягкий) — минерал класса водных карбонатов. Состав — $Cu_2[CO_3](OH)_2$ + примеси оксидов Ca, Zn, Si. Цвет светлый, темно-зеленый до черно-зеленого. Известен как материал для изготовления украшений, амулетов.

Цитрин — золотисто-желтая или лимонно-желтая разновидность кристаллов кварца. Наибольшую ювелирную ценность имеют цитрины густого желто-оранжевого цвета (сорт «мадера»), получаемые обычно путем отжига аметиста (450...500 °С) или мориона (300...400 °С). Такие камни обладают наибольшей свето- и термоустойчивостью. Значительно менее ценны цитрины желтого цвета с зеленоватым оттенком, так как они весьма нестойки к дневному свету и температурному воздействию. Такие камни полностью выцветают при нагревании до 200 °С. Различия в свето- и термоустойчивости, а также оттенках природных цитринов связаны с различной природой их окраски (см. рис. 1.40 на цветной вклейке между с. 192–193). Окраска цитринов объясняется неполным разрушением при отжиге других присутствующих в кристалле центров окраски, в частности аметистовой и дымчатой.

Яшма (от греч. «яспис» — пестрый или крапчатый камень) — скрытокристаллическая горная порода, сложенная в основном квар-

цем и халцедоном и пигментированная примесями других минералов (эпидот, актинолит, хлорит, слюда, пирит, окислы и гидроокислы железа и марганца).

Некоторые породы, традиционно относимые к яшмам, богаты полевым шпатом; это либо серые кварц-полевошпатовые роговики, либо кислые эффузивы (порфиры). Среди пород, причисляемых к яшмам, встречаются и почти бескварцевые, богатые гранатом (до 20 % андрадита). В древности под яшмами понимали прозрачные цветные (преимущественно зеленые) халцедоны.

Химический состав яшмы может изменяться. В обобщенном виде химический состав таков: SiO_2 — 80...95 %, Al_2O_3 и Fe_2O_3 — до 15 %, CaO — 3...6 %.

Для яшм характерны самые разнообразные текстуры: массивная, пятнистая, полосчатая, брекчиевая, слойчатая и др. Наличие множества тонко распыленных и неравномерно распределенных примесей обусловливает разнообразие и пестроту окраски породы (см. рис. 1.40 на цветной вклейке между с. 192–193). Однотонные яшмы редки.

В древности из яшм делали печатки и амулеты, якобы оберегавшие от расстройств зрения и от засухи.

1.9. Неметаллические декоративные материалы

Применяемость неметаллических материалов в ювелирном производстве обусловлена их технологическими и эстетическими свойствами. К ним относятся широко известные в декоративно-прикладном искусстве материалы: стекло, древесина, пластмассы (пластики), кость, рог, раковины, перламутр, кожа, перья, волосы и иглы животных, искусственный жемчуг и пр.

Стекло — один из доступных, дешевых и технологичных материалов. Оно используется во множестве галантерейных изделий и в ряде ювелирных украшений (как заменитель драгоценных камней) в качестве вставок. По внешнему виду и свойствам стекла должны соответствовать техническим условиям на изготовление согласно ТУ 21–23–10–70 «Стекло для ювелирной промышленности». Твердость стекол (по шкале Мооса) составляет более 5, плотность — 2,4...3,0 г/см^3. Стекла поставляются промышленными пред-

приятиями в виде дротов диаметром 15...25 мм, плиток толщиной до 10 мм и прокатных заготовок в форме шариков, двухсторонних конусов, многогранников. Они изготавливаются на свинцовой основе и должны быть отожжены. Повышенные требования предъявляют к химической стойкости стекол ввиду возможного тактильного контакта с кожей: они не должны терять блеска при обработке 10%-ным раствором щелочи NaOH и 60%-ным раствором кислоты H_2SO_4 в течение четырех часов.

Среди изделий из стекла особую группу составляют *прозрачные граненые стекла*, служащие в ювелирных изделиях подделкой под вставки из драгоценных камней. Граненые стекла должны соответствовать цветам природных минералов (рубина, изумруда, аквамарина и пр.) и поэтому они, как правило, окрашиваются в яркие цвета — красные, желтые, зеленые, синие, зеленые, что достигается добавлением некоторых металлов или окислов металлов в расплав стекла. Грани вставок из стекла должны быть резкими, без завалов, рисок и царапин, а поверхность — блестящей. При этом не допускаются посторонние включения, трещины, помутнения и пузырьки. Граненые стекла могут иметь различные формы огранки: в виде челнока, груши, круглую огранку и пр. Для усиления оптических свойств прозрачные стекла амальгамируют, для чего на нижнюю часть наносят раствор азотнокислого серебра, а затем «бронзируют» для закрепления слоя амальгамы.

Непрозрачные стекла имитируют под цвет коралла, бирюзы и пр.

Древесина — легкий, эластичный материал с красивой фактурой, который хорошо обрабатывается резанием. Однако она гигроскопична, возгораема и поддается гниению. Древесина ценится благодаря цвету, блеску, текстуре.

Дерево относится к легкообрабатываемым видам материалов. Оно хорошо поддается резанию, шлифованию, полированию, гравированию, выпиливанию, резьбе, инкрустации, сгибанию, клейке, выжиганию, окрашиванию нагревом. По твердости древесина разделяется на твердые и мягкие виды пород. К *твердым* относятся материалы с твердой структурой (дуб, бук, орех, клен, сандал, самшит и др.), к *мягким* — материалы с широким волокном (кедр, пихта, лиственница и тис). Кроме перечисленных видов древесины, используются также бамбук, кокосовый орех, орех и пр.

Для усиления декоративных качеств древесина подвергается отделочным методам обработки: восковой отделке, лакированию, полированию и морению цветной жидкостью. Цвет древесины зависит от ее породы. Так, сосна имеет розоватый цвет, ель — белый, дуб — серовато-бурый и т.д. Цвет можно изменить подкрашиванием. Морение марганцовокислым калием и раствором двухромовокислого калия придает дереву коричневый цвет, известковым молоком — красный, серной кислотой — черный, уксусной кислотой с добавлением древесноуксусного железа — зеленый, железным купоросом, а также серной кислотой — оливково-зеленый.

Из древесины изготавливают рукояти ножей и приклады ружей, чехлы для ножей, различные декоративные украшения и элементы изделий.

Пластмассы (пластики) — красочный технологичный конструкционный материал, обладающий необходимой прочностью, пластичностью, химической стойкостью, окрашиваемостью, блеском. Однако пластики имеют малую твердость и истираемость и подвержены образованию царапин. Пластик хорошо полируется.

Как декоративный материал применяются два вида пластмасс — акрил и полистирол. *Акрил* является синтетическим полимером, который легко меняет форму при нагреве. Хорошая окрашиваемость акрила позволяет имитировать самоцветы, древесину, кость и пр. Термопластичность позволяет изготавливать изделия методами литья под давлением, спаивать из отдельных частей, сваривать, деформировать, придавая нужную форму.

Кроме того, в практике ювелирного дела известны примеры использования *эпоксидной смолы*, *полиуретана*, *полипропилена*, *нейлона*. Каждый из видов пластмасс обладает определенными внешними декоративыми и технологическими свойствами. Так, нити из нейлона имеют повышенную прочность, гибкость, память к первоначальной форме после деформирования.

Кость состоит из фосфата кальция. Наиболее ценным материалом является кость мамонта, моржа, слона. Широкодоступным материалом являются рога и кости крупного рогатого скота. Используют массивные образцы сырья из костей, которые предварительно обезжиривают и белят.

Кости имеют невысокую твердость и поэтому хорошо подвергаются механической обработке: резке, резьбе, гравировке, лазерной

обработке, выпиливанию, инкрустации, травлению. Кость предварительно подвергается очистке от жира и масел, а затем осветляется и отбеливается.

Рог состоит из кератина. Принято использовать рога быков, баранов, оленей, горных козлов и пр. Они хорошо подвергаются деформации при нагреве, легко обрабатываются резанием и шлифованием, а также окрашиваются.

Модными считаются изделия, в которых используются ***раковины*** и ***перламутр***. Для защиты изделий из перечисленных материалов от потери влаги и усыхания их покрывают лаком, воском, маслом.

Кожа используется для декоративной отделки изделий, а также как самостоятельный материал для изготовления украшений. Исходным сырьем служит, как правило, овечья кожа, которая подвергается отделке и окрашиванию растительными или химическими красителями. Разновидностью кожи является ***замша*** — кожа с обнаженной мягкой внутренней поверхностью.

Кожа хорошо подвергается вырезанию, штамповке, формовке, полировке, выжиганию, клеймению, клейке и сшиванию. После кипячения кожа становится жесткой, так как изменяются ее физические свойства.

Известны различные украшения со вставками из ювелирных камней, оправой которых служат скрученные полоски из кожи. Кожа также применяется для наружной отделки ножен, книг, рукояток сувенирного оружия и пр.

Волосы, перья и иглы животных. В состав волос входит кератин. Среди ювелирных изделий известны примеры удачного использования конского, слонового и человеческого волоса. Как правило, это сплетенные в жгуты волосы, образующие орнаментальные узоры. Они легко обесцвечиваются и перекрашиваются в красителях.

Перья птиц также состоят из кератина. Они отличаются широким разнообразием формы и окраски. Перья, как правило, состоят из центральной оси с волокнами («пушинками»), расположенными с двух сторон вдоль оси. Перья хорошо окрашиваются и склеиваются. Легкие, гибкие и пушистые, они являются частью различных украшений: серег, колье и пр.

Иглы дикобраза имеют характерную полосчатую окраску и заостренную форму. Они хорошо подвергаются механической обработке и клейке. Их используют для изготовления различных нашейных украшений и поделок.

Искусственный жемчуг применяется для имитации жемчуга. Его изготавливают из белой пластмассы с небольшой прозрачностью, отгрунтованной коллагеном из чешуи или плавательного пузыря осетровых рыб или сомов. Полученный слой грунтовки покрывают эмульсией из жемчужного цвета, грушевой эссенции или ацетона и белого прозрачного целлулоида и дают высохнуть.

Следует отметить, что достаточно интересными для экспериментирования материалами являются ***смола***, ***керамика***, ***гипс***, ***фарфор***, ***высокоглиноземистый цемент***, ***полимерная глина***, ***шифер***, ***элементы электронной и волоконной техники***. Новые возможности в ювелирном деле открывает использование ***текстиля*** и ***бумаги***, к которым можно применить как традиционные методы работы, так и ряд прочих приемов, заимствованных из других областей искусства.

2 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Вспомогательные материалы предназначены для осуществления вспомогательных работ и технологических операций производства ювелирных изделий. Они необходимы для изготовления восковых моделей, плавки, литья, пайки и пр. Специфика работ с драгоценными материалами накладывает дополнительные требования к физико-механическим и технологическим свойствам вспомогательных материалов, применяемых для производства ювелирных изделий.

2.1. Воски

Воски используются в технологии ювелирного литья для изготовления одноразовых выплавляемых моделей отливок. Восковая модель лежит в основе литейного ювелирного производства. Для правильного выполнения технологии литья по выплавляемым моделям из воска необходимо знать свойства применяемого воска и учитывать его технологические возможности.

Воски должны обладать определенными физико-механическими свойствами:

- прочностью, чтобы выдерживать прилагаемые усилия при изъятии из резиновой формы и механической обработке;
- низкой температурой плавления;
- полной выгораемостью без образования остаточной золы в результате обжига опоки;
- вязкостью;
- твердостью;
- упругостью;
- жидкотекучестью в расплавленном виде;
- малой адгезией к резиновой форме;
- быстрой скоростью застывания;
- минимальной усадкой.

Воски, предназначенные для ювелирного производства, производятся промышленным способом и бывают разных размеров

и форм (рис. 2.1): в виде плиток, пластин, проволоки, сетки, стержней различного профиля. Воски имеют необходимые для механической обработки технологические свойства, они легко паяются, плавятся при температуре 60...80 °С, воспламеняются при температуре 180 °С.

Используемые в ювелирном производстве воски изготовлены на основе натурального пчелиного воска или парафинов. Воски, применяемые для изготовления литейных моделей, состоят:

- из парафина (наполнителя);
- шеллачного воска (уплотнителя);
- сополимера этилена с винилацетатом (пластификатора);
- красителя с содержанием пигмента не более 0,1 %.







Рис. 2.1. Разновидности восков

Как правило, воски окрашиваются в яркие цвета: голубой, оранжевый, красный, желтый, зеленый. Цвет воска устанавливает производитель. Так, например, воски фирмы «Ferris» окрашивают во все цветовые гаммы лишь для декоративных целей. В ряде других случаев цвет воска может характеризовать его свойства. В частности,

фирма «F.E. Knight Castaldo» окрашивает воски в определенные цвета в зависимости от их технологических свойств, чтобы упростить выбор (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Технологические свойства восков фирмы «F.E. Knight Castaldo»

Цвет	Пластичность	Заполняемость	Минимальная усадка	Применение		
				для больших плоских изделий	для тонких и сложных изделий	для любых изделий
Голубой	●●●	●●●				
Оранжевый	●●	●●	●		●●●	●
Красный		●	●●	●	●●	●●
Желтый			●●●	●●●	●	
Зеленый	●	●●	●●●	●●●	●●	●

Примечание. Количество точек указывает на степень проявления свойств: ● — слабое, ●● — среднее, ●●● — сильное.

В зависимости от назначения воски подразделяются на инжекционные, скульптурные, воски для лепки, ремонта, текстурирования и пр.

Для тиражирования восковых моделей в ювелирном производстве применяется ***инжекционный воск***. Он представляет собой основу из натурального природного или искусственного воска с химическими и органическими добавками, вводимыми для улучшения физико-механических свойств. Такие воски выпускаются в твердом виде в форме блоков и плиток, фасованными в емкости, в виде гранул (рис. 2.2). Чешуйки и гранулы считаются более удобными в работе, так как быстрее расплавляются при нагреве.

Срок хранения воска в гранулах составляет 6...12 месяцев, воск в форме блоков и плиток имеет более длительный срок хранения, так как из него меньше испаряются летучие вещества, влияющие на свойства.

Скульптурные воски применяют для изготовления отливок художественного литья, более крупных по размерам и массе, чем ювелирные изделия, что связано с возможностью проявления ряда дефектов, таких как неравномерная объемная усадка, пузыри и пр. Специ-



Рис. 2.2. Разновидности восковых заготовок

альные скульптурные воски могут быть использованы также для лепки, резьбы, прямой заливки и прочих работ. Так, для резьбы применяют воски торговых фирм «Ferris», «Kerr» и «Matt». В частности, воски марки File-A-Wax фирмы «Ferris» выпускаются в трех модификациях различного цвета: зеленого, фиолетового и синего.

Зеленый воск является наиболее распространенным для резьбы. Это самый твердый воск, на нем возможна прорезка тонких деталей и сложных форм, он хорошо подвергается полировке до зеркального блеска. Толщина изделий из такого воска может достигать абсолютного минимума толщины отливок — менее 0,2 мм. Зеленый воск плавится при температуре 105 °С, практически сразу превращаясь в легкоподвижную жидкость, минуя вязкую стадию; так же быстро происходит и его застывание. После застывания воск становится более мягким и гибким, но по-прежнему пригоден для резьбы. Он хорошо обрабатывается резанием.

Фиолетовый воск также широко применяется для резьбы. Он более гибкий, чем зеленый, легко обрабатывается резанием. Фиолетовый воск может обрабатываться напильниками или бормашиной.

При плавлении он становится вязким, а затем превращается в жидкость.

Синий воск отличается высокой гибкостью. По качествам он наиболее соответствует свойствам древесины белой сосны. Такой воск является идеальным для резки, так как обрабатывается с образованием стружки. При плавлении он ведет себя как аморфное вещество, постепенно изменяя вязкость при повышении температуры. Обработку синего воска следует вести на очень маленьких скоростях, причем с использованием инструментов с редким расположением зубьев во избежание засаливания.

Воск для лепки легко поддается лепке, прокатыванию, скручиванию и штамповке, приобретая любую необходимую форму. Характерным представителем этой группы является воск марки Mold-A-Wax фирмы «Ferris». Его окрашивают в различные цвета, чтобы отличать по свойствам. Так, *красный* воск размягчается при температуре 36...37 °С и поддается лепке и формованию, а при комнатной температуре застывает. Его используют для снятия слепков с гравюр, гипсовых форм. Красный воск применяют также для плетения макраме и прочих подобных работ. *Черный* воск более твердый, чем красный. Он имеет невысокую температуру плавления (76 °С) и поэтому может использоваться в качестве инжекционного воска. После охлаждения черный воск отвердевает и становится пригодным для резьбы. *Голубой* воск имеет хорошую жидкотекучесть и потому используется для нанесения на объекты или для формования в объеме. *Зеленый* воск имеет самую низкую вязкость. Его используют для создания эффектов на водной поверхности.

Листовой воск широко используется в стоматологии. В художественном литье применяется для снятия объемных слепков с твердых предметов, для утолщения моделей, в качестве замены листового металла для восковых моделей, а также при производстве фантазийных моделей, случайно образуемых при размягчении. Такой воск выпускается различной толщины и твердости.

Водорастворимый воск представляет собой хрупкий материал, тяжело обрабатываемый резанием и опиливанием. Имеется высокая вероятность появления у него сколов и трещин. Водорастворимый воск плавится при невысокой температуре (66...77 °С) и потому может быть инжектирован или использован для ручной заливки

в формы. Он обладает уникальной способностью растворяться в воде без остатка. Водорастворимый воск используется в качестве основы для формирования объемного изделия из воскового проката, наплавления на поверхность различных видов воска и т.д. Его также применяют при заполнении внутренней полости литьевой модели, поскольку он легко удаляется растворением в воде. Из водорастворимого воска в сочетании с зеленым воском марки File-A-Wax можно получать модели филигранных орнаментов, которые образуются при окунании заготовки в теплую воду. При последующей заливке обычного воска и растворении основы легко получается тонкостенная восковая модель.

Воск для работы с восковым пистолетом используют, чтобы выдавить через фильеру пистолета заготовку определенного профиля. Для такой работы применяют разновидности данного воска, которые различаются по своим свойствам.

Воск для ремонта восковых моделей используют для того, чтобы загладить или устранить дефекты в виде сколов, внутренних пузырей, раковин, а также выровнять шероховатую поверхность после механической обработки. Для этой цели выпускаются очень мягкие воски, например марки Utility Wax в виде листов, стержней или блоков или марки Patch-Eze в виде густого крема.

Липкий воск является быстрозастывающим восковым «припоем», создающим прочное сцепление между любыми восковыми поверхностями. Температура наложения воска 107...135 °С.

Воск для изготовления вставок применяют для соединения восковых моделей, состоящих из различных частей или марок воска. Воск имеет низкую температуру плавления, поэтому в расплавленном виде его наносят на поверхность одной из соединяемой детали для того, чтобы он заполнил стыкуемые щели и зазоры. При необходимости соединенные части можно легко отделить друг от друга.

Воск для текстурирования поверхности является смесью восков с различной усадкой, которые не смешиваются между собой и при застывании дают эффект текстурированной поверхности (подобно фактуре горного базальта и др.). При сливании расплавленного воска в холодную воду образуются застывшие восковки, по форме похожие на золотые самородки.

2.2. Резины

Назначение применяемых в ювелирном производстве резин — изготовление пресс-форм с целью тиражирования восковых моделей для получения отливок.

К модельным резинам предъявляют ряд требований: твердость, эластичность, относительное удлинение на растяжение, прочность на разрыв, малая усадка, антикоррозионная стойкость в контакте с мастер-моделью.

По твердости резины условно делятся на твердые и мягкие. *Твердые* резины используют для изготовления плоских изделий (медали, значки, крестики и пр.). *Мягкие* резины применяют для изготовления объемных, сложных и филигранных восковок, легко извлекаемых из формы без повреждений. Однако чрезмерная мягкость отрицательно влияет на свойства резины, так как повышенное давление воска, поступающего из воскового инжектора, может привести к деформации формы. В таких случаях резиновую форму закрепляют в недеформируемом жестком металлическом корпусе.

Относительное удлинение на растяжение характеризует способность пресс-формы выдерживать растяжение при извлечении восковки. Относительное удлинение жестких резин достигает 200 %, а мягких — от 300 (марки Gold Label) до 850 % (марки Ласил-С).

Прочность на разрыв является самым важным физико-механическим свойством резин. При малой прочности на разрыв резиновая пресс-форма, разрезаемая лезвием для извлечения моделей, может разорваться по месту резки при небольшом количестве перегибов. Критериям прочности удовлетворяют, как правило, все каучуковые резины. Однако они подвержены старению и по этой причине выдерживают от одной до трех тысяч циклов. Более прочными являются пастообразные силиконовые резины горячей вулканизации. Срок службы таких форм достигает десятков тысяч циклов. Особые требования по прочности предъявляются к пресс-формам, изготовленным из жидких резин и компаундов. Более высокая прочность на разрыв у жидких силиконовых резин, отверждаемых при комнатной температуре, достигается в случае применения в качестве полимеризующего агента платинового катализатора, но при этом повышается их стоимость.

При застывании резины в процессе вулканизации происходит полимеризация, сопровождаемая усадкой материала в пределах 3...5 %. Величина линейной усадки резин зависит от температуры вулканизации, а также от коэффициента термического расширения металлического эталона, вулканизуемого в резине, и коэффициента термического расширения самой резины.

Материалы для изготовления пресс-форм выпускаются в виде:

- листовых резин горячей вулканизации на основе натурального каучука;
- листовых пастообразных резин горячей вулканизации на силикатной основе;
- пастообразных двухкомпонентных композиций на основе силиконовой резины холодного отверждения;
- жидких двухкомпонентных резин холодного отверждения.

Для этих целей используют следующие виды резин:

- *вулканизированная резина*, которая при нагревании в соединении с серой превращается в твердый материал;
- *силиконовый каучук* (*полисилоксан*), вулканизирующийся при комнатной температуре в мягкий и прочный материал;
- *латекс* — полимер в виде пасты или вязкой жидкости;
- *неопрен* — синтетический листовой полимер, подобный губке.

Формовочную резину выпускают в виде листов или блоков, в пастообразном и жидком состоянии с различной степенью вязкости.

Листовые резины горячей вулканизации на основе натурального каучука являются наиболее распространенными видами резин, применяемых в ювелирном производстве. Типичными представителями данного вида являются марки Castaldo White Label (WL), Castaldo Gold Label (GL) и Castaldo No-Shrink Pink, выпускаемые компанией «F.E. Knight Castaldo» (США).

Листовые пастообразные резины горячей вулканизации на силиконовой основе представляют собой силиконовые композиции, специально разработанные для технологии литья по выплавляемым моделям для производства высококачественного ювелирного литья. При работе с такими резинами не требуется применения специального оборудования.

Пастообразные резины легко заполняют форму, не образуя раковин (рис. 2.3, *а*). Наиболее распространены пастообразные резины марок Super High Strength, Econosil, выпускаемые компанией

«F.E. Knight Castaldo» (США), а также марок MRC 250, Grayflo-2002, FZR-400, производимые компанией «Millenium Rubber Technology». Пресс-формы, изготовленные из этих резин, после вулканизации легко разрезаются лезвием скальпеля. Пастообразная резина не взаимодействует с материалом мастер-модели и восковыми моделями. В состав этих резин входят компоненты, способствующие легкому отделению восковых моделей от резины, поэтому для их удаления из пресс-форм нет необходимости применять силиконовые спреи. Вместе с тем пастообразные резины обладают недостатком — повышенной чувствительностью к кожным жирам, которые способствуют расслоению формы.

Новинкой среди ювелирных резин являются ***пастообразные двухкомпонентные композиции на основе силиконовой резины холодного отверждения*** (рис. 2.3, *б*), состоящие из жидкой силиконовой основы и катализатора (отверждающего агента). Они обладают прекрасной химической и термической стойкостью и позволяют легко извлечь восковки из формы.

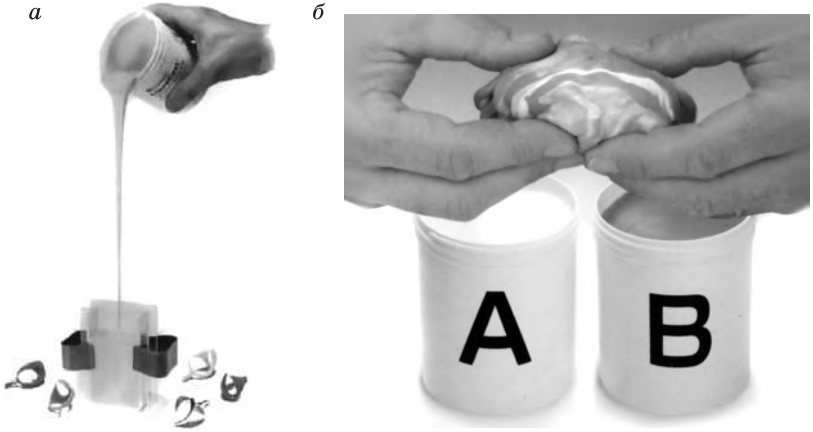


Рис. 2.3. Силиконовые резины:
а — пастообразные; *б* — пастообразные двухкомпонентные

Наиболее распространенной среди пастообразных двухкомпонентных резин является марка Quick-Sil компании «F.E. Knight Castaldo», которая соответствует всем техническим требованиям и обладает достоинствами силиконовых резин горячей вулканизации.

Резина этой марки вулканизуется при комнатной температуре всего за 15...30 мин и при этом не дает усадки (менее 0,1 %).

Жидкие двухкомпонентные резины холодного отверждения легко заполняют форму и не требуют термического воздействия и давления. Однако такие резины чувствительны к соблюдению пропорций компонентов. Кроме того, желательно проведение вакуумирования для удаления газовых пузырьков.

Некоторые из перечисленных резин являются прозрачными или полупрозрачными. Это позволяет значительно облегчить работу со сложными моделями из металлов, воска, стекла, дерева, кости, пластмассы, модельной глины, насекомых и пр. Жидкие и пастообразные резины, вулканизующиеся при комнатной температуре, дают меньшую усадку.

Хранить каучуковые и силиконовые резины горячей вулканизации рекомендуется в сухом и прохладном месте. Хранение при температуре ниже 0 °С недопустимо. Срок хранения большинства резин при комнатной температуре не превышает одного года из-за их медленной полимеризации, происходящей даже при комнатной температуре. При длительном хранении невулканизированная резина становится более жесткой и непригодной для работы. Двухкомпонентные резины с отвердителем хранятся также в течение одного года. При хранении резин необходимо соблюдать герметичность контейнеров с отвердителем, так как при многократном использовании попадание влаги из воздуха сокращает срок годности отвердителя.

2.3. Формовочные смеси и огнеупорные материалы

Формовочные смеси являются огнеупорным материалом для изготовления одноразовых литейных форм. Они состоят из материалов природного или искусственного происхождения. В состав смесей входят огнеупорные наполнители, связующий материал и замедлители. В качестве огнеупорных наполнителей используют кристобалит и гипс. *Кристобалит* — это минерал кристаллической породы, который можно получить, нагревая кремнезем до температуры 1472...1670 °С. К *модифицирующим веществам* относятся борная

кислота H_3BO_4, мочевина $(NH_2)_2CO$, сульфат алюминия $Al_2(SO_4)_3$ и другие компоненты, замедляющие схватывание.

Наиболее распространены формовочные смеси со следующим соотношением компонентов:

- кварц (кристобалит) — 70 %, гипс — 30 , глюкоза — 0,05... 1,0 %, вода — 450 мл на 1 кг смеси;
- кварц — 60...68 %, гипс — 32...40 %, вода — 450 мл на 1 кг.

В качестве огнеупорного наполнителя может быть использован *динас* — порошок, получаемый помолом динасовых кирпичей, имеющий ограниченное содержание оксида кальция и оксида алюминия. Такая формовочная смесь состоит из 80...88 % динаса и 20...12 % гипса. Затворителем для размешивания формовочной смеси служит вода с добавкой фосфорной кислоты.

Широко распространены в ювелирном производстве формовочные смеси известных зарубежных фирм: «Kerr», «F.E. Knight Castaldo» и др. Они отличаются друг от друга химическим составом и выпускаются фасованными в специальные упаковки.

Для особых видов работ разработаны и используются смеси различных составов. Так, например, смесь для литья из сплавов драгоценных и цветных металлов состоит из высокопрочного гипса (20...50 %), кристобалита (48...78 %) и технологической добавки — калиевой селитры (0,5...2,0 %) и дигидрофосфата калия (остальное) (патент RU 2165617, B22C 1/16, B22C1/00 от 2000 г.). Для изготовления тонкорельефных художественных и ювелирных изделий предлагается смесь, состоящая из гипса (12...15 %), динасового порошка (24...30 %), отходов производства оптических стекол (24...30 %), алюмоборфосфатного концентрата (0,02...0,04 %), щавелевой кислоты (0,03...0,08 %) и воды (остальное) (патент RU 2163854 от 2000 г.). При необходимости получения стабильных физико-химических и технологических свойств литейных форм может быть использована смесь, состоящая из обожженного кварцита (53...57 %), гипса (15,0...20,0 %), дигидрофосфата (0,5...2,0 %) и воды (остальное) (патент RU 2105630 от 1993 г.). Для литья отливок из сплава золота 585-й пробы рекомендуется применять смеси следующего состава, %: обожженный кварцит — 52, гипс — 20, дигидрофосфат — 2, вода — 26. Для изготовления изделий из серебра используют смесь следующего состава, %: обожженный кварцит — 53,5; гипс — 18,0; дигидрофосфат — 1,0; вода — 27,5.

Огнеупоры используются в качестве термоустойчивого материала и предназначены для выполнения работ при высокой температуре.

Асбест — волокнистый материал плотностью 2,5 г/см^3, состоящий из смеси различных оксидов: MgO — 42 %, SiO_2 — 43 , Fe_2O_3 — 0,15 , Al_2O_3 — 0,5 %, вода — остальное. Используется в качестве теплоизоляционного материала. Огнеупорность асбеста сохраняется до температуры 700 °С, а при дальнейшем нагревании его прочность снижается и при температуре свыше 800 °С он обезвоживается, становится хрупким и легко перетирается в порошок. При температуре 1500 °С асбест плавится.

Кварцевое стекло SiO_2 является очень теплостойким материалом. Применяется для изготовления кварцевой посуды, ванн для отбеливающих растворов, стержней для перемешивания расплавов. При температуре свыше 1100 °С кварцевое стекло начинает крошиться.

Огнеунорная глина — это смесь оксидов SiO_2, Al_2O_3, CaO, MnO, K_2O, Na_2O, Fe_2O_3. Огнеупорность глины составляет 1530...1830 °С, плотность — 1,8 г/см^3. Ее используют в качестве связующего элемента для изготовления огнеупорных обмазок и тиглей. Для изготовления тиглей применяют смесь глины с шамотом, каолином и графитом. Огнеупорная глина реагирует с кислотами и щелочами.

Каолин представляет собой белый порошок, состоящий из оксидов Al_2O_3, SiO_2, SiO_3, P_2O_5. Огнеупорность каолина составляет 1800...1900 °С, плотность — 2,2 г/см^3. Каолин реагирует с кислотами и щелочами. Он используется в качестве связующего материала.

Шамот — это обожженная глина или каолин. Огнеупорность шамота составляет 1770...1850 °С, плотность — 2,5...2,7 г/см^3. Шамот вместе с огнеупорной глиной в соотношении 3:2 используется для изготовления тиглей.

Тигельный графит — это материал светло-серого цвета, в состав которого входит зола и окись железа FeO_3. Имеет высокую огнеупорность — 3500 °С; плотность равна 2,0...2,5 г/см^3. Используется для изготовления тиглей, в состав которых включается смесь из графита, шамота, огнеупорной глины, кварцевого песка и каолина.

Известь — бесцветный порошок плотностью 3,32 г/см^3, состоящий из оксидов CaO, MgO, SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3, P_2O_5, SO_2. Огнеупорность извести составляет 2670 °С. Известь противостоит действию шлаков, поглощает летучие вещества и оксиды металлов, очищая

сплавы. Ее применяют для изготовления тиглей, предназначенных для плавки платины.

Монтировочная масса является огнеупорным материалом, используемым для блокировки отдельных частей ювелирных изделий при пайке. В состав монтировочной массы входит каолин отмученный (30...40 %) и молотый асбест (60...70 %). Перед использованием масса смешивается с водой до густоты пластилина.

2.4. Химические реактивы

Кислоты используются для пробирования металлов и сплавов, травления и извлечения драгоценных металлов, приготовления отбеливающих растворов и флюсов и т.д. Взаимодействие кислот с металлами представлено в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Химическая активность металлов в кислотах

Металл	Кислота			
	HNO_3	HCl	H_2SO_4	$3HCl + HNO_3$
Au	—	—	—	$H(AuCl_4)$
Pt	—	—	—	$H_2(PtCl_6)$
Pd	$Pd(NO_3)_2$	—	$PdSO_4$	$H_2(PdCl_6)$
Ag	$AgNO_3$	—	Ag_2SO_4	—
Cu	$Cu(NO_3)_2$	—	$CuSO_4$	—
Zn	—	$ZnCl_2$	$ZnSO_4$	—
Cd	$Cd(NO_3)_2$	$CdCl_2$	$CdSO_4$	—
Al	$Al(NO_3)_3$	$AlCl_3$	$Al_2(SO_4)_3$	—
Sn	H_2SnO_3	$SnCl_2$	—	—
Pb	$Pb(NO_3)_2$	—	$PbSO_4$	—

Азотная кислота HNO_3 — бесцветная жидкость, слегка дымящаяся на воздухе. Ее плотность равна 1,5 г/см^3. Азотная кислота смешивается с водой в любом соотношении. При температуре 42 °С она застывает в кристаллическую массу. Под воздействием света азотная кислота разлагается на воду, кислород и пары NO_2:

$$4HNO_3 \rightarrow 2H_2O + O_2 + 4NO_2.$$

Сильнодействующая и химически активная азотная кислота взаимодействует со всеми металлами, кроме золота и платины. Так, например, с медью в сплавах золота и серебра она взаимодействует по следующей реакции:

$$3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO.$$

С серебром азотная кислота взаимодействует с образованием ляписа, используемого для пробирования:

$$6Ag + 8HNO_3 = 6AgNO_3 + 4H_2O + 2NO.$$

Азотную кислоту используют для проведения пробирных работ и травления поверхности.

Серная кислота H_2SO_4 — гигроскопичная бесцветная маслянистая жидкость плотностью 1,84 г/см^3. При температуре 10,4 °С она образует твердую кристаллическую массу. Серная кислота, растворяясь в воде, выделяет тепло. При смешивании с водой надо помнить, что **кислоту заливают в воду**. Концентрированная серная кислота при нагревании растворяет все металлы, кроме золота и платины.

Серную кислоту применяют для извлечения золота, приготовления отбеливающих растворов, а также при омеднении и пробировании серебра.

С металлами серная кислота взаимодействует по следующей схеме:

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2.$$

Медь и оксид меди, реагируя с серной кислотой, образуют медный купорос:

$$Cu + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + H_2O;$$

$$CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O.$$

Соляная кислота HCl — бесцветная жидкость с резким запахом, плотностью 1,19 г/см^3, которая дымится на воздухе и от воздействия света окрашивается в желтый цвет. Максимальная концентрация кислоты 36 %. Для технических целей используют концентрацию 20,0...27,5 %.

Соляная кислота применяется для проведения пробирования и осаждения серебра. Она также часто используется для изготовления паяльной жидкости:

$$Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2.$$

«Царская водка» (смесь кислот $3HCl$ и HNO_3) — это красновато-коричневая жидкость, которая используется для пробирного анализа. Она растворяет драгоценные металлы, кроме родия, иридия и осмия. Платина растворяется в горячей «царской водке».

Ортофосфорная кислота H_3PO_4 представляет собой бесцветные кристаллы плотностью 1,8 г/см^3, хорошо растворяющиеся в воде. Кислота применяется для изготовления электролитов, предназначенных для родирования ювелирных изделий.

Борная кислота H_3BO_3 — белое кристаллическое вещество плотностью 1,4...1,5 г/см^3, легко растворяющееся в горячей воде. Химически это слабая кислота. Ее используют для изготовления флюсов при пайке.

Кроме перечисленных кислот, в ювелирном производстве могут быть использованы также:

- синильная HCN — компонент электролизных растворов;
- плавиковая (фтористоводородная) HF — компонент растворов и электролитов;
- уксусная CH_3COOH — компонент растворов и электролитов;
- лимонная $H_3C_6H_5O \cdot H_2O$ — компонент растворов;
- золотохлористоводородная $HAuCl_4 \cdot H_2O$ — золотосодержащий компонент;
- хромовая H_2CrO_4;
- двухромовая $H_2Cr_2O_7$;
- кремниевая H_2SiO_3;
- угольная H_2CO;
- сероводородная H_2S.

К числу ***щелочей***, используемых в ювелирном деле, относятся едкий натрий $NaOH$, едкий калий KOH, аммиак NH_3, гидроокись аммония NH_4OH. Щелочи применяются в основном для операций обезжиривания, а также для электролитического золочения, серебрения и родирования.

Едкий натрий $NaOH$ — гигроскопичные кристаллы белого цвета, хорошо растворяющиеся в воде. Процесс обезжиривания сопровождается образованием глицерина и соли жирной кислоты:

$$NaOH + C_3H_5(C_{17}H_{35}COO)_3 \rightarrow C_3H_5(OH)_3 + C_{17}H_{35}COONa.$$

Едкий калий KOH по химическим свойствам подобен едкому натрию.

Аммиак NH_3 и *гидроокись аммония* NH_4OH обладают щелочной реакцией. Жидкий аммиак — хороший растворитель для многих органических и неорганических соединений. Разбавленный раствор гидроокиси аммония называют *нашатырным спиртом*; его применяют в быту для выведения жирных пятен с белья.

В ювелирном деле используются как простые, так и двойные ***соли***. Они образуют соединения в результате реакций:

- нейтрализации:

$$NaOH + HCl = NaCl + H_2O;$$

- взаимодействия металлов с кислотами:

$$Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2;$$

- взаимодействия кислот и оксидов:

$$CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O;$$

- обмена солей:

$$AgNO_3 + NaCl = AgCl\downarrow + NaNO_3;$$

- двойного обмена:

$$2HCl + Ag_2S = H_2S + 2AgCl\downarrow.$$

Бура $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ — бесцветные прозрачные кристаллы плотностью 1,7...1,8 г/см^3. Внешне похожа на борную кислоту, но отличается тем, что она тонет в воде, а борная кислота — растворяется. При температуре 741 °С бура плавится, образуя стекловидную массу. В расплавленном состоянии растворяет оксиды металлов, поэтому ее применяют при плавке и пайке с целью удаления оксидов. Бура используется также при чернении для приготовления черни.

Хлорид натрия (*поваренная соль*) NaCl — белые кристаллы плотностью 2,16 г/см^3. Применяют при химическом травлении и пассивировании для образования тонкой защитной пленки на поверхности металла.

Силикат натрия (*жидкое стекло, канцелярский клей*) $NaSiO_3$ растворяется в воде, плавится при температуре 1088 °С. Применяется в составе электролитов для золочения, родирования, серебрения, а также в качестве связующего при изготовлении магнезитовых тиглей для плавки платины.

Сода, *или карбонат натрия*, Na_2CO_3 — белый порошок плотностью 2,5 г/см^3, растворяющийся в воде. Используется для приготовления обезжиривающих растворов.

Селитра натриевая $NaNO_3$ и *калиевая* KNO_3 — бесцветные кристаллы плотностью соответственно 2,25 и 2,21 г/см^3, растворяющиеся в воде. При нагревании до температуры плавления золота, серебра и их сплавов селитра разлагается с выделением кислорода; кислород, взаимодействуя с элементами шихты, образует их оксиды, которые затем выводятся в шлак. Натриевая селитра плавится при температуре 316 °С, калиевая — при температуре 339 °С.

Цианистый калий KCN — бесцветные кристаллы плотностью 1,25 г/см^3, легко растворяющиеся в воде. **Очень ядовита.** Применяется в технологии гальванических покрытий в составе электролитов, а также для обезжиривания изделий.

Железистосинеродистый калий $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ — светло-желтые кристаллы плотностью 1,84 г/см^3, которые растворяются в воде. Водный раствор на свету от действия солнечного света разлагается. Применяется в электролитах при серебрении.

Хромовокислый калий K_2CrO_4 — кристаллы ярко-желтого цвета плотностью 2,7 г/см^3, растворяющиеся в воде. Используется для электрохимического оксидирования серебра, а также при пассивировании серебра и меди.

Хромпик $K_2Cr_2O_7$ — кристаллы ярко-оранжевого цвета плотностью 2,7 г/см^3, которые растворяются в воде. Применяется для пробирования металлов, в растворах электролитов для химического травления, а также для пассивирования серебряных и медных сплавов.

Йодистый калий KI — кристаллы темно-бурого цвета плотностью 3,13 г/см^3, хорошо растворяющиеся в воде. Используется для пробирования платиновых сплавов.

Поташ K_2CO_3 — белый порошок плотностью 2,29 г/см^3. Растворяется в воде и расплавляется во влажном воздухе. Применяется для чернения в качестве одного из компонентов, для оксидирования серебра при чернении, в качестве флюса при плавке, в растворах электролитов для блестящего золочения.

Хлористое серебро AgCl образуется в результате химических реакций в виде белого твердого осадка плотностью 5,56 г/см^3. В воде не растворяется, но растворяется в цианистом калии и гидроксиле аммония. Используется при изготовлении электролитов при серебрении.

Азотнокислое серебро (*ляпис*) $AgNO_3$ — бесцветные кристаллы плотностью 4,35 г/см^3, которые растворяются в воде и глицерине.

Разлагается при температуре 444 °С. Применяется в электролитах при серебрении, а также в реактивах для пробирования серебра.

Хлорное золото AuCl — кристаллы красновато-коричневого цвета плотностью 3,9 г/см^3, растворяющиеся в воде, спирте, эфире. Разлагается при температуре 254 °С. Применяется в растворах электролитов для золочения.

Калия дицианоаурат $KAu(CN)_2$ и *калия дицианоаргентат* $KAg(CN)_2$ — золото- и серебросодержащие компоненты растворов электролитов.

Калий лимоннокислый двузамещенный $K_2HC_6H_5O_7$ и *калий роданистый* KCNS применяются в растворах.

2.5. Фиксирующие материалы

Фиксирующие материалы необходимы в ювелирном производстве для скрепления деталей в технологических процессах сборки или механической обработки. К ним относятся следующие органические и минеральные материалы.

Фиксирующая паста **(*«китт»*)** служит для закрепки камней в киттштоках. Может состоять из канифоли с мелом или из канифоли с мелом и мукой.

Сургуч почтовый (воск для запечатывания) — окрашенная темная смесь, состоящая из твердых смол и наполнителей. Плавится при сравнительно небольшом нагреве и применяется для склеивания. Сургуч — индийское изобретение. Материалом для его изготовления является шеллак, тепертин, канифоль и многие другие вещества. В зависимости от цвета красителя сургуч может иметь различную окраску.

Природные и синтетические смолы. К *природным* смолам относятся:

- янтарь $C_{10}H_{16}O$ — при температуре 250...300 °С кипит и выделяет янтарное масло, твердое вещество (суциритовую кислоту) и водянистую жидкость;
- донма — продукт, выделяемый деревьями;
- копал, традиционно используемый как ладан; в ювелирном деле применяется как лак, растворяющийся в спирте;
- шеллак — выделяется из деревьев от воздействия насекомого — лакового червеца, паразитирующего на растениях семейства

мимозовых (акация, альбиция) на полуостровах Индостана и Индокитая. Цвет шеллака — от темно-желтого до черного, плотность — 1,52 г/см^3, температура плавления — 62...85 °С.

К *синтетическим* смолам относятся нитроцеллюлоза, метакриловые смолы, виниловые пластмассы, эпоксидные смолы, а также поливинилацетат, полученный полимеризацией винилацетата (патент РФ № 2067604 от 1994 г.), который подвергается термообработке при температуре 100...190 °С в течение 40...60 мин. При нагревании до 150 °С он размягчается; может быть многократно использован для временной клейки.

К фиксирующим материалам относятся также ***клеи***, основные свойства и классификация которых приведены в 8.4.

2.6. Флюсы для плавки и пайки. Обезжиривающие средства

Флюсы предназначены для удаления в шлаки при плавке и пайке металлов и сплавов оксидов металлов, образующихся на поверхности металлов от действия высокой температуры, а также для улучшения жидкотекучести припоя.

По характеру химического действия флюсы делятся на восстановительные и окислительные. Восстановительные флюсы способны выводить из сплавов нежелательные оксиды металлов (оксиды меди и пр.), а окислительные — вредные примеси металлов (свинца, цинка и пр.).

Восстановительные флюсы

К восстановительным флюсам относятся бура, кальцинированная сода, поташ и флюсующиеся смеси. Они должны соответствовать следующим требованиям:

- иметь невысокую температуру плавления (ниже, чем у припоя);
- иметь малую вязкость и малое поверхностное натяжение;
- не вступать в реакцию с припоем;
- удалять загрязнения с места пайки.

По химической активности с металлами восстановительные флюсы могут быть слабоактивными (для работы с легкоплавкими при-

поями) и сильноактивными (для работы с тугоплавкими припоями драгоценных металлов).

К ***слабоактивным*** флюсам относятся канифоль, древесные смолы, воск, стеарин, вазелин, животные жиры, минеральные масла, органические кислоты. Наибольшее распространение среди них нашла *канифоль* $C_{20}H_{30}O_2$, которая производится из смол хвойных деревьев. Она экологически безвредна, однако плохо растворяет оксиды. Канифоль имеет температуру плавления 100...200 °С. Прочие материалы обладают меньшей активностью и применяются редко.

Сильноактивные флюсы являются наиболее распространенными в промышленности и включают органические кислоты, хлориды и фториды металлов, буру, поташ.

Борная кислота H_3BO_3. При нагревании борная кислота переходит в ряд состояний до образования борного ангидрида:

1) при нагревании до 70 °С образуется метаборная кислота:

$$H_3BO_3 \rightarrow HBO_2 + H_2O;$$

2) при 500 °С метаборная кислота превращается в тетраборную кислоту:

$$HBO_2 \rightarrow H_2B_4O_7;$$

3) тетраборная кислота превращается в борный ангидрид (оксид бора):

$$H_2B_4O_7 \rightarrow 2B_2O_3 + H_2O.$$

Образовавшийся борный ангидрид, реагируя с оксидами металлов, выводит их в шлак:

$$CuO + B_2O_3 = Cu(BO_2)_2.$$

Бура (*тетраборат натрия*) $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$. Расплавленная бура образует на стенках тигля глазурь, при этом предохраняет металл от доступа кислорода и растворяет оксиды металлов. При нагреве до температуры 400 °С бура распадается на метаборат натрия и трехокись бора:

$$Na_2B_4O_7 \rightarrow 2NaBO_2 + B_2O_3.$$

При дальнейшем нагревании до температуры 700 °С трехокись бора начинает растворять оксиды металлов.

Буру используют при пайке золота, серебра, мельхиора.

Кальцинированная сода Na_2CO_3. При температуре 850 °С сода плавится и образует с оксидами металлов карбонаты, которые поднимаются над расплавом в виде шлаков:

$$Na_2CO_3 + CuO = CuCO_3 + Na_2O.$$

При этом под действием натрия пламя окрашивается в желтый цвет.

Поташ K_2CO_3. Карбонат калия сходен по своим свойствам с содой. Температура плавления поташа 897 °С.

В практике ювелирного дела могут быть использованы различные флюсующиеся смеси. Так, для сплавов золота, не содержащих никель, применяют смесь буры с борной кислотой в соотношении 1:1, 1:2, 2:1. Смесь растворяют в воде в соотношении 1:10, кипятят и охлаждают. В этом случае происходят преобразования буры с образованием борного ангидрида, который выводит оксид меди в шлак:

$$Na_2BO_2 \rightarrow B_2O_3 + CuO \rightarrow Cu(BO_2)_2.$$

Флюс готовят следующим образом: смесь засыпают в требуемом соотношении в металлическую емкость, перемешивают и нагревают до появления «шатра» (газового пузыря над раствором). После охлаждения образовавшиеся кристаллы растирают и разбавляют водой до кашеобразного состояния.

Другой разновидностью фюсующейся смеси является смесь борной кислоты и соды, которые, взаимодействуя между собой, образуют буру:

$$H_3BO_3 + Na_2CO_3 = Na_2B_4O_7 + H_2CO_3.$$

Флюсом может служить смесь поташа с бурой, в результате взаимодействия которых образуется метаборат натрия:

$$K_2CO_3 + Na_2B_4O_7 \rightarrow 2KBO_2 + 2NaBO_2 + CO_2.$$

Флюсующаяся смесь может быть образована также из соды, поташа и буры в соотношении 2 : 2 : 1 или поваренной соли, поташа и буры в соотношении 1 : 2 : 1.

Хлористый цинк $ZnCl_2$ образуется при растворении цинка в растворе соляной кислоты, который затем разбавляют водой в соотношении 1:1:

$$2HCl + Zn \rightarrow ZnCl_2 + H_2.$$

В процессе пайки при воздействии температуры происходят реакции, вытесняющие оксиды металлов:

$$ZnCl_2 + H_2O \rightarrow ZnO + 2HCl;$$

$$2HCl + CuO \rightarrow CuCl_2 + H_2O.$$

Образовавшаяся соль $CuCl_2$ расплавляется и выводится в шлак. Однако $ZnCl_2$ имеет ограниченное применение, так как остающиеся хлориды при действии влаги могут вновь образовывать соляную кислоту, которая в последующем может вызвать коррозию металла.

Хлористый аммоний (*нашатырь*) NH_4Cl действует аналогичным образом, образуя аммоний NH_3:

$$2NH_4Cl + CuO \rightarrow CuCl_2 + 2NH_3 + H_2O.$$

Хлористый аммоний применяют при чернении.

Окислительные флюсы

В качестве окислительных флюсов используются калийная и натриевая селитра. При плавке они окисляют нежелательные в сплаве металлы и превращают их в нитраты, которые выводятся в шлаки:

$$KNO_3 + Pb = KNO_2 + PbO.$$

В качестве окислительных флюсов может быть использована смесь калиевой и натриевой селитры в соотношении 1:1. При этом смешивание натриевой и калиевой селитры способствует снижению температуры их плавления до 216 °С.

Обезжиривающие средства

К обезжиривающим средствам относятся растворы щелочей, бензин и спирт. Бензин и спирт среди них являются огнеопасными материалами.

Бензин — это смесь углеводорода, результат перегонки нефти; плотность 0,75 г/см^3. В качестве бензина-растворителя для обезжиривания можно использовать бензин марки Нефрас С50/70, Нефрас С80/120.

Этиловый спирт C_2H_5OH — органическое соединение, бецветная жидкость с характерным запахом.

Обезжиривание можно проводить также с помощью нерастворимого в воде ***раствора перхлорэтилена*** C_2Cl_4. Перхлорэтилен относится к группе хлорных растворителей. Это бесцветная жидкость плотностью 1,62 г/см^3, которая имеет характерный запах. Однако при работе с этим веществом следует соблюдать меры предосторожности и правила техники безопасности, так как оно является химически вредным.

Часть II

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Ювелирные изделия выполняются ручным или машинным способом. Они классифицируются по различным признакам:

- виду применяемых материалов и их стоимости;
- функциональному назначению;
- способу изготовления;
- виду художественно-декоративной обработки.

В зависимости от ***вида применяемых материалов и их стоимости*** ювелирные изделия можно разделить на следующие группы:

1. Изделия, изготовленные из драгоценных металлов с использованием вставок или без них и различных видов художественной обработки. Они могут быть украшены драгоценными и недрагоценными камнями и другими материалами природного или искусственного происхождения. Такие ювелирные изделия имеют функциональное или декоративное назначение и применяются в качестве украшений, предметов быта, культа; это могут быть также памятные, юбилейные и другие знаки и медали (кроме наград).

2. Изделия ювелирной галантереи, изготовленные из недрагоценных материалов и сплавов, с покрытиями из драгоценных металлов, со вставками или без них. Они применяются в качестве украшений, предметов быта, культа или для декоративных целей.

3. Металлическая галантерея — изделия, изготовленные из недрагоценных материалов, со вставками или без них. Такие изделия применяются в качестве украшений, предметов быта, культа или для декоративных целей.

4. Камнерезные изделия — декоративные или художественные поделки из ювелирно-поделочных и поделочных камней с использованием металлов или без них.

По ***функциональному назначению*** ювелирные изделия подразделяются на следующие группы:

- личные украшения (украшения для головы, рук и ног, шейные украшения, украшения для одежды и т.п.);
- предметы туалета (пудреницы, зеркала, флаконы и пр.);

- предметы для сервировки стола (ложки, вилки, ножи и пр.);
- церковная утварь — предметы культового обряда (кресты, кадила, оклады, подсвечники и т.д.);
- часы и принадлежности к ним (браслеты, цепочки);
- письменные принадлежности (ручки, визитницы, настольные часы и пр.);
- принадлежности для курения (портсигары, пепельницы, мундштуки, трубки и пр.);
- оружия-украшения и коллекционные виды оружия с декоративным оформлением (сабли, пистолеты, ножи и пр.).

По ***способу изготовления*** ювелирные изделия можно разделить на монтировочные, филигранные, литые, станочные. Такое деление условное, ввиду того что в одном изделии могут сочетаться элементы, выполненные различными способами.

Монтировочные изделия изготавливают преимущественно вручную путем соединения отдельно выполненных частей. В них могут сочетаться детали и элементы, полученные другими технологическими способами: филигранные, чеканные, штампованные и пр.

Филигранные изделия изготавливаются преимущественно вручную из гладкой или крученой проволоки, с зернью или без нее. Техника филиграни позволяет получить ажурные конструкции изделий.

Литые изделия получают литьем расплавленного металла в предварительно изготовленные формы. Данная технология обладает рядом преимуществ по сравнению с другими. Она нашла широкое применение в ювелирном деле благодаря универсальности и возможности изготовления монолитных и ажурных конструкций.

Станочные изделия изготавливают на налаженном производительном технологическом оборудовании с высокой точностью. К таким изделиям относятся штампованные бижутерийные украшения, столовые приборы, изделия массового спроса (обручальные кольца, цепочки и пр.).

По ***виду художественно-декоративной обработки*** ювелирные изделия делятся на изделия с эмалью, гальваническими покрытиями, гравированными орнаментами и т.д.

3 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССАХ

Производственным процессом называется совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на предприятии для изготовления и ремонта продукции. Он включает в себя основные и вспомогательные процессы. *Основные процессы* связаны с воздействием на изделие для изменения его размеров, формы, свойств, внешнего вида. *Вспомогательные процессы* связаны с изготовлением изделия, но не сопровождаются воздействием на него (транспортирование, контроль и т.п.).

Производственные процессы в ювелирной отрасли имеют некоторые особенности из-за меньшей степени специализации и кооперирования с другими предприятиями, а также в связи с особенностью работы с драгоценными материалами, миниатюрностью изделий, большим ассортиментом выпускаемой продукции в течение года.

В структуру производственных процессов в ювелирной отрасли входят различные виды производств:

- заготовительное, обеспечивающее первичную обработку материалов методами литья, ковки, проката для получения исходной заготовки деталей;
- механообрабатывающее;
- сборочное;
- термическое;
- декоративно-отделочное.

В ювелирном производстве в настоящее время сосредоточено большое количество разнообразных современных наукоемких технологий. Несмотря на это, процесс изготовления ювелирных украшений состоит также из множества ручных операций, таких как закрепка драгоценных камней, гравировка, тауширование и пр.

Технологический процесс — это часть производственного процесса, включающая в себя действия, направленные на последовательное изменение размеров, формы, внешнего вида или внутренних свойств материала, на достижение требуемого качества поверхности и их контроль (рис. 3.1).

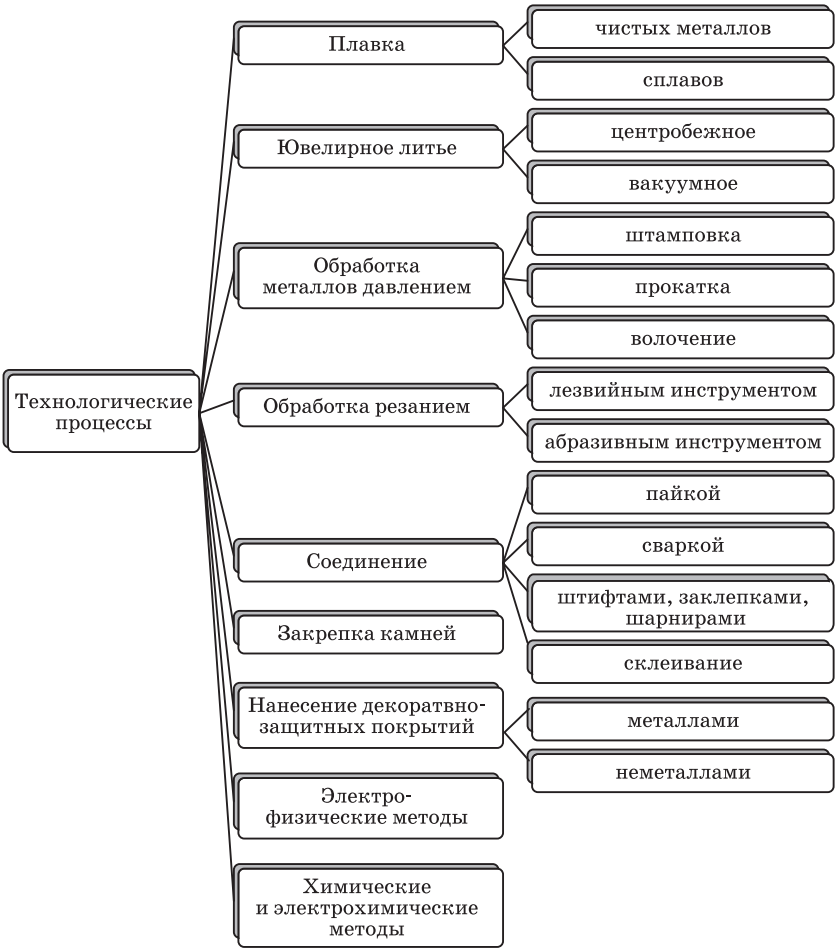


Рис. 3.1. Классификация технологических процессов в ювелирном производстве

Вид технологического процесса определяется количеством изделий (одно изделие, группа однотипных изделий или группа разнотипных изделий). По данному признаку технологический процесс может быть единичным, типовым и групповым.

Единичный технологический процесс предусматривает изготовление или ремонт изделия одного наименования, типоразмера и исполнения, независимо от типа производства. *Типовой* технологический

процесс используется для изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками. Типовая операция характеризуется единством содержания и последовательности технологических переходов. *Групповой* технологический процесс — это процесс изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.

Технологический маршрут — это последовательность прохождения заготовки детали или сборочной единицы по цехам и производственным участкам предприятия.

Технологический маршрут обработки состоит из отдельных технологических операций, операции — из переходов (основных и вспомогательных), установов, позиций и приемов.

Технологическая операция — это часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.

Технологическим переходом называется законченная часть операции, характеризуемая постоянством применяемого инструмента и обрабатываемых поверхностей без изменения или при автоматическом изменении режимов работы станка. Основной технологический переход сопровождается воздействием на заготовку для изменения ее формы, размеров или свойств. Вспомогательный переход не сопровождается изменением свойств, формы или размеров детали.

Установом является часть технологической операции, выполняемая при одном фиксированном закреплении заготовки в приспособлении или собираемой сборочной единицы.

Позицией называется положение заготовки или собираемой сборочной единицы по отношению к оборудованию, приспособлению или к самому рабочему.

Приемом называется законченная совокупность действий человека, применяемых при выполнении перехода (съем и установка детали в тиски и т.п.) или его части и объединенных одним целевым назначением.

Разработанный технологический процесс оценивается технологичностью детали, изделия. Под ***технологичностью изделия*** понимается возможность изготовления требуемого количества изделий в заданный срок с минимальными затратами в условиях конкретного производства.

Техпроцесс оформляется в виде ***комплекта технологической документации***, необходимой для изготовления и ремонта изделий. В него входят маршрутные и операционные карты и карты эскизов.

Форма описания технологического процесса может быть маршрутной, операционной и маршрутно-операционной. *Маршрутное* описание является сокращенным описанием последовательности выполнения технологических операций в маршрутной карте без указания технологических переходов и технологических режимов. Маршрутное описание применяется в единичном и мелкосерийном производстве. *Операционное* описание дает полное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов. Операционное описание составляется в серийном и массовом производстве. *Маршрутно-операционное* описание представляет сокращенное описание технологических операций в маршрутной карте с полным описанием отдельных операций в других технологических документах.

Операции и переходы в технологической документации обозначаются порядковыми номерами. Операции нумеруют через каждые пять единиц (005, 010, 015 и т.д.), а переходы — через единицу (1, 2, 3 и т.д.). Установы обозначают буквами (А, Б, В) или цифрами (1, 2, 3). При необходимости детализации описания переходов указывают приемы. Операции механической обработки, выполняемые на технологическом оборудовании, называют по виду оборудования («Сверлильная», «Фрезерная», «Шлифовальная», «Полировальная»), а переходы формулируются подробно с указанием действия, размера и формы изготавливаемого изделия (например, «Сверлить отверстие диаметром 1,0 мм, выдерживая размеры 1 и 2»). Слесарно-сборочные операции называют по виду работ: «Пайка», «Закрепка» и т.д. Другие виды технологических операций формулируются также по виду выполняемых работ: «Литейная», «Гравировальная», «Гальваническая» и т.д.

Для графической иллюстрации способа обработки и вида изделия после данной операции или перехода комплект технологической документации дополняется *операционными эскизами*. В них указываются и выделяются поверхности обработки, вид изделия после выполненного действия, схема базирования, размеры обработанных поверхностей, инструменты и движения, осуществляемые на технологическом оборудовании (главное движение, движения подачи).

Качество изготовления изделий определяется точностью. Под *точностью детали* понимается степень достижения соответствия

формы, размеров и взаимного расположения поверхностей заданным чертежами и техническими требованиями. Степень точности размеров оценивается *квалитетами точности*: от 00-го до 17-го. Для каждого квалитета точности устанавливаются *допуски на размеры*. Чем точнее должна быть деталь, тем меньше величина допуска. Разброс действительных размеров при изготовлении деталей может превышать допустимые значения.

С целью ограничения размеров вводят допуски на размер. *Допуском* является разность между предельно допустимыми значениями наибольшего и наименьшего размеров. С уменьшением допуска повышается точность размеров. В соответствии со стандартом СЭВ 145–75 установлены ряды допусков. Допуск на размер обозначается буквами IT и номером квалитета, например: IT12.

Качество поверхности детали оценивается количественными показателями шероховатости, волнистости и остаточных напряжений в поверхностных слоях. *Шероховатость* оценивается с помощью параметра Ra. Количественно она измеряется в микрометрах (мкм). На чертежах шероховатость имеет специальное обозначение.

Квалитет точности, допуск на размер и шероховатость зависят от способа изготовления и механической обработки заготовок (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Достижимая точность размеров и шероховатость поверхности при различных методах изготовления и обработки

Способ изготовления и обработки заготовки	Квалитет точности	Шероховатость Ra, мкм
Литье	8–17	0,63...50,0
Штамповка	4–5	3,2...12,5
Волочение	5–11	0,16...12,5
Точение	7–11	0,4...50,0
Фрезерование	6–13	0,63...25,0
Строгание	8–13	1,6...12,5
Сверление	9–13	1,6...25,0
Зенкерование	9–12	6,3...12,5
Развертывание	5–11	0,1...12,5
Шлифование	5–9	0,2...6,3

Окончание табл. 3.1

Способ изготовления и обработки заготовки	Квалитет точности	Шероховатость *Ra*, мкм
Эластичное шлифование	5–9	0,02...6,3
Доводка	3–5	0,04...1,6
Полирование	3–5	0,02...0,16
Электроэрозионная обработка	6–11	0,1...25,0
Ультразвуковая обработка	6–11	0,2...1,6
Электрохимическое полирование	6–9	0,02...0,4

Для достижения требуемой степени точности заготовки обработку делят на предварительную и окончательную. В зависимости от ответственности поверхностей операции механической обработки разделяют на три вида: черновые, получистовые и чистовые.

4 ПЛАВКА ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Плавка металлов в ювелирном производстве — необходимая часть производственного процесса. Правильное выполнение плавки чистых металлов и их сплавов является этапом достижения качественного изготовления ювелирных изделий. Плавка разных видов металлов различается технологией и видами применяемого оборудования.

Плавка драгоценных металлов имеет также свои особенности, которые необходимо учитывать при разработке технологических процессов.

Плавкой металла называется металлургическая переработка шихты в плавильных печах с получением жидкого металла по заданной технологии. Плавка металла предназначена для подготовки и получения исходных заготовок в виде слитков или отливок.

4.1. Виды плавки. Оборудование, инструменты и приспособления для плавки

В зависимости от количества расплавляемого металла плавку можно разделить на два ***вида***:

- в малых количествах (масса металла до 30 г);
- в больших количествах (масса металла до 150 г).

Плавкой металла *без передела* считается плавка из металлической шихты с заданным химическим составом.

По технологии различают следующие виды плавки: открытую, закрытую, с контролируемой атмосферой, вакуумную, электродуговую. *Открытая* плавка проводится в открытой плавильной емкости и, как правило, факелом пламени. *Закрытая* плавка осуществляется в замкнутой камере с целью уменьшения воздействия кислорода. Плавка *с контролируемой атмосферой* является закрытой плавкой металла, при которой регулируется газовый состав и давление. *Вакуумная* плавка является закрытой и осуществляется при пони-

женном давлении. *Электродуговая* плавка нашла применение при плавке стали.

Металл для плавки должен обладать определенными ***литейными свойствами***: жидкотекучестью, поверхностным натяжением, вязкостью, объемной усадкой, трещиностойкостью.

Жидкотекучесть — это способность расплава заполнять литейную форму. Для количественной оценки и сравнения жидкотекучести металлов используются специальные формы, имеющие спиралевидный канал. Длина заполнения этого канала жидким металлом свидетельствует о степени жидкотекучести и измеряется в миллиметрах. Жидкотекучесть зависит от температуры расплава и наличия в нем раскислителей (CuP, Zn, Cd, Ni).

Поверхностное натяжение — это свойство металлов в жидком состоянии заполнять форму и образовывать струю. Поверхностное натяжение σ рассчитывается по формуле

$$\sigma = \frac{\alpha\rho}{m_a},$$

где α — коэффициент поверхностного натяжения металла; ρ — плотность металла; m_a — атомная масса.

Поверхностное натяжение металлов зависит от температуры *t*, с повышением которой величина σ снижается (рис. 4.1).

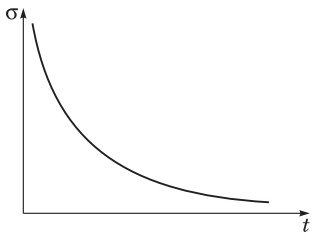


Рис. 4.1. Влияние температуры на поверхностное натяжение сплава Cu–Pb

Снижение поверхностного натяжения тройного сплава золота Au–Ag–Cu может достигаться добавлением в сплав фосфористой меди, цинка или кадмия.

Вязкость — это свойство оказывать сопротивление перемещению внутренних слоев. Количественно вязкость оценивается коэффициентом динамической η или кинематической ν вязкости. Между этими коэффициентами существует зависимость: $\nu = \eta/\rho$.

Вязкость зависит от температуры плавления и состава сплава. С повышением температуры вязкость металла уменьшается.

Объемная усадка характеризует уменьшение объема сплава при переходе из жидкого состояния в твердое. Объемная усадка рассчи-

тывается в процентах от начального объема. Ее величина различна для разных металлов. Для металлов тройного сплава золота она составляет: для золота — 5,3 %, серебра — 3,8 %, меди — 3,9 %. Объемная усадка для сплавов разных проб также различна. Так, у сплава золота 750-й пробы она составляет 4,2 %, 585-й пробы — 2,8... 3,76 %.

При охлаждении металла усадка приводит к образованию раковин внутри слитка.

Трещиностойкость — способность металлов к релаксации напряжений, возникающих в отливке при затвердевании и охлаждении в результате усадки, фазовых превращений и температурного перепада. Различают горячие и холодные трещины. Горячие трещины образуются при температуре, близкой к температуре солидуса. Холодные трещины образуются в области упругих деформаций в твердом состоянии металла.

Подготовленные составляющие материалы сплава называются ***шихтой***. В зависимости от состава шихта для плавки делится на чистую и загрязненную. К *чистой* шихте относятся чистые металлы, а также возвратные отходы без загрязнений: литники, высечки, обрезки, стружка. Чистая шихта переплавляется без предварительной обработки и очистки. К *загрязненной* шихте относятся отходы ювелирного производства и опилки. Загрязненную шихту используют для переплавки после удаления магнитопроводящих опилок магнитом, а также после сжигания примесей в муфельной печи.

Перед плавкой рассчитывают состав требуемой пробы, образующейся при плавке из шихты с определенным весовым количеством составляющих ее металлов. Массу составляющей шихты золота в сплаве X, г, можно определить по следующей формуле:

$$\frac{X}{\text{М}_{\text{сп}}} = \frac{\text{Пр}}{1000},$$

где $\text{М}_{\text{сп}}$ — масса сплава, г; Пр — проба сплава.

Содержание элементов в шихте $\text{Э}_{\text{ш}}$, г, определяется по формуле

$$\text{Э}_{\text{ш}} = \frac{\text{М}_{\text{сп}}\text{С}_{\text{э}}}{100 - \text{у}_{\text{э}}} \cdot 100,$$

где $\text{С}_{\text{э}}$ — масса элемента в готовом сплаве, г; $\text{у}_{\text{э}}$ — угар, образующийся в процессе плавки, % (для золота — 0,1...0,2, серебра — 0,2...0,5, меди — 0,5...1,5, никеля — 0,3...0,8, цинка — 2...10).

Содержание составляющих шихты X, г, рассчитывается по формуле

$$X = \frac{\mathrm{M_{сп}C_э}}{100 - \mathrm{y_э}} \cdot 100 - \mathrm{M}_1 b_1 - \mathrm{M}_2 b_2 - \ldots - \mathrm{M}_n b_n ,$$

где M_1, ..., M_n — принятое или рассчитанное количество составляющей шихты, г; b_1, ..., b_n — содержание элемента составляющей шихты, %.

Плавка ускоряется, если исходный металл имеет форму гранул. В связи с этим слитки перед плавкой подвергают гранулированию в специальных устройствах — ***грануляторах*** (рис. 4.2). Гранулирование металла осуществляется путем его расплавления в среде защитных инертных газов. Капли расплавленного металла, попадая в холодную воду, застывают и принимают вид гранул.

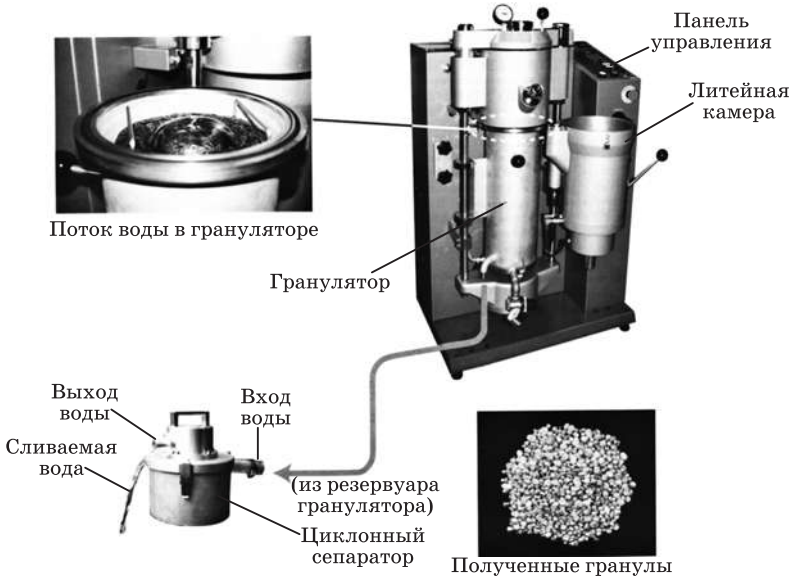


Рис. 4.2. Общий вид устройства для гранулирования

В зависимости от типа применяемого оборудования различают плавку:

- в электрических муфельных печах;
- индукционных высокочастотных печах;

- электрических контактных тигельных печах;
- пламенных печах при горении газа или бензина.

Электрическая муфельная печь является печью сопротивления шахтного типа (рис. 4.3, *а*, *б*). Она содержит съемный графитовый тигель (рис. 4.3, *в*), который устанавливается в шахтный муфель и разогревается до требуемой температуры. Такая печь применяется для плавки сплавов золота и серебра.

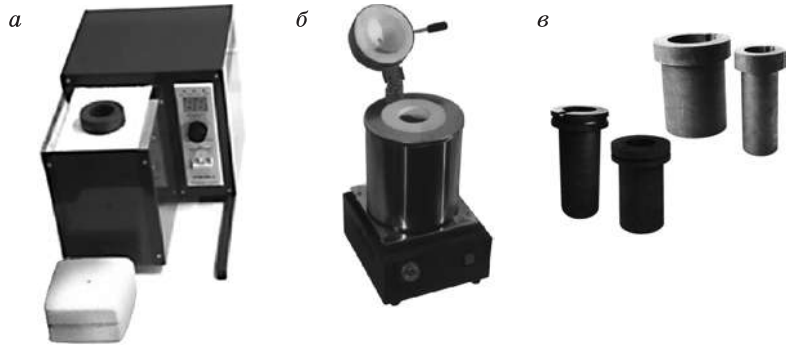


Рис. 4.3. Электрические муфельные плавильные печи (*а*, *б*) и съемные графитовые тигли (*в*)

Индукционная высокочастотная печь является электрической высокочастотной плавильной печью, в которой индуктором создается переменное электромагнитное поле. Металл, помещенный в переменное электромагнитное поле, нагревается от действия вихревых токов (рис. 4.4). Размещенный в тигле металл доводится до расплавления.

Достоинством такой плавки является высокая скорость нагрева металла, меньшие удельные энергозатраты на плавку, возможность получения металла без загрязнений и проведения плавки в среде инертных газов или в вакууме.

Индукционные печи применяют в основном для плавки цветных и драгоценных металлов в графитовом тигле. Существуют различные модели индукционных печей, отличающихся техническими показателями (рис. 4.5). Номинальная частота тока контурной цепи составляет 66 кГц. Время разогрева тигля до 1300 °С составляет 15 мин, а рабочая температура в тигле может изменяться в пределах 500...1500 °С.

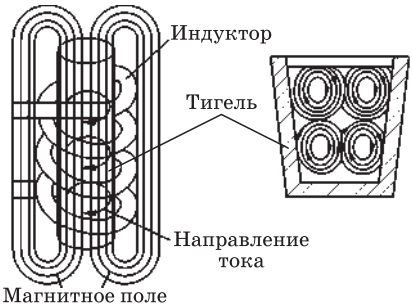


Рис. 4.4. Схема действия индукционной высокочастотной печи

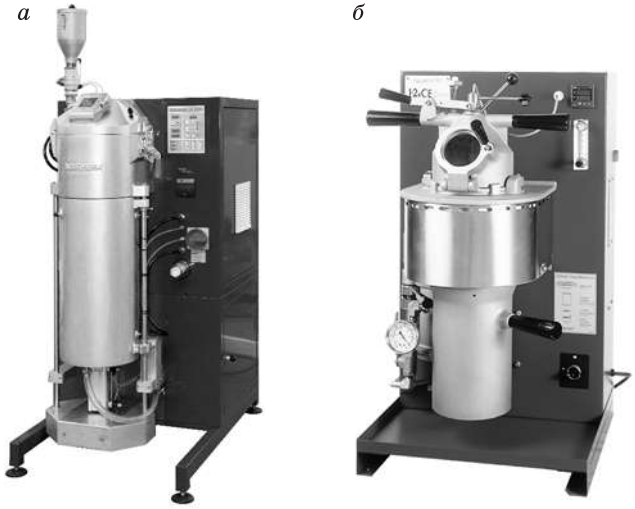


Рис. 4.5. Литейные вакуумные индукционные установки:
а — модель Indutherm VC-1000D; *б* — модель J2R NEUTEC

Печь для непрерывного литья является разновидностью электрической индукционной печи и предназначается для плавки гранулированного металла массой до 1...2 кг. Печь состоит из плавильной камеры с отверстием на дне (рис. 4.6). Выходное отверстие снабжается съемной фильерой с определенной формой сечения. Профиль фильеры позволяет получать различные по форме и размерам заготовки. На выходе из отверстия металл подвергается охлаждению в «водяной рубашке». Закристаллизовавшийся металл вытягивается

вниз с помощью направляющего захвата (ножа) и роликов протяжного механизма. Плавильная камера заполняется защитным инертным газом, а температура плавления контролируется и регулируется с высокой точностью на заданном уровне. Печь питается от генератора, преобразующего ток промышленной частоты в высокочастотные сигналы с частотой менее 10 кГц.

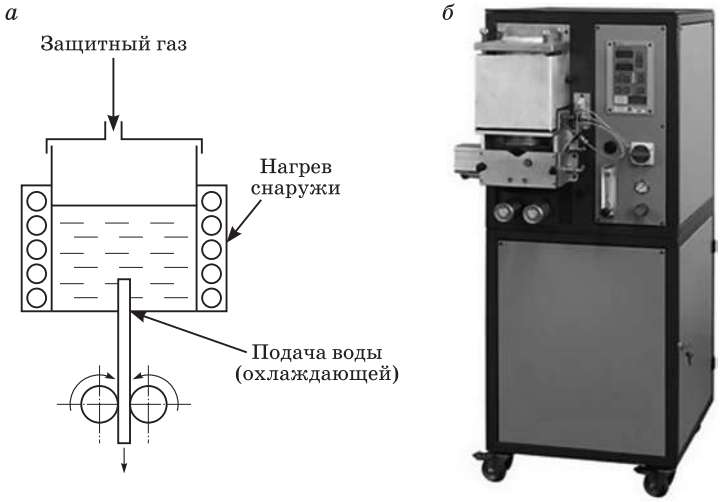


Рис. 4.6. Печь для непрерывного литья:
а — схема действия; *б* — общий вид

Данный способ плавки отличается высокой производительностью и позволяет изготовить заготовки с высокой точностью и качеством поверхности. В зависимости от конструкции сменной фильеры плавильная печь позволяет получать одновременно один или несколько прутков с различной формой поперечного сечения: круглой, прямоугольной или трубчатой. При необходимости можно получать также заготовки-проволоки с различным профилем сечения. Достоинствами плавки в печи для непрерывного литья являются также высокая скорость плавления металла и стабильность состава сплава.

Электрическая контактная тигельная печь имеет токопроводящий графитовый тигель, размещенный между электрическими контактами и выполняющий функцию электрического сопротивления

(рис. 4.7). Промышленный ток, преобразованный в трансформаторе, подается на токопроводящий тигель. Разогретый до высоких температур тигель расплавляет помещенный в нем металл.

Газопламенная печь конструктивно проста. Она состоит из замкнутой камеры, в которую помещают тигель для плавки. Газовое пламя подают в камеру и направляют через форсунку или горелку на тигель (рис. 4.8). Горючим газом служит пропан или этилен. Для плавки тугоплавких металлов используется смесь пропана, этилена, ацетилена и воздуха.

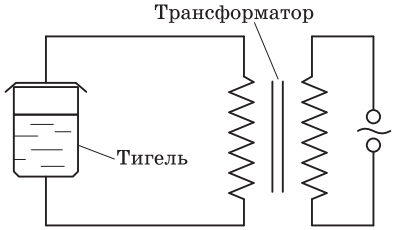


Рис. 4.7. Схема тигельной электроконтактной печи

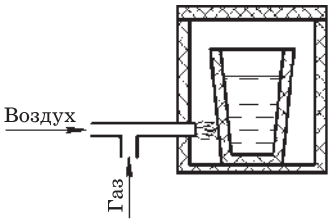


Рис. 4.8. Принцип действия газопламенной печи

Недостатком пламенной печи является неравномерный нагрев тигля. Кроме того, такой способ плавки не исключает возможности попадания газов в расплав и образования газовых пор в охлажденном металле.

Плавка ***бензиновой горелкой*** применяется для получения расплава в небольших количествах (массой до 30 г). Плавка осуществляется пламенем газовой горелки.

Для плавки металлов необходимы различные инструменты и приспособления. К основным инструментам и приспособлениям относятся плавильные чаши, тигли, изложницы.

Плавильные чаши из огнеупорных материалов используются для плавки металлов в небольших количествах открытым пламенем горелки. Они могут иметь различные форму и размеры (рис. 4.9, *а*).

Тигли применяют для плавки в печах (см. рис. 4.3, *в*). Их изготавливают из глины и графита.

Глиняные тигли изготавливают из жирных глин, не содержащих железа и извести. Чтобы избежать растрескивания и усадки тиглей при плавке, в состав глины добавляют кварцевый песок и шамот-

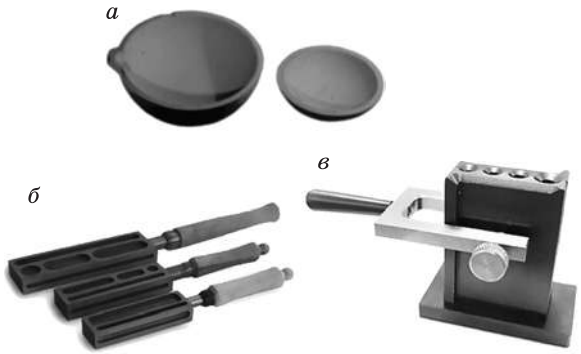


Рис. 4.9. Инструменты для плавки и заливки металла:
а — плавильные чаши; *б* — горизонтальные изложницы;
в — вертикальная изложница

ную муку. Глиняные тигли выпускаются различных типоразмеров. Они могут быть снабжены крышками.

Графитовые тигли дороже глиняных, но они имеют больший срок эксплуатации. Графитовые тигли традиционно производятся в форме цилиндрических или конических стаканчиков вместимостью от 50 до 400 г (и более). Для их изготовления используют графиты, полученные из продуктов каменноугольной или нефтяной промышленности путем нагревания антрацита без доступа воздуха. К ним относятся графиты марок МПГ 6, МПГ 7, а также Гт 1...Гт 6. Графитовые тигли отличаются высокой огнеупорностью и электропроводностью, однако имеют повышенную склонность к окислению.

Перед началом работы новые тигли необходимо подготовить, для чего их прокаливают для повышения стойкости к окислению. Внутреннюю сторону тигля покрывают «глазурью» из борной кислоты (в тигле расплавляют борную кислоту, а затем наклоняют его в разные стороны, в результате чего внутренняя сторона равномерно покрывается расплавом).

Для плавки каждого вида пробы применяют отдельный тигель.

Слитки металлов получают кристаллизацией расплава в специальных металлических инструментах — ***изложницах*** (рис. 4.9, *б*, *в*). Изложницы представляют собой емкости специальной формы, изготовленные из металлов (чугуна, стали или меди). Они могут иметь одну или несколько ячеек, быть цельными или сборными, односто-

ронними или двусторонними, с вертикальным или горизонтальным расположением ячеек. Изложницы предназначены для получения слитков в виде пластин, прутков квадратного или круглого сечения и т.д. Вертикальные изложницы состоят из двух стыкуемых частей, переставляя которые можно получить различные формы ячеек. Внутренние поверхности изложницы должны иметь литейный уклон 3...10° для свободного извлечения слитков.

Новые изложницы необходимо предварительно прокалить до температуры 500...850 °С, затем смазать растительным или минеральным маслом, пчелиным воском или натуральной олифой.

Для плавки металлов применяют также ***вспомогательные инструменты***:

- ступку с пестиком для измельчения буры;
- совочки для загрузки металла в тигель;
- подставки для горячих тиглей из глины, кирпича, чугуна, асбестового листа;
- стержни из графита, кварца или глины для размешивания металлов;
- щипцы для переноса тиглей (губки щипцов должны соответствовать форме тиглей для плотного и надежного зажима тиглей) и пр.

4.2. Технология плавки драгоценных металлов и сплавов

Процесс плавки состоит из ряда последовательных операций: нагрев металла или шихты до получения жидкого расплава, перемешивание и раскисление расплава, удаление шлаков и разливка расплава в изложницы или формы.

По назначению различают следующие виды ювелирной плавки:

- плавка чистых металлов;
- сплавление чистых металлов для получения сплавов;
- переплав сплавов;
- плавка отходов;
- плавка платины и ее сплавов.

При ***плавке чистых металлов*** необходимо обеспечить равномерное расплавление всей массы металла в тигле. Это условие выполня-

ется при предварительном измельчении больших фракций металла на гранулы в специальном устройстве — грануляторе. При этом допускается одновременная загрузка гранул и чистых отходов металлов. Перед плавкой стенки тигля должны быть обработаны бурой для удаления загрязнений.

Плавка чистого золота проводится при температуре 1200...1280 °С, серебра — 1100...1150 °С, платины — 1900...2000 °С.

Плавка сопровождается периодическим перемешиванием расплава кварцевой или графитовой мешалкой.

При ***плавке двойных и тройных сплавов*** следует соблюдать строго определенную последовательность загрузки шихты.

При плавке *двойных сплавов золота* Au–Ag загрузку шихты осуществляют в следующем порядке: сначала — серебро, а затем — золото. Все компоненты сплава плавятся одновременно. Температура плавки сплавов серебра зависит от содержания в них серебра. Для сплава с содержанием серебра до 30 % температура плавления составляет 1200...1250 °С, до 40 % — 1190...1250 °С, до 80 % — 1160...1240 °С.

При плавке *тройных сплавов золота* сначала сплавляют двойные драгоценные сплавы, а затем вводят в расплав медь, которая имеет более высокую температуру плавления, чем остальные компоненты. Температура плавления тройных сплавов определяется количеством меди в них и составляет при содержании меди до 2,0 % 1180...1240 °С, до 8,4 % — 1170...1230 °С, до 42,7 % — 1150...1230 °С.

Плавку сплава, состоящего из неиспользованной ранее лигатуры, выполняют в следующем порядке:

1) предварительно разогревают тигель до 1000 °С;

2) плавят золото;

3) добавляют 3...5 % буры;

4) загружают серебро и медь и повышают температуру до требуемого значения;

5) добавляют раскислители (цинк в количестве 0,06 % от массы шихты);

6) выдерживают расплав при заданной температуре в печи в течение 3...5 мин, перемешивают его и удаляют шлаки.

В практике плавки драгоценных металлов встречаются случаи, когда в сплав входит оборотный металл, который был уже ранее использован. В этом случае плавку двух драгоценных металлов (Au и Ag) проводят в следующей последовательности: плавка золота,

плавка вторичных сплавов, плавка лигатуры. Следует иметь в виду, что при плавке золота высокой пробы (750-й) применение оборотного металла не допускается. Помимо этого, не рекомендуется использовать графитовый тигель и раскислители.

Температура плавки *сплавов серебра*, как и при плавке сплавов золота, зависит от содержания в них меди. Для сплава 925-й пробы она составляет 1090...1140 °С, для сплава 875-й пробы — 1090...1140 °С, для сплава 800-й пробы — 1080...1130 °С. Плавку сплавов серебра выполняют в следующем порядке:

1) тигель прогревают до температуры 950 °С;

2) в тигель последовательно загружают серебро, медь и нагревают до установленной температуры;

3) добавляют 0,4 % фосфористой меди и через 2–3 мин удаляют шлак;

4) расплав перемешивают.

Припои драгоценных металлов содержат в своем составе цинк или кадмий. Порядок их плавки соблюдается такой же, как и при плавке тройного сплава золота. Легирующие добавки, снижающие температуру плавления припоев (кадмий Cd, цинк Zn), вводят в расплав, предварительно разогрев до температуры 150 °С. Температура плавления припоев находится ниже уровня температуры плавления сплавов драгоценных металлов — ниже 1000 °С.

Переплав сплавов производят в основном в ювелирных мастерских. В зависимости от химического состава плавка переплавляемых сплавов может быть восстановительной и окислительной.

Цель *восстановительной плавки* — удаление оксидов металлов и снижение содержания кислорода и прочих газов в сплаве. Восстановительная плавка выполняется тремя методами:

1) расплавлением загрязненного металла под слоем смешанных флюсов. В качестве флюсов может использоваться бура, борная кислота, борный ангидрид, хлористый кальций, хлористый барий, фтористый барий или фтористый натрий. Бура вводится в тигель с шихтой в массовом соотношении 1:100;

2) с присадкой кадмия до 0,5 % от общей массы шихты. Цель — вывод оксидов из расплава. Расплав выдерживают при температуре плавления до полного вывода паров CdO;

3) с добавлением сильнодействующего восстановителя — фосфористой меди (1 %). Она вводится малыми дозами так, чтобы

достигнуть полного удаления фосфора из расплава, поскольку его остатки могут вызвать охрупчивание сплава.

Реакция восстановления протекает поэтапно:

$$5Cu_2O + 2P = P_2O_5 + 10Cu;$$

$$Cu_2O + P_2O_5 = 2CuPO_3;$$

$$10CuPO_3 + 2P = 6P_2O_5 + 10Cu.$$

Окислительная плавка применяется для удаления из расплава вредных примесей металлов, таких как свинец, олово, цинк, алюминий. Сущность такой плавки сводится к окислению этих примесей и выведению оксидов в шлак. Чтобы осуществить полный вывод вредных примесей из сплава, плавку проводят дважды. При этом следует помнить о том, что плавку нельзя проводить с применением древесного угля, так как это может привести к взрыву состава шихты. Окончательно охлажденные слитки подвергают кипячению в азотной кислоте, затем тщательно промывают и сушат. Для плавки применяют флюсы хлористых соединений в переплавленном, измельченном или прокаленном виде. В качестве раскислителя используют цинк в количестве до 1 % от массы шихты или фосфористая медь в количестве не более 0,05 % от массы шихты.

***Плавка отходов* (*опилок*)** проводится при условии, что отходы соответствуют указанной пробе сплава. Очищенные от примесей опилки смешивают со смесью флюсов и расплавляют, после чего охлаждают на стальной плите. При наличии примесей в сплаве проводится окислительная, а затем восстановительная плавка.

Для сплавов, не содержащих платину и никель, в качестве флюсов используют древесный уголь или поташ.

Плавка платины и ее сплавов имеет отличительную особенность, связанную с высокой температурой плавления металла. Кроме того, плавка платины требует использования специальных формовочных смесей и литейных машин быстрого действия.

Плавка белого золота должна проводиться в дуговых электропечах или индукционных печах высокой частоты. Ее выполняют в следующем порядке:

1) золото сплавляют с палладием;

2) в расплав добавляют серебро и сплавляют;

3) расплав охлаждают до отвердевания;

4) под горячий королек укладывают кусочки цинка и нагревают;

5) сплав расплавляют и заливают в форму.

Литье изделий из платиновых сплавов проводят в центробежно-вакуумных машинах.

При плавке сплавов платины следует помнить, что нельзя применять графитовые тигли и тигли, содержащие оксид алюминия.

5 ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Ювелирное литье представляет собой производительное и малоотходное производство изделий из драгоценных металлов. Эти обстоятельства привели к совершенствованию технологии ювелирного литья и внедрению новых видов высокопроизводительного оборудования и материалов для изготовления ювелирных изделий сложной формы с высокой точностью размеров. Технология литья позволила получить изделия толщиной 0,2...0,3 мм и воспроизвести и заменить трудоемкую технику филиграни и другие методы изготовления украшений. Вопросам художественного литья большое внимание уделяли ряд авторов, в том числе Л.А. Гутов, И.Х. Халилов и др.

5.1. Классификация способов литья

Литье известно с древнейших времен. К фасонному литью прибегали еще в 4–3-м тысячелетии до н.э. для изготовления украшений из самородного золота. Литье бронзовых статуй «по потерянному воску» было известно мастерам Греции в V–IV вв. до н.э. Развитие литье получило в Европе в конце XIX — начале XX в. благодаря новым технологиям и бурному промышленному росту. В настоящее время для получения художественных отливок используют различные способы и материалы.

Художественное литье классифицируется по следующим признакам:

- по массе отливок;
- способу изготовления отливок;
- видам металлов и сплавов;
- назначению отливок.

В зависимости от ***массы*** все отливки делятся на следующие группы:

- миниатюрные (менее 50 г),
- очень мелкие (менее 500 г),
- мелкие (менее 2,5 кг),
- малые (более 2,5 кг),

- средние (более 25 кг),
- тяжелые (более 250 кг).

Ювелирное литье относится в основном к литью миниатюрных изделий массой до 50 г.

По ***способу изготовления отливок*** различают следующие виды художественного литья:

- по выплавляемым моделям;
- по газифицируемым моделям из пенополистирола;
- в керамические формы по постоянным моделям;
- в металлические формы (кокили);
- вакуумным всасыванием;
- под давлением;
- в гипсовые формы;
- гравитационное литье в песчано-глинистые формы;
- центробежное;
- непрерывное.

Ювелирное литье относится к художественному литью. Однако оно имеет свою специфику благодаря использованию преимущественно драгоценных металлов и миниатюрности изделий.

Наибольшее применение в ювелирном производстве получило *литье по выплавляемым моделям*. Оно осуществляется заливкой целиковой литейной формы, изготовленной по выплавляемой модели.

Применяют два вида литья по выплавляемым моделям: центробежное и вакуумное. Центробежное литье проводится при заливке металла в центробежную изложницу или в форму. Вакуумное литье осуществляется на заливочной установке вакуумным всасыванием жидкого металла в форму. Разновидностью данного метода является комбинированное (вакуумно-компрессионное) литье, при котором вакуумное всасывание жидкого металла в полости формы сопровождается созданием избыточного давления инертными газами над опокой.

Используют два метода литья по выплавляемым моделям: метод послойного образования оболочковой формы на этилсиликатном связующем и метод монолитной формы на гипсовой связке. В ювелирном производстве нашел применение второй метод, технически осуществляемый в центробежных и вакуумных машинах. Его достоинством является возможность получения сложных фасонных отливок с высокой точностью и качеством исполнения.

Технологический процесс литья ювелирных изделий по выплавляемым моделям включает следующие операции:

1) изготовление металлической мастер-модели, т.е. объемной модели изделия;

2) изготовление резиновой пресс-формы по модели изделия;

3) изготовление восковых моделей в пресс-форме;

4) сборка воскового модельного блока (восковой «елочки»);

5) изготовление одноразовой литейной формы;

6) плавка металла и его заливка в литейную форму;

7) очистка и отделение отливок от блока.

В последние годы получил распространение новый вид литья — *непрерывный*, который заключается в вытяжке полосы кристаллизующегося металла из плавильной камеры-кристаллизатора. Однако, несмотря на высокую производительность, процесс ограничен в возможности получения фасонных отливок и по существу позволяет изготавливать исходные заготовки в виде полос.

В зависимости от ***вида металлов и сплавов*** можно выделить литье из черных металлов, алюминиевых сплавов, цинковых сплавов, легкоплавких сплавов и драгоценных металлов и сплавов.

По ***назначению отливок*** способы литья делятся на литье монументальных изделий (статуи), кабинетной скульптуры (фигурки, бюсты), архитектурных отливок (ограды, фонари и пр.), часов, медалей и значков, ювелирных изделий и т.д.

5.2. Создание мастер-модели. Технология изготовления резиновых пресс-форм

Технология и сущность процесса создания ***мастер-модели*** заключается в получении эталона изделия, отличающегося от готового изделия несколько большими размерами, которые учитывают усадки резины, воска и металла, а также необходимые для механической обработки припуски. Мастер-модель изготавливается из легкоплавких металлов с температурой плавления не менее 300 °С, а также из конструкционных и драгоценных металлов: латуни, меди, серебра, золота. Модель может быть изготовлена вручную способом гравирования либо с помощью прогрессивных технологий с использованием методов проектирования модели на ЭВМ и ее механиче-

ской обработкой на станках с числовым программным управлением. В завершение мастер-модель подвергается отделочной обработке.

Один из новых способов создания мастер-модели при изготовлении значков, эмблем, товарных знаков и прочих подобных рельефных изделий основан на *использовании фотополимера* (патент РФ № 2215828 от 2001 г.). Процесс включает в себя изготовление черно-белого рисунка рельефа изделия, его компьютерную обработку для графического отображения линий рельефа, изготовление фотошаблона и фотополимерной модели. Затем изготавливают формопластовую форму с помощью жестяного кожуха путем разогревания в муфельной печи формопласта марки А до температуры плавления 160 °С. Фотополимерную модель отделяют, наносят на нее электропроводный слой (бронзовый, медный или серебряный порошок или графит) и методом гальванопластики получают рельефное изделие.

Резиновую пресс-форму изготавливают из большого числа вулканизационных резин или силиконовых каучуков. В практике ювелирного дела нашли применение лишь некоторые из этих материалов в силу поышенных требований к качеству отливок. Выбор материалов для изготовления пресс-форм зависит от ряда факторов. Среди них:

- вид изделия и его размеры, степень сложности поверхности, наличие филигранных элементов, раковин, пустот и т.д.;
- физико-механические свойства материала мастер-модели (механическая прочность, химическая инертность, чистота поверхности, устойчивость к температурам и давлению формования, необходимость сохранения прототипа после формования);
- геометрическая форма изделия (плоская или объемная);
- удобство и легкость разрезки;
- планируемый тираж продукции с одной резиновой формы.

Применяют два вида резиновых пресс-форм: разрезные и разъемные.

На практике большее распространение нашли *разрезные пресс-формы*, которые разрезают перед извлечением из них мастер-модели. Разрезку резиновых форм осуществляют скальпелем или лезвием с помощью специальных приспособлений, которые позволяют надежно закрепить и разжать резиновую форму вдоль линии разъема (рис. 5.1). Для этого заранее продумывают, как будет проходить

линия разъема резиновой формы, чтобы обеспечить простое извлечение из нее мастер-модели, а затем и восковых моделей. Волнообразный срез позволяет соединиться половинкам пресс-формы, благодаря чему образовавшийся шов становится незаметным (рис. 5.2).

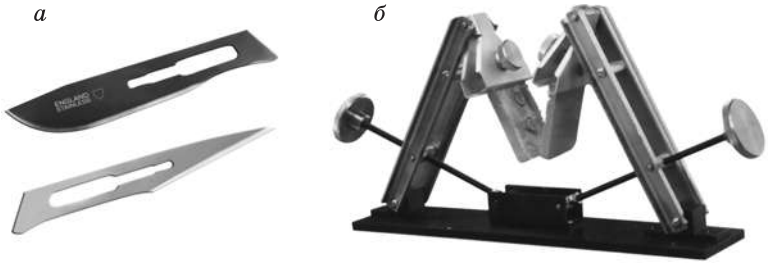


Рис. 5.1. Скальпель (*а*) и приспособление для разжатия резиновой пресс-формы (*б*)

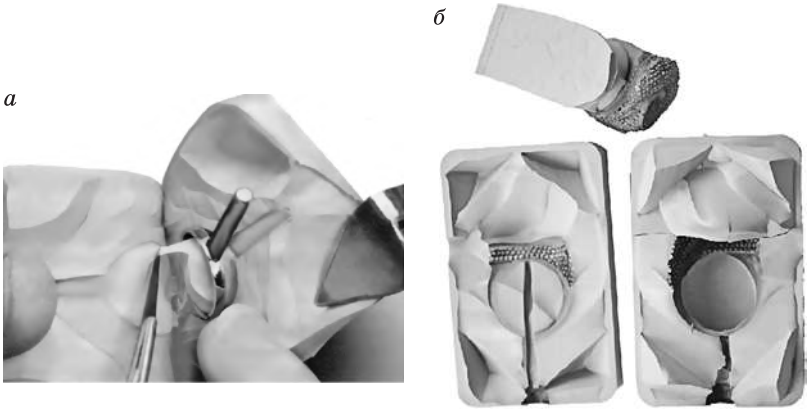


Рис. 5.2. Приемы разрезания (*а*) и общий вид резиновых разрезных пресс-форм и восковых моделей, полученных в них (*б*)

Резиновые пресс-формы получают в металлических опоках, имеющих, как правило, по внешнему периметру форму прямоугольной рамки (рис. 5.3, *а*).

Разрезные пресс-формы изготавливают в следующем порядке:

1) нарезать заготовки из сырой резины по внутреннему размеру металлической обоймы;

2) очистить пластины резины растворителем;

3) собрать пластины в пакет высотой металлической рамки;

4) заполнить металлическую рамку (опоку) пластинами сырой резины до половины ее высоты;

5) уложить припудренную тальком мастер-модель с литником в рамку и вдвить ее в сырую резину;

6) заполнить рамку пластинами сырой резины;

7) обжать рамку пластинками с двух сторон и установить под пресс-вулканизатор, прогретый до температуры вулканизации;

8) вулканизировать резину при заданной температуре (150...154 °С) в течение 20...40 мин;

9) извлечь резиновую форму из рамки;

10) разрезать пресс-форму и извлечь мастер-модель.

Разъемные пресс-формы (рис. 5.3, *б*) получают также в рамках-опоках, которые состоят из двух половин (рис. 5.3, *а*). Для совмещения половинок пресс-форм по углам резиновой формы укладывают и вдавливают металлические конусы или шарики (рис. 5.3, *в*).

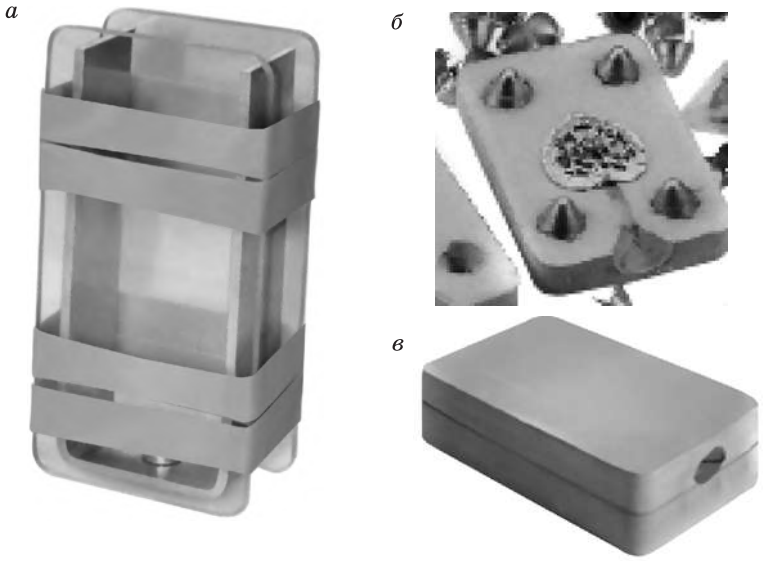


Рис. 5.3. Рамка (*а*), разъемная полуформа с конусами (*б*) и общий вид разъемной пресс-формы (*в*)

Разъемные пресс-формы изготавливают в следующем порядке:

1) заполнить нижнюю опоку пластилином и вдавить в него эталон-модель наполовину ее высоты;

2) установить вторую опоку на первую и залить ее гипсовым раствором;

3) удалить пластилин из первой опоки и заполнить ее сырой резиной;

4) провести вулканизацию резины;

5) удалить гипс из второй половины опоки;

6) удалить эталон-модель и нижнюю пресс-форму;

7) обсыпать поверхность формы тальком и повторно уложить эталон в форму;

8) заполнить вторую опоку сырой резиной и вулканизировать ее;

9) извлечь эталон-модель из формы и (при необходимости) прорезать скальпелем литниковый канал.

Для осуществления ***температурной вулканизации резины*** применяют специальные пресс-вулканизаторы (рис. 5.4, *а*). Вулканизатор состоит из пресса, двух нагревательных плит (верхней подвижной *1* и нижней неподвижной *2*), двух направляющих колонок *3*, винтового механизма *4* для подъема-опускания верхней плиты. Подвижная плита перемещается по колонкам под действием винтового механизма и обеспечивает сжатие резины *5* в опоке. Термоэлемент,

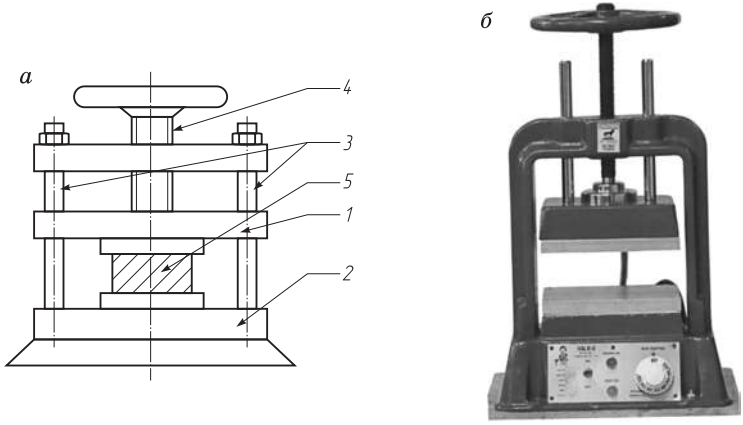


Рис. 5.4. Схема ручного вулканизатора (*а*) и общий вид пневматического вулканизационного пресса (*б*)

расположенный в нижней плите, разогревает резину до нужной температуры, обеспечивая условия для вулканизации.

Механизированные вулканизаторы оснащают пневматической системой перемещения верхней плиты. Примером такой конструкции является пресс-вулканизатор модели Unipress-200 Air-standart с системой управления. Он имеет прямоугольные нагревательные плиты размером 200×175 мм и устройство для подъема и опускания нижней плиты с помощью сжатого воздуха (рис. 5.4, *б*). Электронный таймер с цифровой индикацией и устройство для автоматического управления позволяют достигнуть требуемого давления и температуры вулканизации (в пределах до 180 °С).

Изготовление пресс-форм из ***двухкомпонентной сырой резины*** является менее трудоемким и более производительным способом, чем изготовление из вулканизированной резины, так как отпадает необходимость в проведении вулканизации. Пресс-формы из двухкомпонентной резины изготавливают в следующем порядке:

1) смешать компоненты А и В в равных частях до получения однородной по консистенции массы;

2) уложить мастер-модель в рамку и заполнить ее резиновой массой;

3) прессовать резину в рамке между двумя пластинами;

4) извлечь застывшую пресс-форму из рамки;

5) разрезать пресс-форму и извлечь мастер-модель.

5.3. Технология изготовления восковых моделей

Воск служит материалом для получения литейных форм, необходимых для художественного литья. Благодаря высокой пластичности он хорошо обрабатывается инструментами, не изнашивая их режущих кромок. Воск хорошо поддается тепловой обработке и быстро застывает при низких температурах. Эти свойства воска позволяют получать восковые модели для литья различными способами: вручную (единичные экземпляры), с помощью инжектора (многократное получение одинаковых копий), а также программируемых устройств.

Ручное изготовление восковых моделей осуществляется с помощью *электрических нагревательных аппаратов для моделирования* (рис. 5.5) или *микропаяльников* (рис. 5.6). При их использовании можно создавать различные модели ювелирных изделий, устанавливать камни в восковые модели, осуществлять сборку восковых блоков.

В рукоятке аппарата для моделирования устанавливается галогеновая лампа, которая позволяет подсветить изделие и нагреть воск потоком воздуха. Аппарат снабжен различными видами рабочих наконечников.

Микропаяльники для работы по воску имеют такой же принцип действия, как и электрические паяльники. Прибор снабжается разнообразными сменными рабочими наконечниками, существенно расширяющими возможность работы с восковой моделью.

Для растопки воска используют бачок. Главное требование, предъявляемое к растопочным бачкам, — поддержание установленной температуры, так как при плавлении недопустимы перегрев и кипение воска.

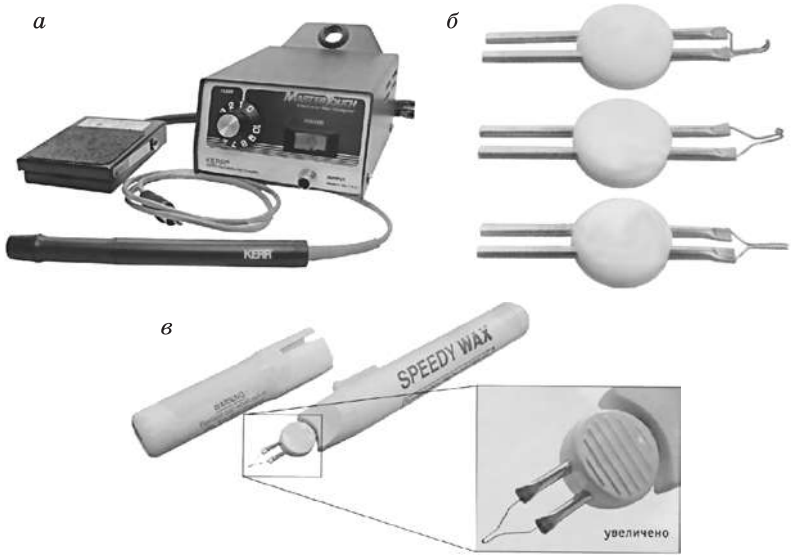


Рис. 5.5. Оборудование для моделирования по воску:
а — аппарат WC-4 Foredom со сменными наконечниками; *б* — набор наконечников для ручной работы; *в* — устройство для микропайки воска

а



б



Рис. 5.6. Микропаяльник (*а*) и образцы восковых моделей (*б*)

Для получения заготовок в виде проволоки различного сечения из воска специальной рецептуры применяют *восковой пистолет*. С его помощью воск выдавливается через сменную рабочую насадку.

Для придания восковым моделям необходимой формы их подвергают механической обработке путем срезания, опиливания и шлифования поверхностнослых слоев. Для этих целей применяют *бормашинки*. Однако боры, используемые для работы по воску, конструктивно отличаются от традиционных, предназначенных для работы по металлу, тем, что имеют более редкое расположение режущих зубьев. Такое расположение зубьев препятствует быстрому засаливанию межзубового пространства инструмента воском.

Для обработки воска используют различные виды миниатюрных *металлорежущих инструментов*, *хирургические скальпели со сменными лезвиями* и различные *стоматологические инструменты* (шпатели и пр.). Специальные режущие инструменты, предназначенные для обработки воска (напильники, надфили, пилки для лобзиков), отличаются от традиционных металлорежущих более редким расположением режущих зубьев. При работе с лобзиками используют специальные пилки, в которых зубья расположены по спирали, что позволяет пилить воск в любом направлении.

Работу с воском осуществляют также с помощью разогретых инструментов, которые размягчяют и расплавляют воск на локальных участках поверхности. Для этой цели служат *спиртовки*, пламя которых не дает копоти, в отличие от пламени бензина или горючих газов. С помощью спиртовки выполняют сглаживание поверхности восковой модели путем оплавления шероховатостей, образованных при механической обработке.

Тиражирование восковых моделей, необходимое при серийном производстве ювелирных изделий, осуществляется в резиновой пресс-форме с помощью устройства, которое называется *инжектором*. Инжектор состоит из внешнего бачка *7*, в который помещена плавильная камера в виде внутреннего бачка *6* (рис. 5.7). Плавильная камера представляет собой термоизолированную, толстостенную алюминиевую емкость для расплавления воска *8*. Между бачками располагается тепловой нагреватель воды *9*. Инжектор снабжен терморегулирующим устройством. Внутренний бачок герметично зажимается с помощью рукоятки *4*. Избыточное давление внутри малого бачка создается подачей сжатого воздуха через штуцер *5* от компрессора или ручного велосипедного насоса через редукционный клапан и составляет перед редукционным клапаном 2...3 МПа, в зоне впрыскивания — 0,2...0,8 МПа. Давление внутри бачка измеряется и контролируется манометром *3* при открытии крана *2*. Впрыскивание расплавленного воска в резиновую форму осуществляется через сопло инжектора *1*, которое снабжено обратным клапаном.

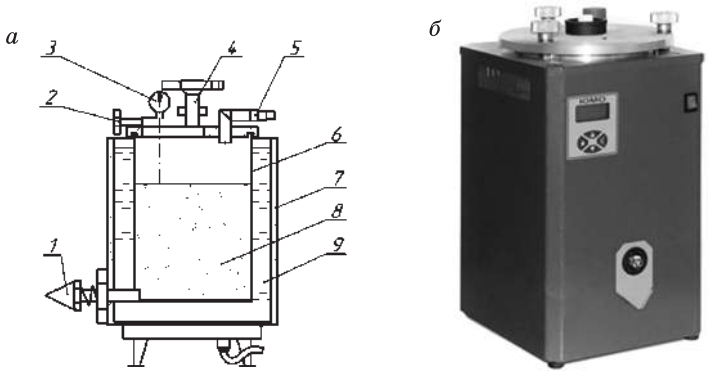


Рис. 5.7. Восковой инжектор:
а — схема устройства; *б* — общий вид

Скорость нагрева воска может регулироваться. Температура нагрева контролируется контактным термометром.

Инжекторы выпускаются в различных модификациях. Так, вакуумные инжекторы отличаются возможностью впрыскивания воска в вакуумируемую форму, благодаря чему повышается качество изготовления восковок.

Охлажденный воск может налипать на внутреннюю поверхность резиновой формы. Чтобы предотвратить это явление, рабочую поверхность пресс-формы предварительно *обезжиривают* или в нее *распыляют специальный обезжиривающий состав* при помощи аэрозольного баллончика.

Изготовление восковой модели с помощью инжектора выполняется в следующем порядке:

1) заполнить плавильную камеру инжектора воском;

2) установить на терморегуляторе инжектора требуемую температуру запрессовки воска (62...72 °С);

3) установить необходимую величину давления на входе регулирующего клапана компрессора и включить компрессор;

4) отрегулировать температуру и давление запрессовки в зависимости от вида восковой модели;

5) очистить рабочую полость и поверхность разъема пресс-формы от остатков воска;

6) протереть спиртом и припудрить тальком (или опылить силикатным аэрозолем) пресс-форму;

7) сжать резиновую пресс-форму между двумя пластинами, подвести отверстием литника к соплу инжектора и путем нажатия на сопло заполнить форму воском;

8) охладить пресс-форму в течение 2...3 мин;

9) извлечь восковую модель;

10) очистить восковую модель от облоя, заливов;

11) проконтролировать качество восковки.

После затвердения воск сразу же должен быть удален во избежание высыхания и прилипания к пресс-форме. Эта мера предосторожности позволяет повысить долговечность пресс-формы.

Расширение ассортимента ювелирных изделий вызывает необходимость разработки и выпуска новых моделей украшений в короткие сроки. Однако традиционный метод ручного изготовления восковых моделей отличается большой трудоемкостью и потому

не удовлетворяет современным требованиям. В связи с этим в настоящее время разработаны ***программируемые устройства***, позволяющие быстро и качественно изготавливать и многократно с высокой точностью воспроизводить новые разработанные модели и эталоны изделий из воска, полимеров и металлов. К их числу относятся программируемые устройства моделей Solidscape и FOV MODELLING 4A-RI (рис. 5.8).

а *б*



Рис. 5.8. Установка для моделирования Solidscape (*а*) и устройство для трехмерного моделирования FOV MODELLING 4A-RI с моделями изделий (*б*)

Исходным материалом для изготовления эталон-моделей на установке Solidscape служит модельный воск в виде трубок и брусков, пластмасса, латунные диски и пластины прямоугольной формы. Также могуть быть использованы смолы. Изготовление моделей достигается обработкой коническим или алмазным резцом, вращающимся с частотой 5000...15 000 мин$^{-1}$. Устройство позволяет выполнять обработку деталей с габаритными размерами 305×230×30 мм.

Преимуществом данного способа изготовления моделей изделий является:

- автоматизация процесса;
- высокая точность изготовления (с погрешностью размеров до 10 мкм);
- возможность гравирования на плоских и круглых поверхностях (кольцах и браслетах), в том числе и на наклонных поверхностях, под углом 15, 30, 45 и 90° с двух сторон;
- возможность обработки изображений на внутренних поверхностях колец.

Устройство FOV MODELLING 4A-RI работает по заданной программе от компьютера PC Pentium IV (1,7 ГГц /400 МГц, ОЗУ 128 МБ, жесткий диск 20 ГБ, CD 54X, Windows 98). Изображение может быть отсканировано на сканере типа HP 5400C. Устройство работает на базе программного обеспечения типа ATS 3D=4AX, Rhinoceros 3.0, Photoscript Pecker 1/P, Corel DRAW.

Установка FOV MODELLING 4A-RI позволяет проектировать и получать восковые модели в трехмерном 3D-моделировании. Процесс проектирования и изготовления модели изделия включает следующие этапы:

- разработку виртуальной трехмерной модели;
- получение эталона изделия из полимерного материала;
- изготовление изделия по полученной модели;
- выполнение отделочных и закрепочных работ (рис. 5.9).



Рис. 5.9. Этапы изготовления модели методом 3D-моделирования: *а* — виртуальная трехмерная модель; *б* — модель из полимера; *в* — отливка; *г* — готовое изделие

Принцип создания полимерной модели состоит в формировании изделия путем послойного нанесения модельного материала.

Компьютерное моделирование осуществляют в системе трехмерного проектирования Matrix 6.0, которая основана на принципе работы в Matrix 3D, т.е. управлении набором построителей (рис. 5.10).

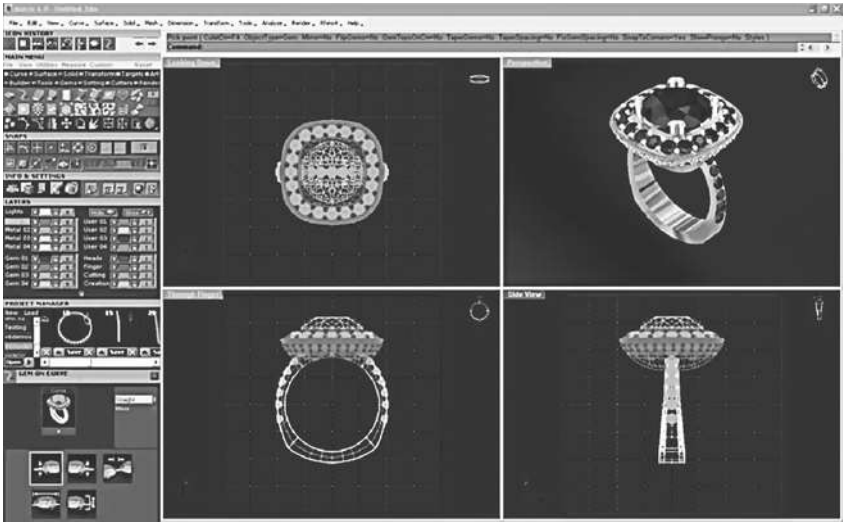


Рис. 5.10. Общий вид рабочего окна Matrix 6.0

Построители представляют собой простые меню с пошаговым управлением. Компьютерное проектирование в системе Matrix 6.0 осуществляется в интерактивном режиме, что позволяет проектировать изделие путем изменения необходимых параметров.

Компьютерное моделирование представляет собой автоматизированную систему проектирования, которая позволяет:

- получать объемный рельеф с заданной высотой и размерами на основе двухмерного изображения, например по фотографии;
- создавать различные модели обручальных колец;
- создавать модели печаток с любыми формами и размерами площадки и шинки;
- использовать файлы шинок для любых видов колец;
- трансформировать геометрию шинки по замыслу дизайнера;

- создавать углубления на поверхностях любых форм;
- разрабатывать комбинации расположения камней с различными геометрическими формами и размерами, в том числе по заданным трехмерным координатам;
- осуществлять автоматическую расстановку камней внутри ограниченной поверхности, в том числе удобную для выполнения закрепки типа «паве»;
- управлять положением камня или группы камней на модели;
- создавать корнеры любой формы и высоты для закрепки камней;
- создавать глухие закрепки;
- рассчитать вес спроектированной модели, а также решить ряд других проектных задач.

Система проектирования Magics RP позволяет методом прототипирования быстро и качественно изготовить проектируемые модели. Каждый шаг тщательно отслеживается по программе, начиная от импорта данных и заканчивая подготовкой платформы (рис. 5.11).

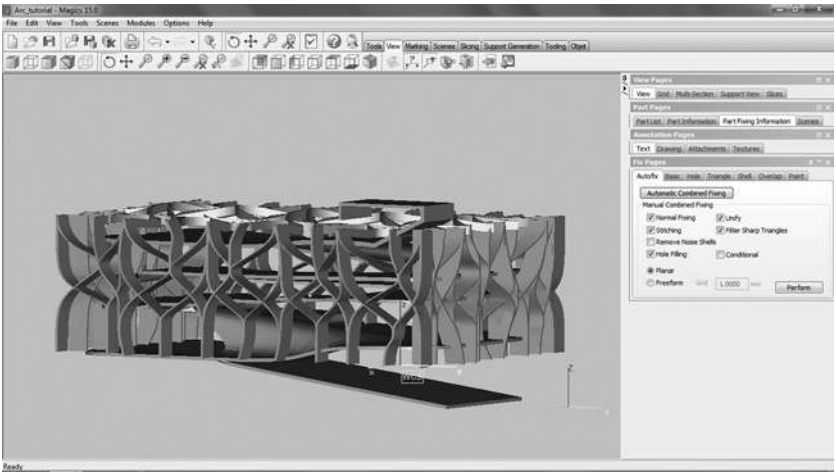


Рис. 5.11. Общий вид рабочего окна Magics

Программное обеспечение системы Magics RP помогает:

- автоматически позиционировать модели, базируясь на их геометрии;
- визуализировать и готовить несколько платформ, одновременно перемещая модели между платформами во время одного

сеанса. Мультиплатформенная работа позволяет повысить производительность проектирования с помощью различных RP установок;

- осуществлять экспорт в любом формате, который требует установка или файлы со срезами;
- создавать различные комментарии, присоединять картинки к файлу проекта в Magics, устранять риск получения брака;
- работать в ручном режиме.

В тех случаях, когда модель изделия невозможно изготовить с помощью пакета программ Matrix, используется специальное оборудование, имитирующее работу скульптора с глиной. Для этой цели применяется трехмерный планшет Phantom Omni Скульптор 3D, предназначенный для ручного скульптурного формоизменения трехмерных моделей и придания изящного сглаживания рельефа поверхностей (рис. 5.12). Планшет оснащен компьютерной системой (Intel Pentium Single 2.0 ГГц или Dual 933 МГц, ОЗУ 1 ГБ, Windows 2000 или XP, порт FireWire (IEEE 1394)) и полностью совместим с программой Matrix 3D.



Рис. 5.12. Трехмерный планшет

Использование системы прототипирования позволяет осуществлять быстрое изготовление модели изделия с высокой точностью формы и размеров, исключая необходимость выполнения ручной доработки. Для этого необходимы компьютерное оснащение с графическими программами и сканер. Для изготовления модели применяют особый фотоотверждаемый полимер, который можно использовать и для изготовления пресс-форм.

Модель образуется в полости формы, которая состоит из двух частей. Принцип моделирования методом прототипирования состоит из следующих этапов (рис. 5.13): обработка верхней части формы (I) и по ней матрицы в зеркальной проекции (II), совмещение обеих частей формы с зазором (III), изготовление модели детали (IV и V).



Рис. 5.13. Последовательность изготовления модели

5.4. Сборка воскового модельного блока

Ювелирные изделия являются миниатюрными. Ввиду малости размеров моделей и экономической нецелесообразности их поштучного изготовления литьем, большое количество подобных моделей, объединенных одним литниковым стояком, группируют в сборный блок. Блок, составленный из восковых моделей, называют *восковой литниковой системой*, а также *«елочкой»* или *восковым «деревом»* из-за внешнего подобия. Литниковая система служит для подачи жидкого металла в полость литейной формы. Она состоит из литниковой чаши для приема струи жидкого металла, стояка для направления движения металла и литников с литейными формами. Литниковый ход (литник) предназначен для соединения полости литейной формы с литниковым стояком.

Восковое дерево собирается на резиновой подставке (ее называют также резиновым уплотнителем или «башмаком») (рис. 5.14, *а*). Резиновая подставка является донной заглушкой опоки. Она имеет конусную часть, которая формирует заливочный конус опоки. При сборке литниковой системы должны быть соблюдены необходимые расстояния между восковыми моделями, а также между моделями и стенкой опоки. Минимальное расстояние между моделями и стенкой опоки должно быть не менее 3...5 мм. Соблюдение этого условия позволяет сохранить тепловой баланс и исключить тепловой удар внутри литейной формы при заливке расплава. Резиновая подставка содержит глухое центральное отверстие для установки и закрепления в нем воскового стояка. Восковой стояк должен быть в диаметре

не менее 5...7 мм. По периметру стояка под углом 45° с помощью электрошпателя припаивают литники с восковыми моделями на конце. При сборке «елочки» тонкие модели рекомендуется закреплять у ее вершины, а массивные — у основания.

Собранный модельный блок следует обезжирить в этиловом спирте или мыльном растворе при температуре 35...40 °С, промыть в проточной воде и просушить с помощью вентилятора.

При заливке металла в форму часто образуется брак, возникающий от усадки металла на отливках. Чтобы исключить возможность неполного заполнения формы, в сложных моделях предусматриваются дополнительные литниковые каналы (рис. 5.14, *б*). Эта мера предосторожности может улучшить условия заполнения формы жидким металлом на операции литья. Для снижения риска образования усадочных раковин на литниках рекомендуется размещать резервуары в форме шариков.

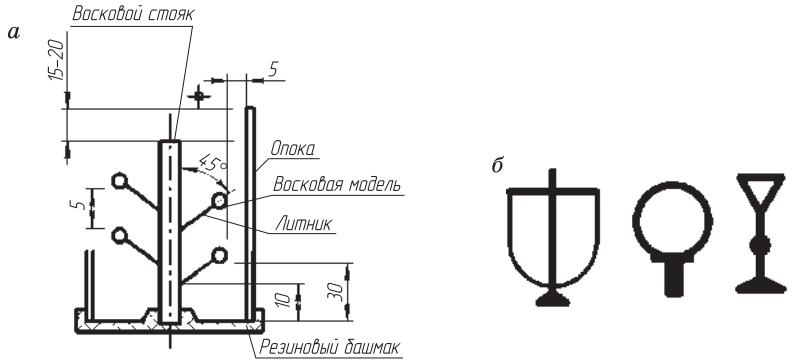


Рис. 5.14. Схема сборки воскового дерева (*а*) и литниковых систем (*б*)

На восковых моделях могут появляться различные ***дефекты***, которые копируются в отливках:

- воздушные пузырьки;
- незаполненность формы;
- переполненность формы;
- усадка формы выше нормы;
- шероховатость и волнистость поверхности;
- повышенная липкость формы.

Причиной образования дефектов является нарушение режимов и условий изготовления восковых моделей.

В практике ювелирного дела в условиях единичного производства при необходимости используют ***упрощенные технологии изготовления восковых моделей***. Так, при отсутствии инжектора восковые модели можно изготовить вручную с использованием медицинского шприца. Для этого пресс-форму предварительно протирают техническим спиртом и обсыпают изнутри тальком. Затем расплавляют воск, набирают его в шприц, вставляют сопло шприца в литниковый конус резиновой пресс-формы и выдавливают воск в пресс-форму. После охлаждения воска в течение 1...3 мин извлекают восковую модель.

При таком способе изготовления восковой модели не рекомендуется долго выдерживать воск в полости резиновой пресс-формы, иначе восковая модель станет хрупкой и может сломаться.

5.5. Изготовление литейных форм

Рабочая часть литейной формы — это полость, в которой материал, охлаждаясь, затвердевает и принимает требуемую форму и размеры. Литейные формы изготавливаются из жидкой огнеупорной формовочной смеси, которую получают из формовочных материалов и заливают в цилиндрическую опоку. В процессе эксплуатации опоки подвергаются коррозии от воздействия влаги, поэтому их делают из нержавеющей стали. Опоки выполняются со сплошными стенками и боковыми отверстиями, которые предназначены для отсасывания газов из формы при вакуумировании, а также для ускорения испарения влаги из формовочной массы при сушке и отжиге (рис. 5.15, *а*). В нижний торец опоки вставляется подготовленный резиновый уплотнитель с модельным блоком из воска (рис. 5.15, *б*).

Литейные формы, изготовленные из формовочной массы, являются *одноразовыми*.

Формовочную смесь готовят из формовочного порошка и дистиллированной воды комнатной температуры (38...40 г порошка на 100 мл воды). Порошок размешивается до получения однородной суспензии вручную, с помощью миксера или в специальном смесителе (рис. 5.16).



Рис. 5.15. Опока (*а*) и резиновый уплотнитель (*б*)



Рис. 5.16. Общий вид смесителя

Ручное размешивание формовочной смеси желательно выполнять в резиновой емкости, так как это позволит легко отделить присохшие к стенкам остатки формовочной массы. Электромеханический смеситель позволяет выполнить более качественное размешивание формовочной смеси. Размешивание осуществляется в течение 3 мин: 1 мин — при низкой скорости, оставшееся время — при повышенной.

Подготовленную формовочную смесь заливают в опоку (в свободное пространство между стенками опоки и восковыми моделями), слегка постукивая или потряхивая с целью уплотнения. После

этого опоку с формовочной смесью помещают в вакуум-камеру и вакуумируют в течение 1,5...2,0 мин до полного удаления газов из смеси. Рабочая зона вакуумной установки позволяет вакуумировать одновременно несколько опок в зависимости от их размеров. В процессе вакуумирования смесь поднимается, как бы «вскипает» от действия выделяющихся газов, а затем после вакуумирования опускается.

Время от момента ввода порошка в воду до застывания смеси называют *рабочим временем*.

Затвердевание смеси после вакуумирования происходит в течение 1,5...2,0 ч, после чего с опоки снимают резиновый уплотнитель.

Изготовление литейной формы необходимо выполнять в следующем порядке:

1. Взвесить модельный блок из воска.

2. Вставить модельный блок центральным литником в отверстие резинового поддона.

3. Вставить опоку в гнездо поддона.

4. Надеть на опоку манжету-уплотнитель.

5. Влить в емкость для формовочной смеси расчетное количество дистиллированной воды.

6. Засыпать в емкость навеску формовочной смеси и тщательно перемешать.

7. Вибровакуумировать жидкую смесь.

8. Залить формовочную смесь в опоку.

9. Вибровакуумировать жидкую формовочную смесь в опоке.

10. Снять опоку с установки для вибровакуумирования и поставить на стол (стеллаж). Снять с опоки резиновый поддон и манжету.

11. Подрезать формовочную массу на торце литейной формы.

12. Установить опоку на поддон и выплавить модельный состав в сушильном шкафу. Вытапливание воска можно осуществить в одном цикле с обжигом опоки.

Обжиг опоки выполняют, повернув ее литниковой чашей вниз, в предварительно нагретой печи. Опоку устанавливают над поддоном печи на уровне не менее чем на 2,5 см, обеспечивая этим приток воздуха, вытекание и испарение воска из формы.

Чаще всего обжиг опоки проводят в электрических печах с металлическими нагревательными элементами. При этом вытапливание воска совмещают в одном цикле с обжигом. Печь представляет



Рис. 5.17. Муфельная печь для обжига опок

собой камеру, выполненную из огнеупорного материала (рис. 5.17). В камеру может подаваться защитный газ. Электрические печи позволяют получить равномерный нагрев опоки со всех сторон, поддерживать и регулировать температуру с помощью термопары и электронного контроллера. Печи, оснащенные программируемыми контроллерами, позволяют задавать различные программы цикла обжига опок.

На рабочей поверхности литейной формы остается не полностью выплавленный воск, который окончательно удаляется в процессе обжига. При повышении температуры до 550 °С он превращается в сажу (углерод), а при температуре 730...750 °С образует с кислородом углекислый газ CO_2, удаляемый в результате принудительной вентиляции.

После прокаливания опоку выдерживают в течение 1,0...2,5 ч при температуре 730 °С и охлаждают.

Длительность температурного обжига зависит от размеров опоки. Для опок весом до 6 кг используют шестичасовой цикл, осуществляемый в автоматическом режиме (рис. 5.18). Для опок большого размера — более длительный, двенадцатичасовой (рис. 5.19). Обжиг опоки для получения

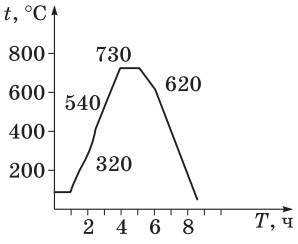


Рис. 5.18. Циклограмма обжига малых опок

отливок из сплавов белого золота выполняют в течение 12 ч. Цикл обжига состоит из быстрого (в течение 2 ч) нагрева опоки до 750 °С и выдержки при этой температуре в течение 10 ч (рис. 5.20).

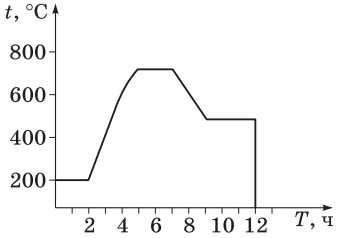


Рис. 5.19. Циклограмма обжига больших опок

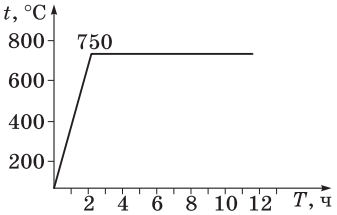


Рис. 5.20. Цикл обжига опок для сплавов белого золота

Для осуществления обжига опок в условиях поточного производства используют специализированные прокалочные печи, работающие в программируемом режиме.

5.6. Гидродинамика заполнения форм в процессе литья

Завершающим этапом процесса получения отливки ювелирных изделий является заливка расплава в литейную форму. Выполнение этой операции представляет особую сложность вследствие малых размеров внутренних каналов литьевой формы, в которых течение металла затруднено. Данная проблема технически решается созданием дополнительных сил, которые вызывают либо повышенное давление, действующее на залитый в форму металл, либо пониженное давление внутри полости формы. В первом случае цель достигается созданием центробежных сил, действие которых вызывает дополнительное давление на жидкий металл; во втором случае — созданием пониженного давления в полости формы, которое принудительно втягивает расплав в литейную форму.

По принципу действия устройств, реализующих эти две задачи, выделяют два способа литья: центробежный и вакуумный.

Центробежная сила возникает при вращении опоки вокруг произвольной точки и зависит от скорости и радиуса вращения центра массы:

$$F = m\omega^2 R = \frac{mv^2}{R},$$

где m — масса опоки с металлом; ω — угловая скорость; R — радиус вращения; v — линейная скорость вращения.

Полное заполнение формы при центробежном способе литья может произойти при условии, если центробежная сила преодолевает силы сопротивления движению металла в каналах формы, которые возникают от сил сопротивления воздуха и газов в рабочей полости формы, сил трения металла о стенки каналов и действия капиллярных сил [22]. Нарушение данного условия может привести к незаполнению формы или образованию различных дефектов в отливке.

На жидкий металл в процессе центробежного литья действует центробежная $P_ц$ и кориолисова $P_к$ силы. Результирующая сила $P_ε$ зависит от положения отливок и конструкции литниково-питающей системы. В общем случае

$$P_ε = P_ц \pm P_к = m\omega^2 R \pm 2m\omega v,$$

где m — масса расплава; ω — угловая скорость вращения; R — радиус вращения центра массы; v — относительная скорость движения расплава в литниковой системе.

При *вакуумном* способе литья результирующая сила образуется из-за разности между атмосферным давлением окружающей среды $P_{атм}$ и остаточным давлением в полости формы $P_{ост}$:

$$P_ε = P_{атм} - P_{ост}.$$

Заполнению формы препятствуют силы трения расплава о стенки каналов литейной формы $P_{тр}$, силы от давления, создаваемого поверхностным натяжением расплава в каналах $P_{кан}$, и силы, вызванные давлением газов в полости литейной формы $P_{газ}$.

В зависимости от скорости вращения опоки возможны три случая заполнения формы: при ускоренном, равноускоренном и замедленном движении:

$$P_ε \geq P_{тр} + P_{кан} + P_{газ};$$

$$P_{\text{є}} = P_{\text{тр}} + P_{\text{кан}} + P_{\text{газ}};$$
$$P_{\text{є}} < P_{\text{тр}} + P_{\text{кан}} + P_{\text{газ}}.$$

Наиболее благоприятные условия для заполнения формы создаются при ускоренном движении расплава. При равноускоренном движении расплава соблюдается равновесное условие, а при замедленном движении возможно образование брака из-за недолива формы.

Качество отливок во многом зависит от времени заполнения формы $\tau_{\text{зап}}$, времени кристаллизации металла $\tau_{\text{кр}}$ и скорости охлаждения. Время заполнения формы можно рассчитать из условия движения жидкости по каналам формы:

$$\tau_{\text{зап}} = \frac{L}{v_{\text{ср}}},$$

где L — длина пути, который должен пройти расплав для заполнения полости отливки; $v_{\text{ср}}$ — средняя скорость движения расплава.

Режим движения жидкого металла в литниковых каналах является *ламинарным*. Из условия равенства объемов жидкости в стояке и литниковой системе средняя скорость заполнения полости отливки $v_{\text{л}}$ определяется по формуле

$$v_{\text{л}} = v_{\text{с}} \frac{S_{\text{с}}}{S_{\text{л}}} z,$$

где $v_{\text{с}}$ — скорость движения металла в литниках; $S_{\text{с}}$, $S_{\text{л}}$ — площадь поперечного сечения стояка и литника соответственно; z — количество литников на стояке.

Экспериментальные исследования позволили установить, что условия формирования отливок зависят от толщины их сечения. Движение металла происходит в весьма короткий период времени и сопровождается тепловым и гидравлическим ударом. При заполнении формы толщиной сечения до 1 мм время $\tau_{\text{зап}}$ становится приблизительно равным времени нахождения металла в жидко-твердом состоянии, что может привести к образованию недоливов и некачественной поверхности. При заполнении формы сечением более 1 мм время заполнения полости формы жидким металлом значительно меньше времени нахождения металла в жидко-твердом состоянии. Такое явление может привести к образованию усадочных раковин и газовой пористости.

Заполнение полости отливки сопровождается одновременной кристаллизацией расплава. При этом время заполнения полости

отливки $\tau_{зап}$ должно быть меньше, чем время кристаллизации $\tau_{кр}$, т.е. $\tau_{зап} < \tau_{кр}$. Учитывая, что процесс течения расплава происходит только в период нахождения металла в жидко-твердом состоянии, представленную зависимость можно выразить следующим образом:

$$\tau_{зап} < \frac{\tau_{кр}}{a},$$

где a — коэффициент, учитывающий скорость кристаллизации металла (для отливок из сплавов золота и серебра a = 2,5...3,0).

Время кристаллизации различных сечений отливки определяется по формуле

$$\tau_{кр} = \frac{x_{отл}^2}{K^2},$$

где $x_{отл}$ — приведенная толщина отливки; K — коэффициент затвердевания (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Коэффициент затвердевания сплавов на основе золота

Конфигурация отливки	Температура, °С		Толщина затвердевшего слоя, мм	Время затвердевания, мин	Коэффициент затвердевания, см · мин$^{-1/2}$
	расплава	формы			
Пластинчатая	1050	400	0,5	0,075	0,17
	1150	500	0,5	0,0102	0,16
Цилиндрическая	1050	400	0,5	0,035	0,27
	1150	500	0,5	0,045	0,24

Приведенная толщина сечений отливки цилиндрической формы радиусом R и длиной L определяется по формуле

$$x_{отл} = \frac{RL}{2(R+L)}.$$

Для сечений отливки призматической формы с размерами $B \times H \times L$ (высота×ширина×длина)

$$x_{отл} = \frac{BHL}{2BH + BL + HL}.$$

Существенную роль для качественной заливки металла играет также уровень поддерживаемой температуры расплава и формы [35].

Снижение уровня температуры расплава и формы с 500 и 1150 °С до 400 и 1050 °С соответственно приведет к тому, что время затвердевания отливки с призматическим сечением толщиной 1 мм уменьшится с 6,1 до 4,5 с. Аналогичное явление наблюдается и при заливке расплава в форму с цилиндрическим сечением.

Модельные блоки чаще всего представляют собой *разветвленные системы*, в которых суммарная площадь сечений литников больше площади стояка. Разветвленная система с круглым сечением стояка наиболее проста и технологична; на ней можно установить большое количество изделий.

Литниковая система является рациональной в том случае, если обеспечивается равномерное распределение расплава по всей разветвленной системе блока отливок. При этом форма поперечного сечения стояка и литников традиционно принимается круглой. Из-за большого количества литников сумма площадей их сечений в блоке может стать больше площади поперечного сечения стояка. Исходя из этого расчет литниково-питающей системы заключается в определении числа и размеров литников, размещенных на стояке, либо в определении площади сечения самого стояка.

Суммарная площадь питателей $S_л$ определяется по объему металла Q, вытекающего в единицу времени из литниковой системы:

$$\sum S_л = \frac{Q}{\mu v_{ср}},$$

где μ — коэффициент расхода (μ = 0,5...0,7); $v_{ср}$ — средняя скорость истечения металла из литников-питателей в форму.

Объем металла, вытекающего в единицу времени, можно рассчитать по объему заливаемого металла $Q_м$:

$$Q = \frac{Q_м}{t} = \frac{G}{t\rho},$$

где G — вес металла; t — время заливки; ρ — плотность.

При равноускоренном движении металла по стояку высотой $h = \frac{\omega t^2}{2}$ время заливки равно:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{\omega}},$$

где h — высота стояка; ω — центробежное ускорение.

Линейная скорость при вращении опоки частотой вращения центробежной машины n с радиусом вращения r равна:

$$v = 2\pi nr.$$

Средняя скорость движения металла при равноускоренном (ламинарном) движении металла равна:

$$v_{ср} = \frac{v}{2} = \frac{\omega t}{2}.$$

Соотношение площади сечения стояка $S_с$ к суммарной площади сечений литников $\Sigma S_л$ в таких системах принимают $S_с : \Sigma S_л = 1:(2...4)$. Таким образом, площадь сечения стояка можно определить из этого соотношения, т.е.

$$S_с = \frac{\sum S_л}{2-4}.$$

Из этого условия определяется необходимый диаметр стояка.

Дополнительное условие заполнения формы жидким металлом — приведенная толщина литникового канала $d_л$ должна постепенно уменьшаться вдоль движения металла к наиболее удаленным точкам, т.е.

$$d_л > (d_1, d_2, d_3, ..., d_i),$$

где d_i — диаметр в произвольном сечении литникового канала.

5.7. Технология ювелирного литья по выплавляемым моделям

Миниатютность ювелирных изделий, их сложная пространственная форма и вид материалов обусловливают специфичность технологии ювелирного литья. Наличие множества различных факторов, влияющих на результат литья драгоценных металлов, определяет качество изготовления отливок. В связи с этим соблюдение всех требований технологии ювелирного литья является необходимым условием достижения высокого качества изделий.

Технология центробежного литья

Центробежное литье осуществляется в устройствах с механизированным или электромеханическим приводом вращения опоки, расположенной на коромысле.

В *механизированных устройствах* опока размещается на коромысле, при вращении которой образуется центробежная сила (рис. 5.21). Перед началом работы опоку *1* с формой устанавливают и пристукивают к плавильному тиглю *2*, в котором газовой горелкой плавят металл. Установка работает от действия пружины, заведенной вручную. Перед началом работы коромысло *3* вращают в обратную сторону, чтобы завести пружину, и затем фиксируют коромысло стопором в основании *5*. Равновесие обеспечивается противовесом *4*. Стопор отпускают и коромысло вращается вокруг вертикальной оси. В результате действия центробежной силы металл переливается из тигля *2* в полость пристыкованной опоки *1*.

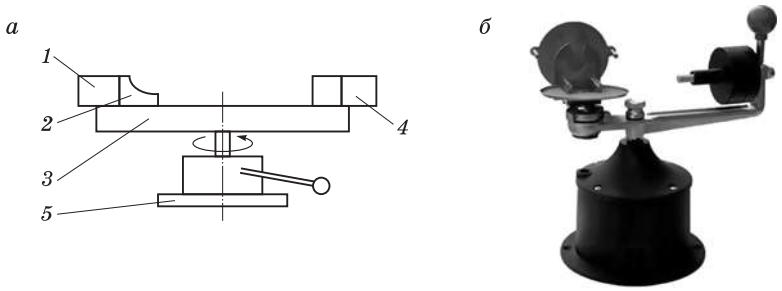


Рис. 5.21. Установка для центробежного литья:
а — схема; *б* — общий вид

В центробежных машинах *с электромеханическим приводом* достигаются более высокие скорости вращения и качество отливок, чем в механизированных устройствах. Предварительно подготовленный металл расплавляют в тигле. Опоку, разогретую до температуры 650 °С, переносят из печи и устанавливают на коромысле центробежной установки. Включают привод вращения центробежной машины, в результате чего под действием центробежной силы металл переливается из тигля в форму.

Модернизированные конструкции центробежных машин снабжаются устройствами для плавки металла индукционным нагревом в среде инертного газа (рис. 5.22). Они оснащаются электронной системой управления и центрифугой для придания начального ускорения при вращении опоки.

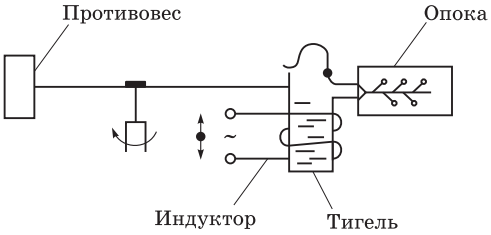


Рис. 5.22. Принцип действия центробежно-вакуумной машины

Центробежные машины, оснащенные пневматической системой, могут обеспечить автоматический подъем и опускание катушки индуктора для нагрева металла в состоянии покоя коромысла. Контроль температуры осуществляется оптической системой с инфракрасным зондом. Кроме того, в литейных машинах предусматривается возможность вытяжки газов из рабочей зоны.

Технологический маршрут центробежного литья состоит из ряда последовательно выполняемых операций. В качестве примера приведен маршрут технологического процесса изготовления кольца.

005 Изготовление разрезной резиновой пресс-формы.
010 Изготовление восковых моделей.
015 Сборка модельного блока.
020 Обезжиривание.
025 Изготовление литейной формы.
030 Выплавление модельного состава.
035 Подготовка металла к заливке.
040 Обжиг литейной формы.
045 Плавка металла и заливка опоки.
1. Установить опоку на плавильном узле машины.
2. Расплавить металл.
3. Включить вращение центробежной машины.
4. Застопорить вращающееся устройство.
5. Снять залитую опоку с заливочного узла машины.
6. Охладить опоку на воздухе в течение 50...60 мин до комнатной температуры.
050 Очистка отливок.
1. Извлечь блок отливок из опоки под струей воды.
2. Очистить блок от остатков формовочной смеси.
3. Отделить отливки от литниковой системы.
055 Отбеливание отливок (первый вариант).

1. Поместить отливки в ванну с водным раствором плавиковой кислоты концентрации 20...40 % и выдержать в ванне до полного удаления формовочной смеси.

2. Промыть отливки в проточной воде.

055 Отбеливание отливок (второй вариант).

1. Погрузить отливки в 10%-й раствор серной кислоты при температуре 20...30 °С на 3...4 мин.

2. Промыть отливки в проточной воде.

3. Просушить отливки в сушильном шкафу при температуре 100...105 °С.

060 Электрохимическая полировка.

1. Закрепить отливки на аноде.

2. Поместить отливки в электролит при температуре 70...75 °С на 1,0... 1,5 мин. Режим работы: сила тока 2,0...3,5 А (определить расчетным путем по плотности тока), напряжение 12 В.

3. Включить электрический ток и выполнить обработку.

4. Промыть отливки в дистиллированной воде при комнатной температуре в течение 30...40 с.

065 Декапирование.

1. Поместить отливки в депассивирующий раствор температурой 15...20 °С на 30...40 с.

2. Промыть отливки в дистиллированной воде.

3. Просушить отливки.

Процесс центробежного литья может быть осуществлен и другими способами. Один из них следующий (патент РФ № 2283205 от 2001 г.). Расплав образуется в промежуточной емкости с помощью источника нагрева, расположенного на оси вращения и проходящего через центр тяжести расплава в емкости. Далее он сливается под действием центробежных сил во вращающуюся форму без отключения источника нагрева. При этом промежуточная емкость соединяется с вращающейся формой посредством трубопровода, нижнюю часть которого выполняют под углом, обеспечивающим удержание расплава в промежуточной емкости в спокойном состоянии. В результате этого расплав попадает прямо в форму под действием центробежных сил при вращении.

Технология вакуумного литья

Вакуумное литье основано на использовании разреженного воздуха в полости формы и образовании разности давлений между внутренней полостью опоки и внешней средой. Давление в полости

снижается до уровня 100 кПа. Достоинством метода является возможность качественного изготовления тонкостенных и ажурных отливок сложной формы без существенных дефектов. При заливке в форму металл не встречает сопротивления воздуха, в результате чего достигается более полное и равномерное заполнение полости формы.

Принцип вакуумного литья демонстрируется на рис. 5.23, *а*. Опока *1* с залитым в форму металлом вместе с рабочей камерой *2* устанавливается в камеру *3*, где создается предварительное разре-

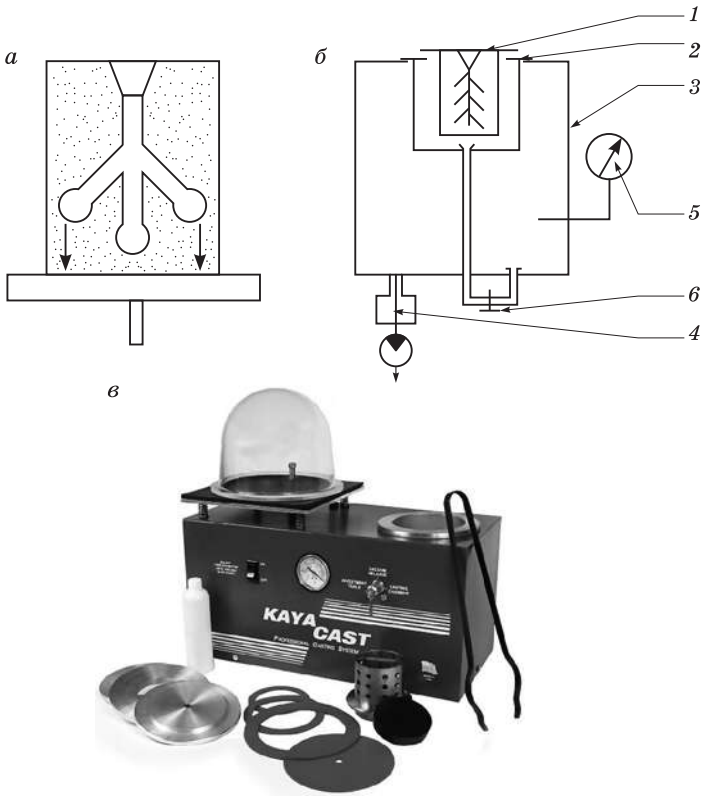


Рис. 5.23. Вакуумная машина:
а — принцип действия; *б* — схема устройства; *в* — общий вид; *1* — опока; *2* — рабочая камера; *3* — камера предварительного разрежения; *4* — вакуумный насос; *5* — манометр; *6* — вакуумный затвор

жение с помощью вакуумного насоса *4*. Силы гравитации и сила разрежения оказывают суммарное действие, поскольку совпадают по направлению.

Образующееся в полости формы давление P_{ε} равно разности атмосферного давления окружающей среды $P_{атм}$ и остаточного давления в полости литейной формы $P_{ост}$, т.е. $P_{\varepsilon} = P_{атм} - P_{ост}$. В результате этого металл принудительно втягивается в глубь формы, проникая во все труднодоступные каналы без ускорения движения.

Для осуществления вакуумного литья применяют различные модели литейного оборудования. Они снабжаются устройствами для измерения температуры расплава, установки и опрокидывания тигля и пр.

Литьевая машина Vetter Technik IC 10 предназначена для литья небольшого количества сплава весом до 140 г (рис. 5.24). Она снабжена системой индукционного нагрева и позволяет выполнять литье в вакууме и в среде защитного газа. Особенностью конструкции данной машины является возможность осуществления литья при дополнительном повышенном давлении, создаваемом в зоне плавильной камеры. Плавление металла осуществляется индукционным методом с помощью генератора, вырабатывающего ток частотой 20 кГц.



Рис. 5.24. Литьевая вакуумная машина модели Vetter Technik IC 10

Машина имеет вакуумную камеру с водяным охлаждением и электронную систему контроля за ходом процесса литья.

Отливки высокого качества получаются литьем в *литейной машине модели Yasui* (рис. 5.25). Это достигается при совмещении вакуумной плавки и литья под давлением. Цикл работы машины автоматизирован и сводится к выбору программы и ее запуску в автоматическом режиме. Достоинством машины является возможность ее использования для литья с камнями, поскольку она позволяет снизить уровень минимальной температуры заливаемого в опоку расплава. Тигель с соплом и запирающим штоком уменьшает турбулентность потока металла и, как следствие, обеспечивает снижение пористости структуры.

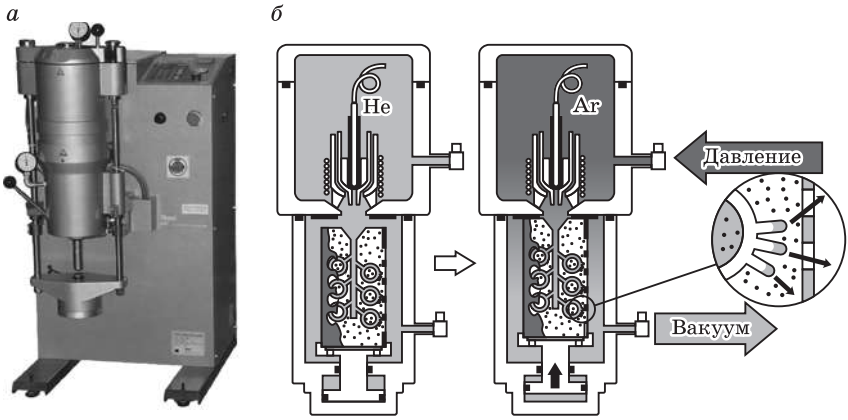


Рис. 5.25. Вакуумная машина модели Yasui:
а — общий вид; *б* — схема литья

Литье металлов платиновой группы представляет определенную сложность в связи с тем, что необходимо достигнуть более высокого уровня температуры плавки — до 1900...2000 °С. Дополнительную сложность создает повышенная скорость затвердевания сплава платины в литьевой форме. Поэтому для литья изделий из сплавов платины используются специальные *литьевые машины, в которых совмещены вакуумный и центробежный методы литья* (рис. 5.26). Они содержат две камеры: плавильную и литейную. Плавка осуществ-

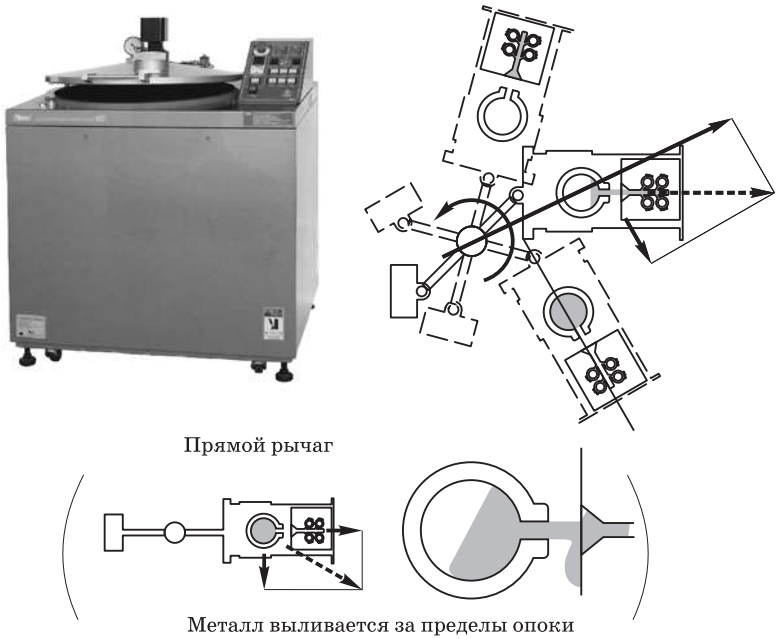


Рис. 5.26. Центробежно-вакуумная машина модели VCC

ляется индукционным нагревом металла. Металл сливается в литьевую форму при вращении коромысла под действием центробежной силы. Достоинством таких машин является наличие двойного качающегося рычага для равномерного переноса металла и возможность регулировки состава газовой смеси в зоне литья.

Литье в разовые формы по методу «Jinde li»

В последние годы в условиях мелкосерийного производства нашел применение еще один метод литья — «Jinde li» — литье в разовые формы (рис. 5.27). Литье таким методом не требует проведения подготовительных работ по воскованию и изготовлению литейной формы.

Разовая литейная форма поставляется заводом-изготовителем. Она представляет собой цилиндрическую опоку с подготовленной литниковой формой из формовочной смеси (рис. 5.27, *а*) для моде-

лей, предлагаемых в специальном каталоге с указанием необходимого количества расплавляемого металла. Технология литья включает процедуру плавления металла газовым пламенем в литниковой чаше (рис. 5.27, *б*) и медленное надавливание подготовленной прессовочной массы на опоку (рис. 5.27, *в*). Прессовочной массой может служить смесь глины, растительного масла и воды. После охлаждения литейной формы отливка извлекается разрушением в ультразвуковой ванне.

а *б* *в*



Рис. 5.27. Литье в одноразовые унифицированные формы

Литье методом «Jinde li» позволяет быстро и просто получать отливки изделий в условиях единичного производства без использования дорогостоящего литейного оборудования. К недостаткам метода следует отнести ограниченный ассортимент моделей, не позволяющий вносить какие-либо изменения в конструкцию и дизайн изделия.

Литье с камнями

Первые публикации о литье с камнями относятся к 1988 г. Появление новой технологии литья было обусловлено резким увеличением спроса на ювелирные изделия с многочисленными бриллиантами. Однако повышенная трудоемкость процесса и стоимость выполнения закрепочных работ привело к резкому возрастанию цен на подобные изделия. Литье с камнями стало одной из самых распространенных в США технологий для серийного производства изделий с бриллиантами, рубинами, сапфирами и прочими камнями (рис. 5.28).



Рис. 5.28. Отливки, полученные литьем с камнями

Новый способ литья позволил резко повысить производительность изготовления сложных изделий с многочисленными камнями. При этом была обеспечена высокая надежность и качество закрепки камней.

Отличие литья с камнями заключается в том, что вставки устанавливаются не в металлическую основу готового изделия, а в восковые модели. Для некоторых видов закрепок камней данный метод стал незаменимым. Однако он обладает и рядом недостатков, один из которых — возможное повреждение камней (выгорание, помутнение и раскалывание) от действия высоких температур.

Ограничения в применении литья с камнями вызваны следующими факторами:

- физико-механическими свойствами камней (в процессе литья может произойти изменение цвета камней и их растрескивание при воздействии высокой температуры);
- длительностью действия высоких температур при обжиге опок;
- размером камней, которые ограничиваются 12 мм в диаметре;
- повышенными требованиями к вспомогательным материалам (формовочным массам, воскам, модельным резинам);
- высокой стоимостью специального оборудования;
- повышенными требованиями к выполнению технологического процесса литья (изготовлению мастер-модели, очистке литей-

ного блока от формовочной массы, проведению финишной обработки изделия с закрепленными камнями и др.).

Процесс литья зависит от многих факторов и требует соблюдения технологических режимов на всех этапах работы: подбора камней, выбора основных и вспомогательных материалов, обжига опоки и пр.

Подбор камней предшествует операции литья и имеет существенное значение. Для литья считаются пригодными камни искусственного и натурального происхождения любых размеров и формы. Вместе с тем, ассортимент используемых камней ограничен из-за их некоторых физико-механических свойств: от действия высоких температур камни могут мутнеть и даже выгорать. Поэтому к вставкам предъявляют весьма высокие требования по однородности структуры. Они не должны иметь трещин, а также различных включений, которые могут вызвать образование трещин и разрушение вставок при термическом воздействии.

Повышенные требования предъявляют также к точности посадочных размеров камней, так как сжатие камней металлической оправой при охлаждении может вызвать их растрескивание и разрушение. Ручная огранка не позволяет достигнуть стабильности размеров. По этой причине более предпочтительными являются искусственные камни машинной огранки.

По своим физическим свойствам вставки должны иметь высокую теплостойкость, так как обжиг опок осуществляется при температуре 630...730 °С. Этому требованию соответствуют искусственные камни, в частности цирконы (фианиты), а также некоторые натуральные камни (бриллианты, рубины, сапфиры, гранаты). Однако следует учесть, что рубины при нагревании могут приобрести зеленую окраску, а затем восстановить свой первоначальный цвет. Сапфиры от действия пламени бледнеют. Нефрит может потерять свою первоначальную окраску, кварц трескается, а опал теряет свои иридирующие свойства. Изумруды, турмалины и аметисты вообще не выдерживают действия температур и теряют окраску. Не рекомендуется применять такие камни, как жадеит, топаз, коралл, аквамарин, жемчуг, бирюза, оникс, так как от действия температуры они мутнеют, изменяют цветовую окраску или трескаются.

Дизайн моделей является одним из важнейших условий достижения требуемого качества изделий. При расстановке камней в мас-

тер-модели допускается их близкое расположение друг к другу, но так, чтобы между ними было некоторое пространство. Соприкосновение плотно расположенных друг к другу камней рундистами в момент кристаллизации металла может привести к их разрушению при усадке.

В качестве *основных материалов* для литья с камнями, т.е. металлов, можно использовать различные сплавы желтого, зеленого, красного, розового и палладиевого белого золота 585-й пробы, а также серебро 960-й пробы. Литье никелевого белого золота вызывает некоторые трудности, так как образуются недозаливы из-за быстрой кристаллизации сплава при охлаждении. Для литья с камнями можно применять желтое, зеленое и белое золото 750-й пробы, но при небольших объемах модельных блоков, так как повышенное содержание золота в сплавах способствует их ускоренной кристаллизации.

Высоким качеством должны обладать *вспомогательные материалы* — формовочные массы, воски и резины.

Формовочная масса должна быстро отводить тепло от камней (т.е. иметь высокую теплопроводность), защищать камни от действия кислорода, а также от окисления, что достигается включением в ее состав борной кислоты (однако борная кислота может вызывать образование трещин, обесцвечивание фианитов).

Всем вышеперечисленным требованиям соответствуют формовочные смеси марок SRS Classic, SRS Stonecast и др.

Улучшенными свойствами для литья с камнями должны обладать инжекционные воски и резины для пресс-форм.

В состав восков входят полимеры, которые при обжиге при низких температурах (до 630 °С) затрудняют вытапливание и полное выгорание углерода. Поэтому для литья с камнями предпочтительны лишь некоторые марки восков: SRS Blue 866, SRS Pink 863 и др.

Резины, применяемые для традиционной технологии литья по выплавляемым моделям, дают усадку в пределах 2...5 %, тогда как вставки не обладают усадкой, что может стать причиной разрушения плотно посаженных в металлические оправы камней. В связи с этим резины, используемые для литья с камнями, должны отличаться весьма малой усадкой, образующейся в процессе вулканизации. Данному требованию в большей мере соответствуют резины, которые затвердевают без термического воздействия (например, прозрачные резины марки Ласил-Т и др.).

Процедура литья с камнями имеет некоторые *особенности*, которые необходимо учитывать на каждом этапе работы.

На этапе изготовления и разрезки резиновых пресс-форм линию разъема не следует проводить на уровне вставок. Камни должны располагаться по одну из сторон от линии разъема. Разрезка пресс-формы существенно упрощается в том случае, когда используются прозрачные резины, которые позволяют рассматривать расположение камней относительно линии разъема и выбирать рациональную линию разреза пресс-формы.

При изготовлении восковой «елочки» восковки рекомендуется закреплять таким образом, чтобы на самый верхний и самый нижний ряд на стояке устанавливались изделия, не содержащие камней. При этом поперечные сечения литников принимают несколько большими, чем при обычном способе литья по выплавляемым моделям.

Закрепка камней в восковые модели может осуществляться крапанами и корнерами. Порядок работ при крапановой закрепке следующий:

1. Изготовление мастер-модели.

2. Подготовка посадочного места в мастер-модели под вставки механической обработкой. Для этой цели устанавливают эталон вставки из стекла или синтетического камня в посадочное место мастер-модели и обжимают крапаны давчиком. Затем разогревают мастер-модель до температуры 600...700 °С и резко охлаждают ее в воде, чтобы разрушить вставку (вставку также можно разрушить закрепочным молотком, не допуская повреждения модели).

3. Изготовление резиновой формы по модели, имеющей загнутые концы крапанов.

4. Изготовление восковых моделей.

5. Закрепка камней в восковые модели.

Корнеры применяются при закрепке прозрачных камней, а также изделий с большим числом вставок. Процесс состоит из следующих этапов:

1. Изготовление металлической мастер-модели.

2. Подготовка посадочного места под вставку (рис. 5.29):
   а) сверление отверстия в мастер-модели под вставку (*1*);
   б) подготовка посадочного места бором соответствующей формы или обработка штихелями (*2*);

в) припасовка вставки (*3*);

г) постановка корнеров в сторону камня боллштихелем (*4*);

д) закрепка корнеров корневерткой (*5*).

3. Подготовка резиновой пресс-формы.

4. Изготовление восковой модели.

5. Устанавка вставки в посадочное место восковой модели и ее закрепление микропаяльником.

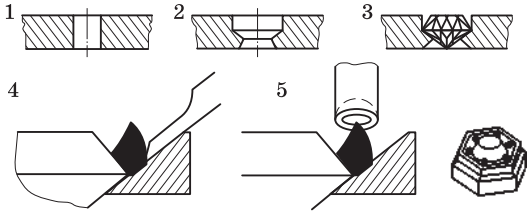


Рис. 5.29. Приемы подготовки и закрепки камней корнерами в восковую модель

Технология ***выплавления воска из формы*** с искусственными камнями практически не отличается от описанной ранее технологии. Однако лучшее качество достигается, когда вытапливание воска осуществляется не в печи, а паром в парогенераторной установке.

Обжиг формовочных масс, содержащих натуральные камни, проводят при более низких температурах (до 630 °С) из-за возможности повреждения камней от действия высоких температур. Однако недостаточная температура обжига приводит к неполному выгоранию углерода, входящего в состав воска, и по этой причине на отливках могут появиться дефекты. Чтобы избежать этого явления, рекомендуется усилить вентиляцию и обеспечить приток воздуха через отверстия в футеровке на дне или дверце печи. Кроме того, рекомендуется устанавливать опоку на некоторой высоте от уровня пода печи.

Обжиг опок может быть осуществлен как в газовых, так и в электрических печах. Охлаждать опоки после обжига следует медленно во избежание резких перепадов температур. Технология обжига опок существенно не отличается от технологии обжига опок для литья по выплавляемым моделям, приведенной ранее. Однако при обжиге

формовочных масс с синтетическими камнями температуру до заданного уровня следует повышать ступенчато (рис. 5.30).

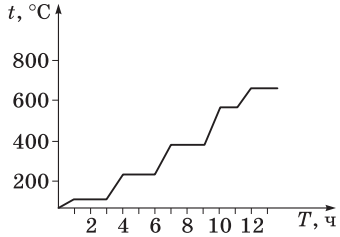


Рис. 5.30. Циклограмма обжига опоки

Для ***литья*** с камнями могут быть использованы центробежные и вакуумные машины. Однако центробежное литье сопровождается термическим и гидравлическим «ударом», который может привести к повреждению камней. В связи с этим литники восковых моделей рекомендуется присоединять к восковому блоку «ветками» вниз, чтобы ослабить действие центробежных сил на расплав. Более благоприятным считается вакуумный способ литья, который не вызывает резких перепадов давления и температуры в форме при заливке металла. Однако в этом случае существует вероятность недозаливки форм, особенно вокруг вставок. Наилучшее качество отливок с камнями достигается при литье на специальных видах оборудования. К их числу относятся литейные установки марки J-Series Neutec компании «Neutec» (рис. 5.31), в которых вакуумное литье сопровождается созданием дополнительного повышенного давления над формой с использованием инертных газов.



Рис. 5.31. Общий вид индукционных вакуумных машин J-Series Neutec

Охлаждение и ***очистка опоки.*** Технологический маршрут изготовления отливок завершается охлаждением опоки, очисткой, отделением и отделкой отливок.

Время и способ *охлаждения опоки* зависят от материала сплава. Так, желтое золото 585-й пробы охлаждают на воздухе, пока не исчезнет краснота литниковой чаши, после чего охлаждение продолжают в воде. Сплав белого золота, содержащий никель, охлаждают на воздухе в течение 20 мин, а затем в теплой воде или водном растворе спирта. Охлаждение металла в масле приводит к повышению пластичности сплава в отличие от охлаждения в воде. Золото 750-й пробы охлаждается на воздухе до комнатной температуры. Сплав платины охлаждают сначала в течение 10 мин на воздухе, а затем — в воде.

Очистка блока отливок заключается в удалении с их поверхности пригара, остатков формовочной смеси. Она может осуществляться вручную в ванночке с помощью щетки, в специальной изолированной камере, парогенераторной установке, ультразвуковой ванне. В специальной изолированной камере очистка проводится струей воды (рис. 5.32, *а*). В парогенераторной установке очистка отливок от формовочной смеси осуществляется при высокой температуре



Рис. 5.32. Оборудование для очистки отливок:
а — водоструйная камера Aqua-Jet Vetter Technik; *б* — паровая мойка Elmasteam ES10; *в* — пистолет для паровой мойки

струей пара, подаваемого под давлением через специальный пистолет (рис. 5.32, *б*, *в*). Это наиболее эффективный способ очистки отливок.

Очистка в ультразвуковой ванне осуществляется окунанием изделий в ванну, в которой возбуждаются акустические колебания частотой 44 кГц (рис. 5.33). От действия знакопеременных напряжений в жидкости образуются кавитационные пузырьки, которые, разрываясь при соударении с встречающимися на своем пути препятствиями, разрушают их поверхностные слои. Таким образом, кавитация способствует размыванию формовочной смеси и очищению отливки. Для безопасности и удобства очистки отливок в ультразвуковой ванне пользуются пинцетами и ситами.



Рис. 5.33. Ультразвуковая ванна

После очистки отливки подвергают травлению в 70%-ной плавиковой кислоте HF.

Завершающий этап работы заключается в *отделении изделий от литниковой системы*. Обрубка проводится вручную кусачками (рис. 5.34), бокорезами, лобзиками или механизированным способом с помощью механизированных кусачков (рис. 5.35), педальных станков и т.д. Механизированный способ позволяет выполнить работу с высокой производительностью, не затрачивая физических усилий.

После отделения отливки от литниковой системы необходимо осуществить *опиливание заусенцев* напильником, надфилем или шлифование при помощи бормашинки.



Рис. 5.34. Кусачки ручные



Рис. 5.35. Кусачки механизированные

Окончательную отделку отливок проводят для достижения высокого качества поверхности. Ввиду трудоемкости этой операции обработку фасонных поверхностей осуществляют с помощью различных устройств в среде свободного абразива, пескоструйным способом или электрохимической полировкой.

5.8. Виды дефектов отливок

Дефекты в отливках могут быть вызваны различными причинами, основной из которых является несоблюдение технологического режима плавки и литья [40].

В отливках могут образовываться следующие дефекты: усадочные поры и пористость, раковины, недозаливка, потеки, сыпь, рыхлость, трещины, шлаковые включения, шероховатость, неслитины, ликвационная непробность и пр. (рис. 5.36). Во многих случаях эти дефекты являются следствием образования газов в процессе

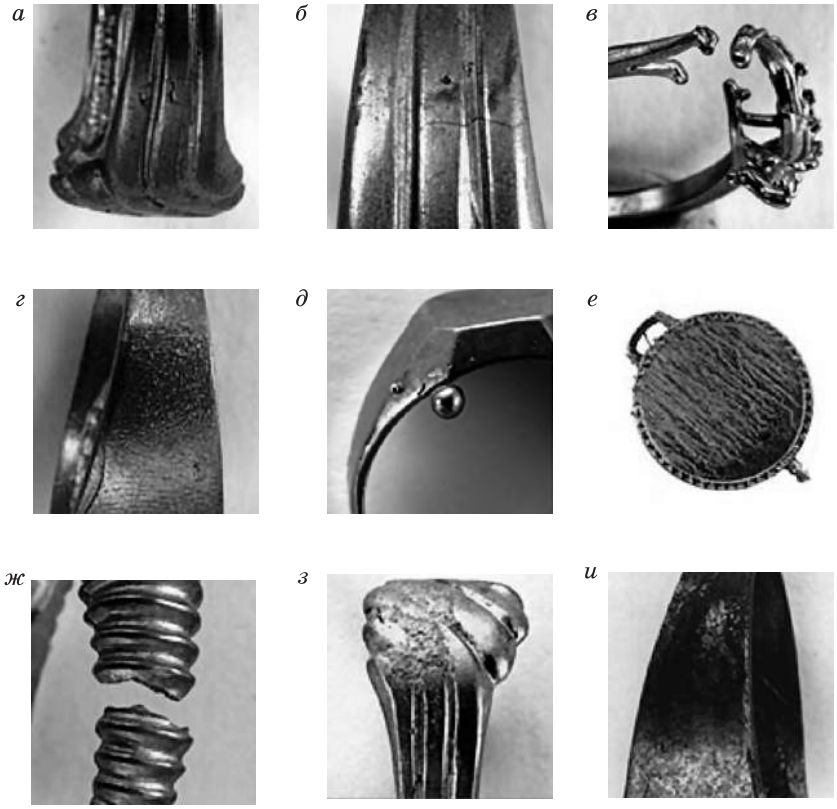


Рис. 5.36. Виды дефектов на отливках:
а — усадочные поры; *б* — газовые поры; *в* — недозаливка; *г* — шероховатость; *д* — наплывы; *е* — потеки; *ж* — хрупкий излом; *з* — раковины; *и* — потемнение

плавки и литья. Они появляются при несоблюдении температурного режима прокалки тигля и изложницы, при завышении температуры расплава или при использовании загазованной шихты.

Рассмотрим подробнее причины образования некоторых дефектов отливок.

Усадочные раковины возникают:

- из-за неравномерной кристаллизации участков металла по сечению, в результате чего на поверхности во время застывания образуются разрывы в виде пор;

- при неправильном соединении модели и литника. Литник рекомендуется присоединять к массивной части модели, чтобы обеспечить подпитку металлом;
- из-за узкого сечения литника, не обеспечивающего своевременное поступление расплава в форму;
- от перегрева опоки с формомассой;
- при ускоренном охлаждении моделей, близко расположенных к основанию опоки.

Трещины (разрывы) образуются в местах перехода от меньшего сечения отливки к большему, в углах и сопряжениях с малыми радиусами закругления.

Пористость проявляется в виде маленьких некруглых, угловатых дырочек на поверхности отливок или под поверхностным слоем металла. Поры являются результатом образования газов, выделяющихся при взаимодействии металла с формовочной смесью, при наличии примесей в металле. Пористость образуется в результате нарушения технологического режима плавки и литья, в частности:

- при продолжительном охлаждении отливки в результате длительного контакта поверхности металла с формовочной массой;
- неполной выдержке опоки в процессе обжига с образованием газов вследствие неполного выгорания углерода в воске;
- высокой концентрации выделяющихся из опоки газов из-за слабой циркуляции воздуха в печи;
- перегреве опоки, который приводит к образованию сернистых газов из сульфатов кальция в формовочной смеси;
- чрезмерном количестве старого скрапа металла, содержащего различные примеси;
- высоком уровне кислорода в пламени газовой горелки.

Недолив металла появляется от неполного заполнения формы металлом. Он возникает в следующих случаях:

- при недостаточном прогреве опоки или недостаточной температуре нагрева расплава;
- неполном вакууме и нарушении герметичности стыков литейной машины или опоки;
- недостаточной скорости вращения центробежной машины;
- неправильно выбранной системе литников, которая не обеспечивает своевременное поступление металла в каналы формы;

- ускоренном обжиге опоки и непрогреве объема формовочной массы.

Причинами повышенной ***шероховатости*** поверхности отливок являются:

- дефекты и грубая шероховатая поверхность мастер-модели;
- избыток талька или спрея на поверхности резиновой пресс-формы;
- разрушение формовочной массы при испарении паров и газов в результате перегрева расплава или опоки;
- резкие перегибы в системе литников, образующие завихрения расплава;
- ускоренный нагрев формовочной массы при обжиге, вызывающий эрозию формы и кипение воска;
- повышенная влажность формовочной массы из-за недостаточного времени сушки и завышенного содержания воды в смеси.

Наплывы и пустоты металла образуются из-за недостаточного перемешивания формовочной массы, вакуумирования или вибрации. Они появляются, как правило:

- при повышенной вязкости и плотности формовочной массы, что препятствует отводу газов;
- образовании газовых пузырей и загрязнений на поверхности восковой модели.

Литьевые наплывы проявляются в виде избыточного металла по внешней стороне отливки. Причиной такого рода дефектов могут являться:

- образование паров воды при слишком быстром обжиге, разрыхляющем структуру формовочной массы;
- несоблюдение сроков и правил хранения формовочной массы;
- большая скорость нагрева опоки, приводящая к кипению влаги в формовочной массе.

Потеки проявляются в виде полос на поверхности отливки. Они возникают при нарушении условий схватывания формовочной массы при обжиге.

Перекосы образуются в результате смещения одной части отливки относительно другой.

Хрупкий излом отливок возникает из-за плохого качества металла, содержащего оксиды и сульфиды. Причиной хрупкого излома может быть также:

- нарушение температурного режима нагрева металла или опоки (т.е. недогрев);
- неправильная система расположения литников и неправильные размеры их сечений;
- загрязненность металла примесями;
- ударные нагрузки при выбивке и очистке.

Потемнение цвета отливки вызвано окислением ее поверхности. Причиной тому является:

- превышение допустимой температуры обжига, вызывающее разрушение гипсового компонента и образование сернистых газов, которые взаимодействуют с поверхностью отливки;
- использование окислительного флюса вместо борной кислоты или борных флюсов;
- завышенная доля вторично используемого металла в сплаве.

Включения — это инородные материалы и частицы формовочной массы, попадающие в металл в результате реакций взаимодействия оксидов и сульфидов меди и серебра. Они образуются:

- при откалывании частичек формовочной массы в острых углах и местах резких перегибов литниковых систем;
- отслоении частиц и крошек от старых тиглей;
- образовании оксидов из-за скопившихся в тигле шлаков.

Неслитины образуются из-за несоблюдения температурного режима при заливке и плавке. Они возникают, когда встречные потоки расплава не сходятся между собой и образуется недолив металла в полости формы.

Ликвационная непробность возникает при недостаточном перемешивании расплава перед заливкой и несоблюдении пропорций составляющих шихты. Ликвация представляет собой неоднородность сплава по химическому составу. Она бывает зональной (неоднородность химического состава в различных частях отливки) и внутрикристаллической (неоднородность химического состава внутри зерна).

Шлаковые включения образуются при многократном переплаве сплавов, а также при недостаточном количестве флюсов в тигле при плавке металла.



Рис. 1.36. Искусственные алмазы



Рис. 1.37. Бриллианты различной окраски из искусственных алмазов



Рис. 1.38. Фианиты



Жемчуг акойя Черный жемчуг

Рис. 1.39. Разновидности жемчуга



Оникс Сердолик



Цитрин Яшма

Рис. 1.40. Ювелирные камни



Рис. 7.11. Изделия с нанесенными гранями



Рис. 9.3. Изделия из филиграни

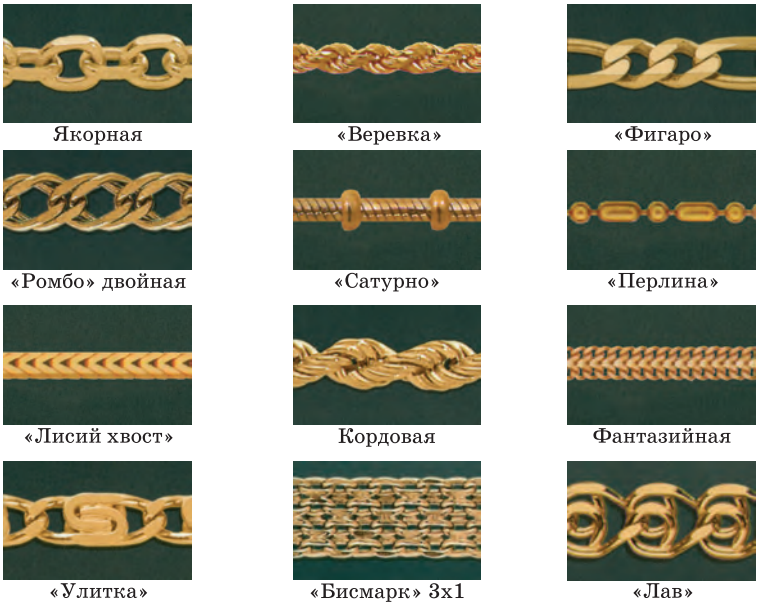


Рис. 10.5. Разновидности ювелирных цепочек

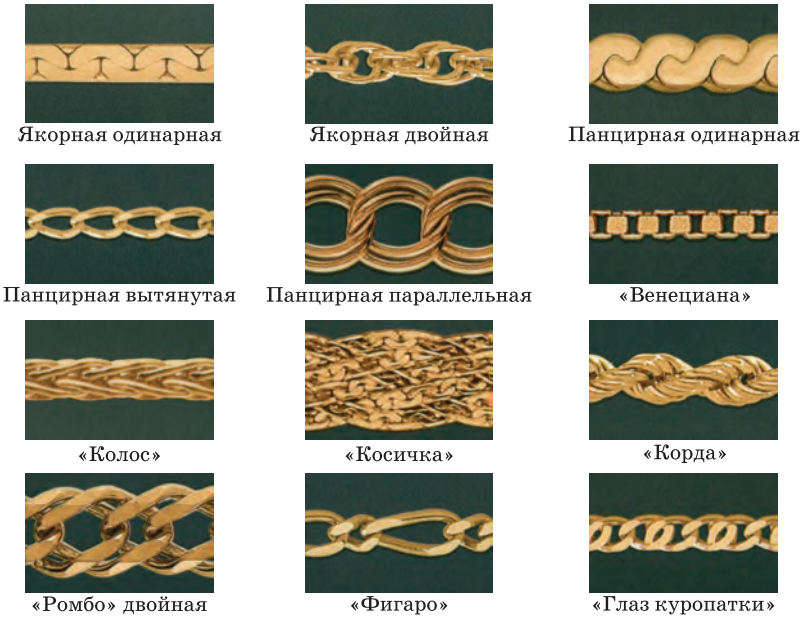


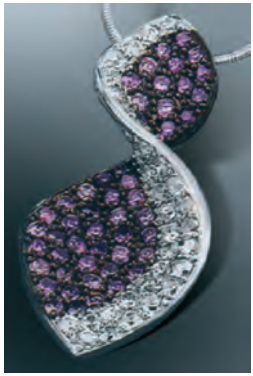
Рис. 10.28. Разновидности цепочек после сколотки



Каре



Фаденовый



Тиктовый («паве»)

Рис. 11.8. Разновидности корнеровых кастов



Рис. 11.9. Кармезиновая оправа



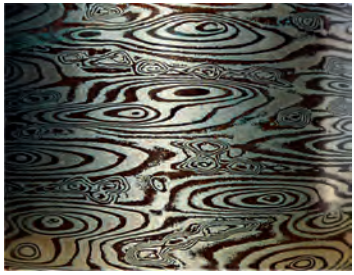




Рис. 12.5. Изделия, полученные технологией макуме-гане

6 МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Методы обработки металлов давлением являются одним из наиболее известных способов получения заготовок во всех металлообрабатывающих отраслях промышленности, в том числе и в ювелирном производстве, благодаря простоте реализации процессов, малой трудоемкости, экономичности. Значение и роль технологических операций обработки металлов давлением возрастает с увеличением серийности производства. Обработка металлов давлением используется для разделения материала, формообразования, декоративной отделки.

6.1. Основы деформации металлов

Производство заготовок методами обработки металлов давлением (ОМД) занимает значительную долю в общем объеме работ ювелирного производства, поскольку представляет малоотходную и производительную технологию переработки металлов. Эти методы основаны на изменении формы и размеров пластичных материалов путем их деформирования в твердом состоянии. Прокатка, волочение, профилирование, тиснение, чеканка, объемная и листовая штамповка, рихтовка, раскатка — это неполный перечень применяемых в ювелирном производстве методов пластической деформации.

Процессы пластической деформации протекают в тех случаях, когда потенциальная энергия упругой деформации достигает определенного значения. Пластической деформации предшествует начальная упругая деформация материала в пределах пропорциональности $\sigma_{пц}$ и предела упругости $\sigma_{у}$. Проявление действия упругих и пластических деформаций в пластичном материале демонстрируется на типовой диаграмме при одноосном растяжении цилиндрического образца (рис. 6.1).

Действие упругих свойств материала от внешней нагрузки проявляется на диаграмме на участке до точки *A*, которая соответствует

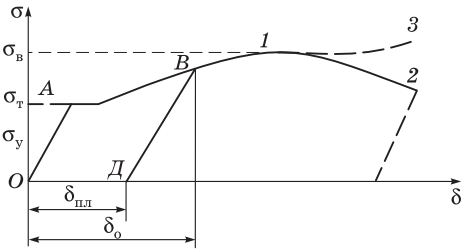


Рис. 6.1. Диаграмма растяжения пластичных материалов

пределу упругости $\sigma_у$. Пластические деформации на этом участке не возникают. Если устранить внешнюю нагрузку в пределах участка *АО*, то материал вернется в прежнее состояние, т.е. восстановит свои первоначальные размеры. Пластические деформации начинают проявляться за пределами текучести $\sigma_т$ (за точкой *А*). Материал удлиняется по всей длине образца в результате одновременного действия упругих и пластических деформаций. Это подтверждается тем, что при снятии нагрузки с испытуемого образца в любой произвольной точке на данном участке его возврат в исходное положение наблюдается на диаграмме не вдоль вертикальной линии, а по наклонной линии, параллельной линии *ОА*. Так, прекращение действия силы в точке *В* приводит к возврату образца в новое деформированное состояние по линии *ВД*. Участок диаграммы $\delta_{пл}$ будет соответствовать действию пластической деформации образца, а участок $\delta_о$ — действию суммарной (упругой и пластической) деформации. При повторном нагружении образца растягивающей силой смещение наблюдается не по первоначальной линии нагружения *ОАВ*, а по линии *ОДВ*, что демонстрирует результат сохранившейся величины полученной ранее пластической деформации, которой соответствует участок *ОД*.

Наибольшего значения кривая достигает в точке *1*. Эта точка соответствует величине предела прочности материала $\sigma_в$. На протяжении всего участка диаграммы от точки *А* до точки *1* происходит растяжение вдоль всей длины образца. Дальнейшее увеличение действующей на образец силы за пределами точки *1* приводит к образованию местной деформации в виде сужающейся шейки на отдельном участке. Вся приложенная к образцу нагрузка теперь действует только на эту шейку. Уменьшение площади поперечного сечения

шейки вызывает в образце резкое увеличение напряжения, которое завершается окончательным разрывом образца в самом узком месте сечения. Разрыв образца соответствует точке *3* диаграммы. Однако при расчетах напряжения в сечении используют первоначальную величину площади сечения. Этому значению напряжения соответствует точка *2* диаграммы растяжения. Учитывая, что за пределами точки *1* происходит сильное разрушение материала, в основу расчетов материалов на прочность положено значение предела прочности $\sigma_в$. Установлено, что между твердостью по Бринеллю и пределом прочности цветных и драгоценных металлов существует пропорциональная зависимость, выражаемая формулой $\sigma_в = (4...5)$ НВ.

Очевидно, именно данный участок диаграммы (от точки *A* до точки *1*) представляет особый интерес для изучения процессов обработки металлов давлением.

6.2. Технология прокатки

Пластическая деформация в процессе прокатки протекает в одной или двух плоскостях. Рассмотрим схему одноосного пластического деформирования при сжатии элементарного участка.

Деформация сжатия вызывает уменьшение одного или двух поперечных размеров в поперечном сечении при одновременном удлинении материала в третьем измерении. Нанесем сетку на боковую поверхность металлического образца квадратного сечения и приложим усилие сжатия по двум торцам, чтобы вызвать пластическую деформацию. Сетка исказится и сместится в боковые стороны (рис. 6.2). При этом видно, что контактируемые поверхности подверглись изменению в незначительной степени вследствие действия сил трения.

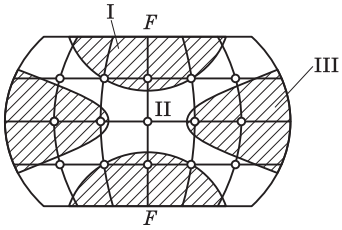


Рис. 6.2. Зоны деформации образца при сжатии

Участки образца получают различную степень деформации. Горизонтальные линии смещаются параллельно вниз, а вертикальные выгибаются в наружные стороны. В рассматриваемом поперечном сечении образца можно выделить три зоны в зависимости от степени полученной деформации. Участок *I*, являющийся поверхностью трения, представляет собой зону незначительной деформации металла. Участок *II* расположен в центральной зоне и в нем деформации не наблюдаются. Участок *III* является зоной с наибольшими деформациями. При этом вертикальная линия *F–F* в сечении остается неизменной. Она является линией раздела текучести; относительно нее происходит смещение материала в боковые стороны.

Прокатка представляет собой процесс формоизменения материала при его обжатии между двумя вращающимися валками.

В зависимости от температурного состояния металла прокатка может быть *горячей* (заготовка находится в горячем состоянии) или *холодной*.

В зависимости от направления движения существуют три способа прокатки: продольная, поперечная и поперечно-винтовая. При *продольной* прокатке направление движения заготовки совпадает с направлением вращения валков. При *поперечной* прокатке валки с параллельными осями вращаются в одну сторону, приводя во вращение заготовку. *Поперечно-винтовая* прокатка проводится в винтовых калибрах или валках, профиль которых постепенно приближается к форме и размерам готового изделия. Она применяется для получения шаров, втулок из трубных заготовок и пр.

В ходе прокатки в промежутке между валками протекают аналогичные процессы, что и при сжатии. Обжатие металла в прокатных валках происходит по такой же схеме, что и обжатие между двумя плоскими поверхностями (рис. 6.3, *а*), с той лишь разницей, что вращающиеся валки можно рассматривать как наклонные поверхности давления, между которыми металл продвигается под действием сил внешнего трения. Деформированная зона заготовки в пределах центрального угла захвата α при прокатке имеет те же закономерности, что и при одноосном сжатии. Отличие в схеме деформирования заключается в том, что силы действуют на образец по наклонным поверхностям валков, вытесняя материал в одну сторону и образуя при этом несимметричные зоны относительно линии раздела текучести *F–F* (рис. 6.3, *б*).

Линия раздела текучести также смещается влево и не проходит по линии симметрии. Металл частично вытесняется в сторону противоположную направлению своего движения. Эту зону называют *зоной обратного подъема*. Справа от линии *F–F*, в зоне угла γ, металл смещается вперед, образуя *зону опережения*. В пределах угла β металл начинает двигаться с меньшей скоростью, чем в зоне угла γ. И только в области линии раздела текучести *F–F* металл движется со скоростью вращения валков. В центральной зоне поперечного сечения возникают незначительные деформации, такие же, как и при одноосном сжатии.

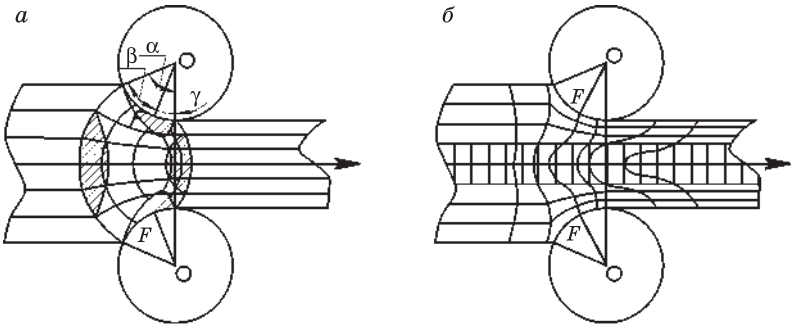


Рис. 6.3. Схема деформации при прокатке:
а — образование конуса текучести; *б* — образование линии деформаций

Степень деформации металла в поперечном сечении оценивается количественными показателями. По высоте деформированного металла она оценивается разностью толщины металла до и после обжатия:

$$\Delta h = h_0 - h_1,$$

где h_0 и h_1 — исходная и конечная толщина металла при обжатии соответственно.

Величина Δh называется *степенью обжатия*. Отношение показателя Δh к исходной толщине сечения h_0 называется *относительным обжатием*:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0}.$$

По ширине степень деформации оценивается разностью ширины металла до и после прокатки и называется *уширением*:

$$\Delta b = b_0 - b_1.$$

Относительное изменение ширины можно рассчитать по формуле

$$\beta = \frac{\Delta b}{b_0}.$$

Обжатие металла по высоте в процессе прокатки сопровождается удлинением материала. Отношение длины материала после обжатия l_1 к первоначальной длине l_0 называется *вытяжкой*:

$$\lambda = \frac{l_1}{l_0}.$$

Величину вытяжки за один проход металла принимают λ = = 1,1...1,6.

Поскольку объем деформированного материала не изменяется, произведение трех относительных показателей можно принять равным единице, т.е.

$$\varepsilon\beta\lambda = 1.$$

Рассмотрим действие сил и условие захвата прокатываемого металла на участке контакта валков радиусом R по длине AB (рис. 6.4). Этот участок контакта называется *поясом деформации*, дуга AB — *дугой захвата,* а угол α, ограничивающий дугу захвата, — *углом захвата*. Величину угла захвата можно рассчитать по формуле

$$\cos\alpha = 1 - \frac{h_0 - h_1}{2R}.$$

Длину дуги захвата рассчитывают по формуле

$$l_q = \frac{\pi R\alpha}{180}.$$

Учитывая, что угол захвата весьма мал (он составляет менее 20°), дугу захвата можно принять равной хорде AB, т.е.

$$l_q = R\Delta h.$$

В области участка AB действуют две силы: нормальная сила N и касательная сила трения T. Условием втягивания металла в зону

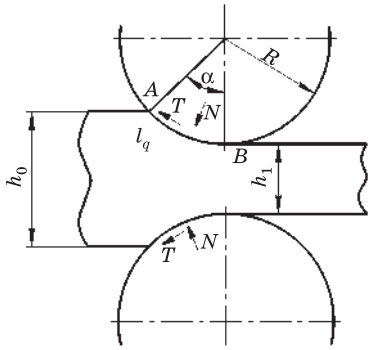


Рис. 6.4. Схема действия сил при прокатке

деформации является превышение величины силы трения над нормальной силой сжатия, т.е. $T > N$.

Согласно закону Кулона — Амонтона сила трения зависит от коэффициента трения f и величины нормальной силы:

$$T = Nf.$$

Отсюда

$$f = \frac{T}{N}.$$

Заготовка будет захвачена, если $T\cos\alpha > T\sin\alpha$.

После подстановки значений T получим $f > \operatorname{tg}\alpha$, т.е для обеспечения захвата заготовки необходимо, чтобы тангенс угла захвата был меньше коэффициента трения.

Разновидностью прокатки является ***вальцовка***, отличающаяся тем, что пластическая деформация осуществляется не на всю длину заготовки, а лишь на ограниченном участке.

Прокатку осуществляют в специальных устройствах с ручным или электромеханическим приводом, которые называется ***прокатными вальцами***. Рабочим инструментом при прокатке являются ***валки***. По конструктивному исполнению валки могут быть гладкими или профильными.

Гладкие валки имеют гладкую цилиндрическую поверхность.

Профильные валки имеют различные профили в виде проточек-желобов. Каждая проточка называется ручьем. Просвет *2*, образованный двумя ручьями совмещенных валков *1*, называется калибром

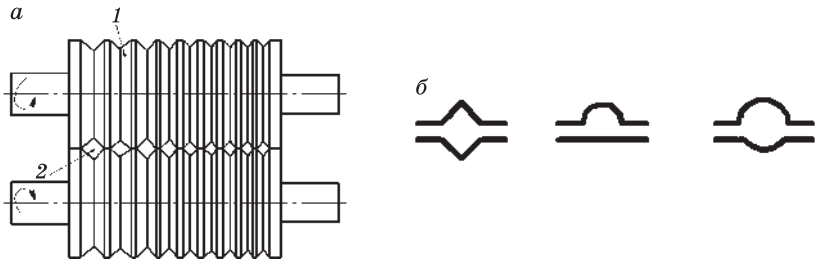


Рис. 6.5. Калибровочные прокатные валки (*а*) и формы калибров (*б*)

(рис. 6.5, *а*). Пара профильных валков с множеством ручьев образует систему калибров.

Наибольшее применение нашли в основном квадратные, сегментные и круглые калибры (рис. 6.5, *б*). Квадратный калибр образуется двумя равнобедренными треугольниками; сегментный — с одной стороны гладким валком без ручья, с другой — ручьем овального профиля. Сегментная калибровка используется для получения обручальных колец и профилей шинок различных колец. Круглый калибр образуется двумя полуокружными профилями. Его применяют при профилировании катанки с круглым поперечным сечением.

Ручьи могут иметь также определенный узорчатый рисунок, в который вдавливается изделие. В результате на нем отпечатывается заданный рисунок в зеркальном отражении.

Поперечное сечение прокатанного металла называется *профилем*, а сами обработанные изделия — *прокатом*. В зависимости от формы профиля сечения различают прокат листовой и профильный (в виде угольников, шестигранных прутков и т.п.).

Ручные вальцы применяют при малых объемах производства. Они работают по следующему принципу (рис. 6.6).

Боковые стенки *2* соединены между собою нижней опорной *1* и верхней *3* плитами. Между ними размещаются рабочие валки *4* и *5*. Верхний валок *4* может смещаться в вертикальном направлении. На одном конце валков установлены дополнительные втулки-валки *6* и *7*, а на другом — пара зубчатых колес *8* и *9* привода ручного вращения от рычага *10* и рукоятки *11*. Привод обеспечивает синхронное вращение валков в противоположные стороны. Над верхней плитой установлены винты вертикального перемещения верхнего валка.

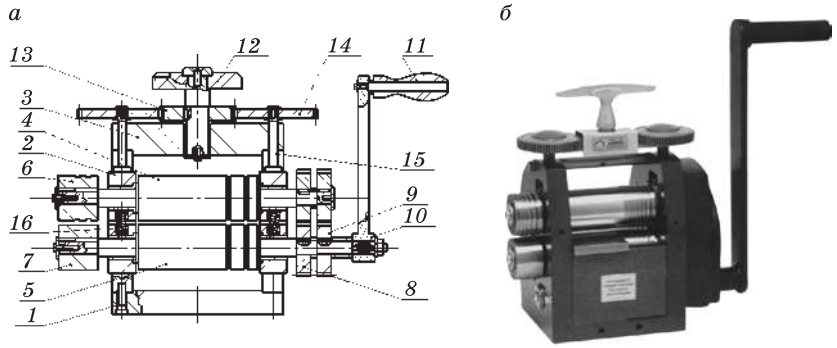


Рис. 6.6. Ручные вальцы:
а — схема; *б* — внешний вид

Механизм вертикального перемещения верхнего валка состоит из центральной оси с широким зубчатым колесом, маховика, пары зубчатых колес для синхронного подъема опор валка и винтового механизма. Он обеспечивает одинаковое двухстороннее смещение концов верхнего валка при вращении маховика *12* через зубчатые колеса *13* и *14* на винты *15*. Боковые стенки и опорная плита могут быть выполнены цельными литьем из чугуна и составными из стали. Стойки имеют направляющие, в которые устанавливаются опоры валков. Между валками помещаются упругие пружины сжатия *16*, поддерживающие верхний валок в установленном положении по высоте.

Электромеханические вальцы снабжены приводом вращения (рис. 6.7). Они могут иметь одностороннее или двухстороннее исполнение. Электромеханические вальцы применяются в серийном и массовом производстве. Для их настройки следует провести предварительный расчет числа проходов и степени обжатия. В качестве примера ниже приведен расчет для прокатных вальцов модели LS-400 фирмы МДМ для прокатки полосы из сплава ЗлСрМ 585–80 толщиной 0,8 мм. Допустимая степень обжатия сплавов золота до проведения отжига составляет: СрМ 925 и ЗлСрМ 585–80 — до 70 %, ЗлСрПд 585–280–100 и ЗлСрПд 375–287–100 — до 40 %.

Исходными данными для расчета являются: диаметр валков $Д_в = 250$ мм; частота вращения валков $n = 20$ мин$^{-1}$; исходная ширина слитка $B = 50$ мм; исходная толщина слитка $H = 6$ мм (соблю-



Рис. 6.7. Вальцы двухсторонние с электромеханическим приводом

дается соотношение $B/H > 5$); мощность двигателя привода вальцов $N = 10$ кВт.

Максимальное обжатие за один проход определяется по формуле

$$\Delta h_{\max} = \frac{9\,750\,000N}{nkBr},$$

где N — мощность двигателя, кВт; n — частота вращения валков, мин$^{-1}$; k — удельное усилие, МПа (для сплава ЗлСрМ 585–80 $k = 490$ МПа); B — ширина слитка, мм; r — радиус валков, мм.

$$\Delta h_{\max} = \frac{9\,750\,000 \cdot 10}{20 \cdot 490 \cdot 50 \cdot 125} \approx 1{,}6 \text{ мм}.$$

Начальная величина обжатия до промежуточного отжига в зависимости от допустимой степени обжатия (для сплавов ЗлСрМ 585–80 — 70 %) составляет $\varepsilon = h_1/H = 0{,}7$.

Отсюда

$$h_1 = 0{,}7H = 0{,}7 \cdot 6 = 4{,}2 \text{ мм}.$$

Толщина полосы после двух проходов прокатывания ($a_1 = 2$) равна:

$$h_2 = H - a_1\Delta h_{\max} = 6 - 2 \cdot 1{,}6 = 2{,}8 \text{ мм}.$$

Максимальное обжатие после отжига за один проход по условию захвата при угле захвата $\alpha = 84°$ составляет:

$$\Delta h = 2r(1 - \cos\alpha) = 2 \cdot 125(1 - 0{,}9962) = 0{,}95 \text{ мм}.$$

Величина обжатия ε после промежуточного отжига в зависимости от допустимой степени обжатия (для сплава ЗлСрМ 585–80 — 90 %) составляет:

$$\varepsilon = \frac{h_3}{h_2} = 0{,}9;$$

$$h_3 = 0{,}9h_2 = 0{,}9 \cdot 2{,}8 = 2{,}52 \text{ мм}.$$

Число проходов после отжига равно:

$$a_2 = \frac{h_3}{\Delta h} = \frac{2{,}52}{0{,}95} \approx 2{,}65.$$

Если принять число проходов равное двум, то для получения полосы толщиной 0,8 мм необходимо осуществить два прохода с величиной обжатия 0,95, а третий провести после отжига с величиной обжатия 0,1 мм.

Технологический процесс ***прокатки*** металла включает различные виды операций. В качестве примера приводится типовой технологический процесс прокатки на электромеханических вальцах.

005 Перемещение.

Получить металл (слиток, полосу, ленту) в кладовой по массе.

010 Контроль.

Проверить внешний вид полученного металла на отсутствие трещин, раковин, грязи, пыли.

015 Прокатка.

1. Прокатать предварительно слиток в полосу.

2. В ходе прокатки протирать поверхность валков и прокатываемого слитка спирто-ацетоновой смесью. Угол захвата 5°.

020 Термическая.

Отжечь прокатанный металл (слиток, полосу, ленту) в соляной ванне (натрий углекислый Na_2CO_3, ГОСТ 83–79) прямого нагрева.

025 Прокатка.

1. Прокатать полосу до заданной толщины.

2. В ходе прокатки протирать поверхность валков и прокатываемого слитка.

030 Контрольная.

Проверить внешний вид прокатанного металла (слитка, прутка, ленты) на отсутствие вмятин, трещин, инородных включений, расслоения.

Прокатку заготовки проводят только в одном направлении. Степень обжатия металла должна быть ограничена, поскольку превы-

шение ее величины выше допустимой может привести к наклепу, образованию повышенных напряжений в сечении металла, неравномерной деформации по сечению, боковых надрывов, складок и разрывов на концах полос заготовок. Эти нежелательные явления устраняются проведением своевременного рекристаллизационного отжига. Однако частота проведения отжига должна быть регламен-

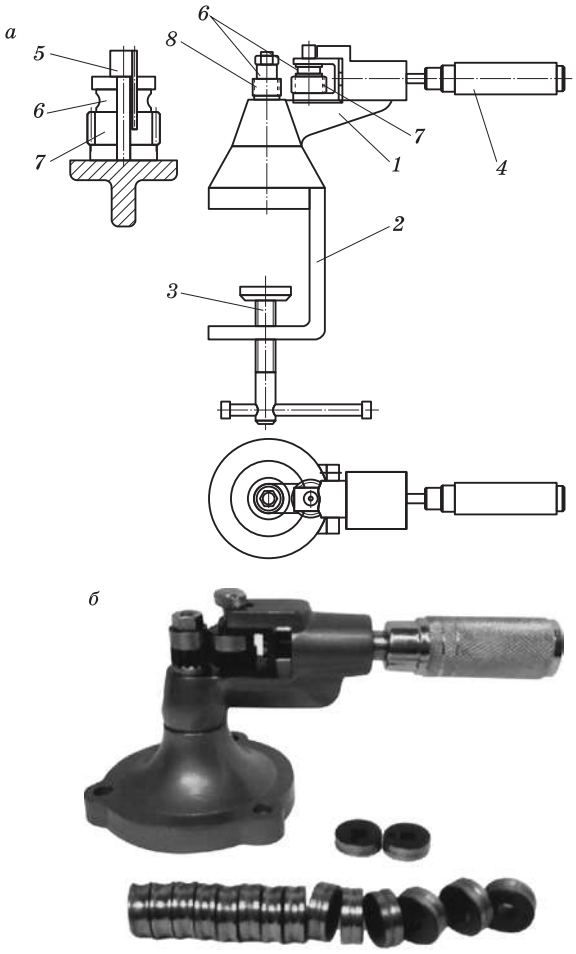


Рис. 6.8. Приспособление для раскатки колец:
а — схема устройства; *б* — общий вид

тирована, так как большое количество отжигов приведет к изменению механических свойств металла. Так, например, отжиг сплавов золота рекомендуется проводить после уменьшения толщины сечения образца при прокатке на 50 %.

Разновидностью прокатки металлов можно считать процесс ***раскатки колец***, который носит также название ***ротационное деформирование***. В ювелирном производстве данную операцию выполняют для увеличения диаметра колец в специально предназначенном приспособлении. Устройство для раскатки состоит из основания *1* со струбциной *2* и винтовым прижимом *3* (рис. 6.8).

Раскатку проводят ручным вращением рукоятки *4* вокруг оси. Рабочими инструментами для раскатки служат два сменных ролика *6*, приводимые во вращение парой зубчатых колес *7* и *8*. Штифт *5* служит для фиксации ролика *6* на оси.

6.3. Технология волочения

Другим не менее важным по значимости методом пластической деформации является волочение. ***Волочение*** представляет собой процесс обработки давлением прутковой, проволочной, трубчатой или профильной заготовки через коническое отверстие, сопровождающийся уменьшением поперечного сечения заготовки.

Схема деформирования металла при волочении аналогична схеме деформирования при прокатке. Отличие заключается в том, что прокатка характеризуется одноосным сжатием металла, а волочение — двухосным сжатием образца, осуществляемым в коническом отверстии инструмента. И если при одноосном растяжении к телу прикладывается лишь одно усилие P, то в сечении площадью F возникает также нормальное напряжение $\sigma_1 = P/F$. При двухосном сжатии тело подвергается деформированию с двух сторон, в результате чего в нем действуют два нормальных напряжения (σ_1 и σ_2), а в случае трехосного сжатия — три нормальных напряжения. При таких сложных схемах нагружения, когда к телу приложено несколько сил, действующих в разных направлениях, выделяют элемент, в котором действуют три главных нормальных напряжения σ_1, σ_2, σ_3 по трем перпендикулярным плоскостям. Индексы этим напряжениям присваивают таким образом, чтобы соблюдалось соотношение $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$.

В зависимости от направления действия напряжения могут быть растягивающими или сжимающими. Суммарное действие напряжений определяется величиной главного напряжения:

$$\sigma_i = \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2} \ .$$

Другое различие в механизме деформирования процессов прокатки и волочения заключается в том, что в первом случае захват и движение металла вызываются силами трения, возникающими между заготовкой и валками, а во втором — действием одной растягивающей силы, приложенной вдоль оси заготовки.

Инструментом при волочении является ***фильера* (*матрица*).** Деформация заготовки происходит в рабочей зоне отверстия фильеры, которую можно разделить на четыре участка в зависимости от их функционального назначения (рис. 6.9). Входная распушка *1* служит для подачи смазки и предохранения заготовки от задиров. Рабочий конус *2* выполняет обжатие заготовки до заданного размера. Калибрующий поясок *3* осуществляет калибрование формы поперечного сечения и обеспечивает достижение заданной точности заготовки. Выходная распушка *4* предохраняет кромки фильеры от выкрашивания, а также от задиров при выходе проволоки из фильеры. Угол рабочего конуса при волочении прутков и проволоки со сплошным сечением принимают 6°, а при волочении трубчатых и пустотелых заготовок — 10...15°. Длина калибрующего пояска составляет 3...7 мм для прутковых и проволочных заготовок, 1...3 мм — для трубчатых и пустотелых заготовок.

Для повышения износостойкости фильеры могут быть изготовлены из алмаза или твердого сплава. *Алмазную фильеру* применяют для получения проволоки очень малого сечения (менее 1 мм) из пластичных, в том числе драгоценных металлов. *Твердосплавные круглые фильеры* применяют в поточном производстве. Их запрессовывают в прямоугольную стальную пластину в несколько рядов. Под каждой вставкой наносится маркировка, обозначающая размер калиброванного отверстия.

Ранее было отмечено, что при волочении в зоне деформирования металла происходят такие же процессы, что и при прокатке. Наружные слои металла при движении удерживаются трением о рабочий конус фильеры, а осевые слои остаются неизменными.

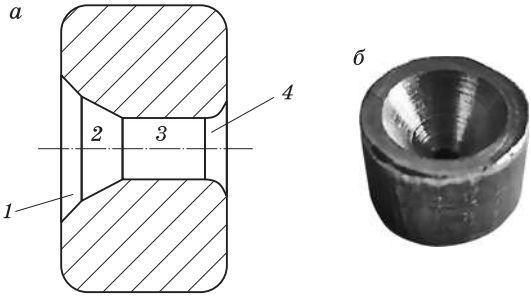


Рис. 6.9. Поперечное сечение (*а*) и общий вид (*б*) фильеры

На коническом участке фильеры на материал действуют растягивающие напряжения в осевом направлении и сжимающие — в радиальном. Оптимальный угол конического отверстия составляет 15...20°. Увеличение угла может привести к обрыву заготовки. Как и в случае прокатки, металл за пределами контакта с инструментом течет ускоренно в направлении своего движения. Степень деформации при волочении имеет также ограничения из-за возможности разрыва материала при растяжении. Она составляет для одного прохода не более 20...25 %.

Волочение в ювелирном производстве проводят вручную и на волочильном станке.

Ручное волочение осуществляют для получения проволоки небольшой длины диаметром до 2 мм с помощью специальных ***щипцов-клещей*** (***цицанги***) (рис. 6.10, *а*). Инструментом для ручного волочения служит комбинированный инструмент в виде специальной металлической пластины, который называется ***волочильной доской*** (рис. 6.10, *б*). Она изготавливается из инструментальной стали. Волочильная доска имеет многочисленные отверстия-фильеры. Поперечная форма этих отверстий может быть круглой, треугольной, квадратной, фасонной и пр. Отверстия расположены на равном расстоянии один от другого и их размеры в каждом ряду уменьшаются через равные интервалы.

Волочильные доски характеризуются количеством отверстий, их формой, минимальным и максимальным диаметром, шагом отверстий. Шаг принимают равным 0,02 мм для отверстий диаметром до 0,5 мм; 0,05 мм — для отверстий диаметром более 0,5 мм.

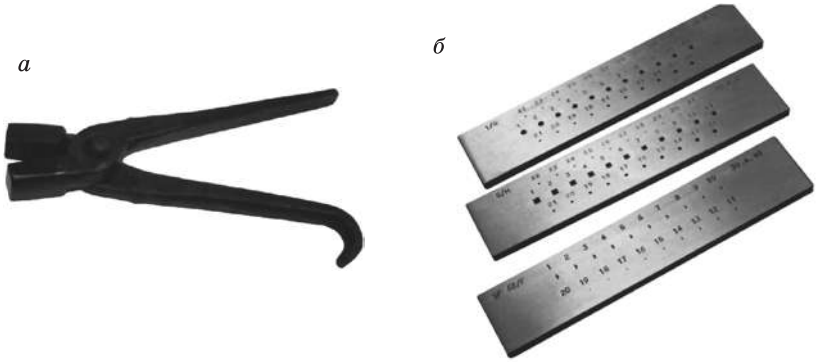


Рис. 6.10. Клещи для ручной протяжки (*а*) и волочильные доски (*б*)

Исходной заготовкой ограниченного веса при ручном волочении проволоки из драгоценных металлов служит ***слиток***. Его подвергают предварительной пластической деформации с целью подготовки перед операцией волочения до получения сечения требуемой формы и размеров прокаткой в вальцах. Полученную заготовку называют *катанкой*. Прокатку осуществляют до получения катанки требуемого диаметра. Повторную прокатку проводят поворотом заготовки на 90°, после чего расстояние между валками уменьшают на установленную степень обжатия. При уменьшении поперечного размера заготовки на 50 % предусматривают промежуточный отжиг.

Волочение катанки проводят с помощью клещей. Заострив напильником конец заготовки на длину до 20 мм, который называется *захваткой*, наносят слой смазки и вводят в матрицу. Поскольку проволока подвергается при волочении наклепу (нагартовке), после каждых двух-трех ходов ее подвергают рекристаллизационному отжигу. Это позволяет исключить возможные разрывы проволоки, упрочненной при волочении. Затем вновь осуществляют волочение в следующих отверстиях волочильной доски до получения требуемого размера сечения и снова — окончательный отжиг для снятия остаточных напряжений.

После отжига проводят отбеливание проволоки с целью очистки ее поверхности от оксидной пленки. Отбеливание выполняют в 5%-ном растворе серной кислоты H_2SO_4 при температуре 100 °С в течение 8...10 мин. Полученную проволоку опускают в кислото-

стойком сетчатом ковше в раствор для отбела. Затем ее промывают в проточной воде и сушат в сушильном шкафу.

Волочение проволоки диаметром более 2 мм необходимо осуществлять при больших тяговых усилиях. Поэтому в таких случаях применяют специальное оборудование — ***волочильный станок***. Его используют также при волочении проволоки большой длины, наматываемой на вращающийся барабан.

В качестве примера ниже приведен технологический процесс изготовления проволоки диаметром 0,17 мм из слитка сечением 8 мм.

005 Плавка.

Плавить сплав 585-й пробы при температуре 1010...1020 °С в индукционной печи из предварительно подготовленной шихты согласно типовому техпроцессу для получения слитка диаметром 8 мм.

010 Прокатка.

Произвести прокатку прутка с 8 мм до квадрата 4,2 мм за 53 рабочих хода на вальцах.

015 Термическая.

Произвести промежуточный отжиг в электрической печи с раскисляющей атмосферой при температуре 680...690 °С.

020 Прокатка.

Произвести прокатку в вальцах квадратного прутка с 4,2 до 2,4 мм и промежуточный отжиг.

025 Прокатка.

Произвести прокатку в вальцах квадратного прутка с 2,4 до 1,5 мм с промежуточным отжигом.

030 Волочение.

Волочить квадратную катанку с размера 1,5 мм до получения круглой проволоки диаметром 0,8 мм.

035 Термическая.

Произвести промежуточный отжиг при температуре 680...690 °С в течение 30...35 мин.

040 Волочение.

Волочить проволоку с диаметра 0,8 до 0,35 мм в четыре прохода.

045 Термическая.

Произвести промежуточный отжиг при температуре 680...690 °С в течение 30...35 мин.

050 Волочение.

Волочить проволоку с диаметра 0,35 до 0,17 мм за восемь проходов.

055 Термическая.

Произвести отжиг при температуре 680...690 °С.
060 Отбеливание.
065 Промывка.

После операций волочения проволока становится наклепанной (нагартованной), упругой. Такую проволоку в некоторых случаях не подвергают окончательному отжигу для того, чтобы сохранить ее упругие свойства. В частности данную технологию применяют при изготовлении пружинок из сплава золота (патент РФ № 2268103 от 2004 г.), которые могут использоваться в различных конструкциях ювелирных изделий. Упругие свойства пружинки, изготовленной из сплава золота, достигаются деформацией проволоки на последнем этапе с суммарным обжатием 65...85 %. Полученная упрочненная проволока, не подвергаясь окончательному отжигу, поступает на навивку пружины. На заключительном этапе для получения пружинки сечением проволоки 0,17 мм из сплава золота 585-й пробы рекомендуется осуществить волочение заготовки диаметром 0,35 мм за восемь проходов с суммарным обжатием 77,8 %.

6.4. Технология штамповки

Обработку металлов давлением на прессах с помощью формообразующего приспособления (штампа) называют ***штамповкой***. Как способ получения заготовок ювелирных изделий и их деталей штамповка широко распространена в ювелирной промышленности. Холодной листовой штамповкой получают многочисленные детали ювелирных изделий: кастов, рантов, швенз, шинок и пр. Штамповкой осуществляют разделение материала, изменение размеров и формы изделия. Для разрезки материала на части применяют механические ножницы, а для холодной листовой штамповки — прессы.

Штамповка делится на объемную и листовую (холодную).

Объемная штамповка заключается в придании заготовке заданной формы и размеров путем заполнения материалом рабочей полости штампа.

Холодная листовая штамповка представляет собой процесс пластической деформации листового проката без значительного перераспределения металла в поперечном сечении заготовки. Процесс

штамповки состоит из следующих этапов: подача материала, перемещение пуансона, пластическая деформация металла и возврат пуансона. Листовая штамповка является высокопроизводительной, технологически несложной, экономически выгодной, а нередко просто незаменимой операцией, позволяющей значительно расширить объемы выпуска ювелирных изделий. Особенно экономически оправдана штамповка в условиях серийного и массового производства.

Для выполнения листовой штамповки применят различные прессы: кривошипные, винтовые, гидравлические и пр. Гидравлические прессы (рис. 6.11) позволяют достигнуть больших давлений, необходимых для осуществления пластических деформаций металла в холодном состоянии. Максимальные усилия сжатия прессов достигают 500 т при длине хода верхней плиты до 250 мм.



Рис. 6.11. Общий вид гидравлического пресса

Штампы должны обеспечивать высокую производительность, простоту, удобство и безопасность работы, достаточную длительность срока службы и требуемое качество заготовок. Штампы состоят из блоков деталей и рабочих инструментов — *матрицы* и *пуансона*. Пуансон давит на заготовку, находящуюся во второй части штампа — матрице. Пунсон может иметь рельефное изображение (рисунка, букв, знаков и пр.) для выдавливания на изделии. Точное

совпадение рабочих частей пуансона и матрицы достигается в блочных штампах с направляющими колонками и втулками. Штампы содержат также элементы фиксации обрабатываемого материала, механизмы для удаления готовых деталей и отходов, механизмы прижима, съемки деталей, ограждения для безопасности и пр.

Штампы классифицируются по ряду признаков [5]:

1) по технологической характеристике:
   - простого действия (для выполнения одной операции на одной позиции за один ход);
   - последовательного действия (для выполнения нескольких технологических операций в нескольких позициях за соответствующее число ходов подвижной части штампа);
   - совмещенного действия (для выполнения разных технологических операций на одной позиции за один ход);
2) универсальности применения:
   - специальные (для изготовления конкретной детали);
   - универсальные (для изготовления различных деталей);
3) сборности:
   - неразборные;
   - со сменными рабочими элементами;
   - сборные, состоящие из унифицированных деталей;
   - со сменным сборным пакетом;
4) виду работ:
   - для разделительных операций;
   - формоизменяющих операций;
   - штамповки эластичными средами;
   - формовочных операций;
   - холодного объемного деформирования;
   - горячего деформирования.

Для предварительного получения исходной заготовки из листового материала используют ***разделительные штампы***. Они служат для полного или частичного отделения одной части заготовки от другой.

Существуют следующие виды разделительных операций штамповки: отрезка, разрезка, вырубка, надрезка, проколка, пробивка, обрезка, зачистка, высечка, просечка (рис. 6.12).

Отрезкой является полное отделение одной части заготовки от другой по незамкнутому контуру путем сдвига.

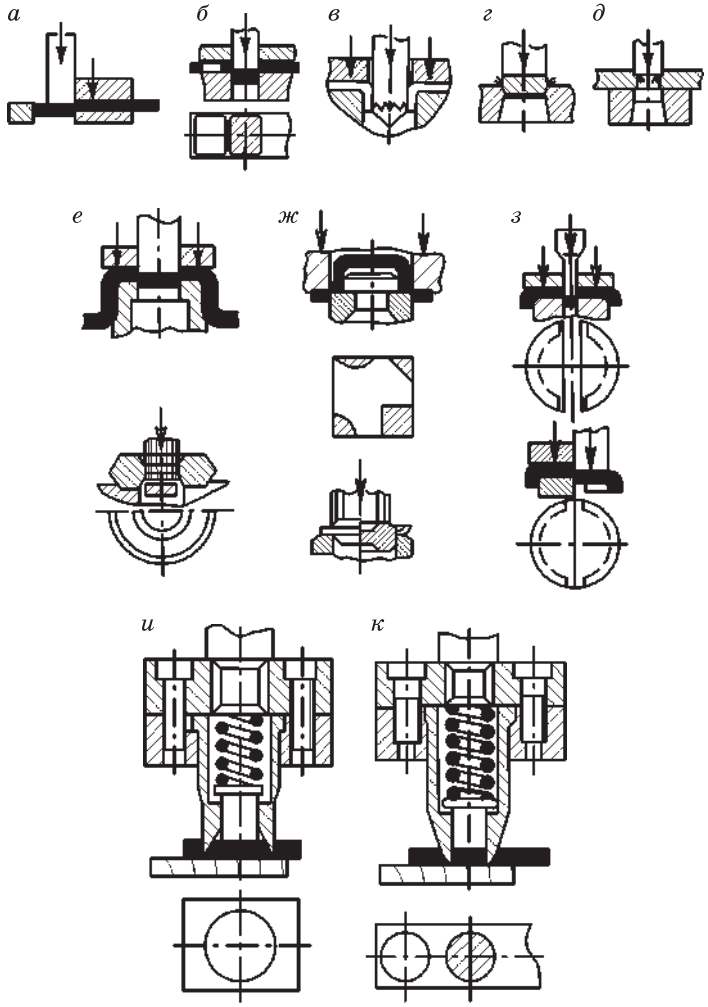


Рис. 6.12. Разделительные операции:
а — отрезка; *б* — вырубка; *в* — проколка; *г* — зачистка; *д* — пробивка; *е* — обрезка; *ж* — разрезка; *з* — просечка; *и*, *к* — высечка

Разрезка — это разделение заготовки на части по незамкнутому контуру.

Вырубка — полное отделение заготовки или изделия от исходной заготовки по замкнутому контуру путем сдвига.

Надрезка и *проколка* являются операциями образования в заготовке отверстия без удаления металла в отход.

Пробивкой является образование в заготовке отверстия или паза путем сдвига удаляемой части металла в отход.

Обрезка — удаление излишков металла путем сдвига материала.

Зачистка — удаление припусков с образованием стружки для повышения точности формы и размеров заготовки и снижения шероховатости поверхности.

Высечка — это полное отделение заготовки по замкнутому контуру путем внедрения инструмента в материал заготовки.

Просечка — образование отверстия в заготовке путем внедрения инструмента в материал заготовки с удалением части металла в отход.

Напряжение среза $\sigma_{ср}$, Н/мм^2, при разделительных операциях определяется как отношение усилия P_e, Н, к площади среза F, мм^2:

$$\sigma_{ср} = \frac{P_e}{F} \le [\sigma_{ср}].$$

Величина усилия на разделительных операциях определяется по формуле

$$P_e = kF[\sigma_{ср}] = 1{,}25F[\sigma_{ср}],$$

где k — коэффициент, учитывающий влияние различных факторов.

Штампы для выполнения разделительных операций имеют различное конструктивное исполнение. Рассмотрим в качестве примера операции вырубки и пробивки.

Операции вырубки и пробивки схожи. Они осуществляются между подвижным пуансоном и неподвижной матрицей, которые выполняют функцию ножей. Вырубка предназначена для изготовления заготовки с требуемым наружным контуром, а пробивка — для получения отверстия в заготовке. Лист укладывают на вырубную матрицу. Пуансон, пробивая материал, проталкивает детали или отходы через отверстие матрицы. Заготовки, полученные вырубкой и пробивкой, подвергаются дополнительной обработке (зачистке) для улучшения шероховатости поверхности среза.

На рис. 6.13 изображена конструкция штампа, предназначенного для пробивки отверстий на дне полой детали. Штамп содержит хвостовик *1*, пуансоны *2*, присоединенные к верхней плите

с помощью пуансонодержателя, прижим *3* и матрицу *4*, на которую надевается заготовка *5*.

Штамп для пробивки прямоугольного отверстия в швензе (рис. 6.14) состоит из подвижного пуансона *2*, закрепленного с помощью пуансонодержателя *3* к хвостовику *1*. Неподвижная матрица *4* прикреплена с помощью винтов к нижней плите штампа. Верхняя плита соединяется с пуансонодержателем через прокладку с помощью штифтов и винтов. Заготовка *5* укладывается на матрицу *4*.

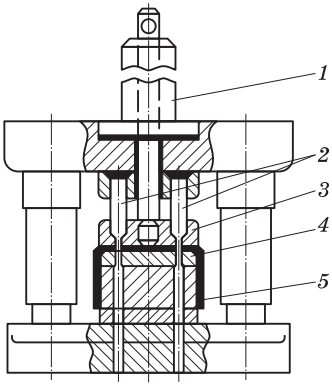


Рис. 6.13. Штамп для пробивки отверстий на дне полой детали

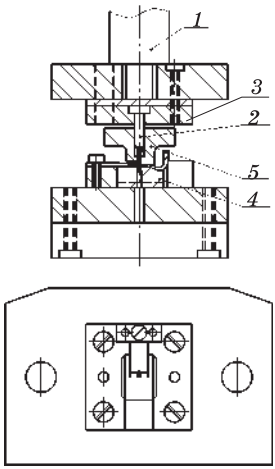


Рис. 6.14. Штамп для пробивки прямоугольного отверстия в швензе

Отрезанные листовые заготовки с требуемым контуром подвергают ***формоизменяющим операциям*** для изменения их размеров и формы.

К формоизменяющим операциям штамповки относятся вытяжка, гибка, закатка, завивка, отбортовка, обжим, раздача, высадка, раскатка, подкатка, правка, чеканка, утонение, скручивание, калибровка, накатка и др. (рис. 6.15).

Вытяжкой является операция штамповки, предназначенная для образования полого изделия из плоской или полой исходной заготовки.

Гибка применяется для образования или изменения углов между частями заготовки.

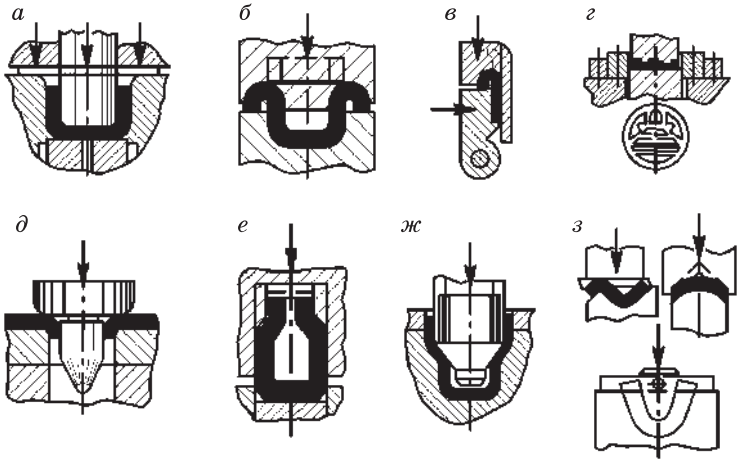


Рис. 6.15. Формообразующие операции:
а — вытяжка; *б* — закатка; *в*— завивка; *г* — чеканка; *д* — отбортовка; *е* — обжим; *ж* — раздача; *з* — гибка

Закатка служит для закругления бортов на краях полой заготовки.

Завивка — образование закруглений на концах плоской заготовки или заготовки из проволоки.

Отбортовка — это образование борта по внутреннему контуру заготовки.

Обжим — уменьшение размеров поперечного сечения части полой заготовки при одновременном воздействии инструмента по всему контуру.

Штампы для обжима предназначены для уменьшения диаметра цилиндрических и трубчатых изделий.

Обжим позволяет получить сложные профили, трубки и даже сферы. Так, пустотелые заготовки можно получить гибкой листа *2* за три перехода между профильным пуансоном *1* и матрицей *3* на первой позиции, *4* и *5* — на второй позиции и *6* и *7* — на третьей (рис. 6.16). На первом переходе получают гнутый П-образный профиль, на втором происходит формирование трубки, а на третьем — обжатие.

Раздача — увеличение размеров поперечного сечения части полой заготовки при одновременном воздействии инструмента по всему

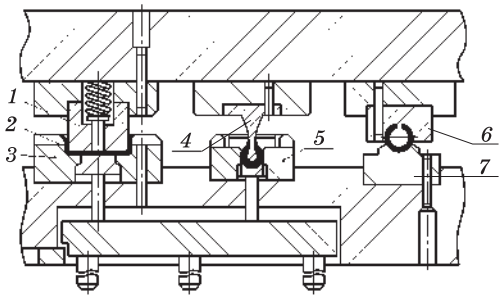


Рис. 6.16. Схема изготовления пустотелых деталей штамповкой

контуру. На этой операции может осуществляться также и закатка краев.

Штампы на операции раздачи применяют для увеличения поперечных размеров, уменьшения толщины стенки и увеличения длины.

Высадкой является осадка части заготовки.

Раскатка — увеличение диаметра кольцевой заготовки за счет уменьшения толщины стенок при последовательном воздействии инструмента.

Подкатка — увеличение площади поперечного сечения заготовки на отдельных участках за счет уменьшения площади поперечного сечения исходной заготовки.

Операция *правки* заготовок служит для исправления деформированных (изогнутых) в плоскости деталей и придания им правильной формы. Правка плоских заготовок осуществляется между гладкими поверхностями точечных или вафельных штампов.

Чеканка — процесс образования выпукло-вогнутого рельефа путем пластического оттеснения материала в полости штампа. Чеканка проводится в закрытых штампах без вытеснения металла из его рабочей полости (рис. 6.17).

Штамповку эластичными средами применяют для изготовления деталей из тонколистового материала. В качестве рабочей эластичной среды используются резина и жидкость. Преимуществами данного метода являются универсальность (пуансон из эластичной среды), простота проектирования и изготовления, невысокая стоимость. При штамповке эластичными средами выполняют операции обрезки по наружному контуру, пробивки отверстий, формо-

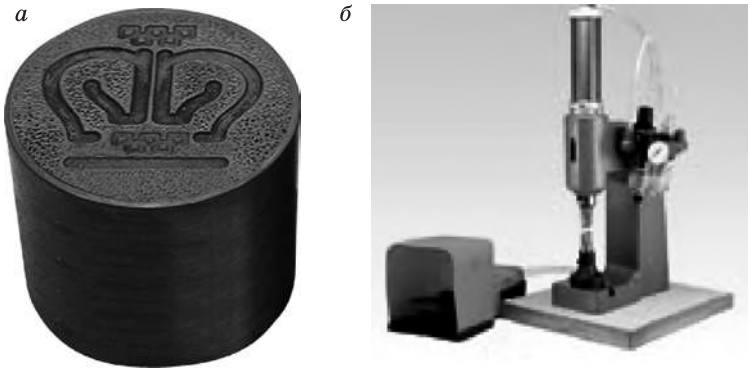


Рис. 6.17. Общий вид матрицы (*а*) и пресса для чеканки (*б*)

образования профилей. Этим методом можно получить изделия сферических, конусных, тороидальных и прочих сложных форм.

Конструкция штампов зависит от их назначения, характера деформации, способа нагружения, принципа действия и других факторов.

По функциональному назначению детали штампов делятся на две группы:

- технологического назначения;
- конструкторского назначения.

Детали *технологического назначения* находятся во взаимодействии с обрабатываемым материалом и участвуют в выполнении операции [5]. К ним относятся:

- рабочие детали штампа (матрицы, пуансоны, ножи);
- фиксирующие детали, предназначенные для точной установки детали (упоры, рычаги, ловители, фиксаторы, направляющие, штанги, лотки, боковые прижимы);
- прижимающие и удаляющие детали, служащие для удержания заготовок во время операции, съема и удаления отштампованных изделий (прижимы, складкодержатели, выталкиватели, съемники, сбрасыватели, клинья, ползунки прижимов).

К деталям *конструкторского назначения* относятся:

- опоры и опорные детали (плиты, хвостовики, пуансоно- и матрицедержатели, подкладные плиты, ограничители хода). Верхняя и нижняя плита, направляющие колонки, втулки и хвостовик являются стандартными деталями;

- направляющие детали, предназначенные для направления движения верхней части штампа относительно нижней (направляющие колодки, втулки, планки, плитки);
- крепежные и прочие детали (винты, пружины, штифты, скобы, зажимы).

По конструктивному исполнению штамповые блоки могут быть выполнены (рис. 6.18):

- с диагональным расположением направляющих (*а*);

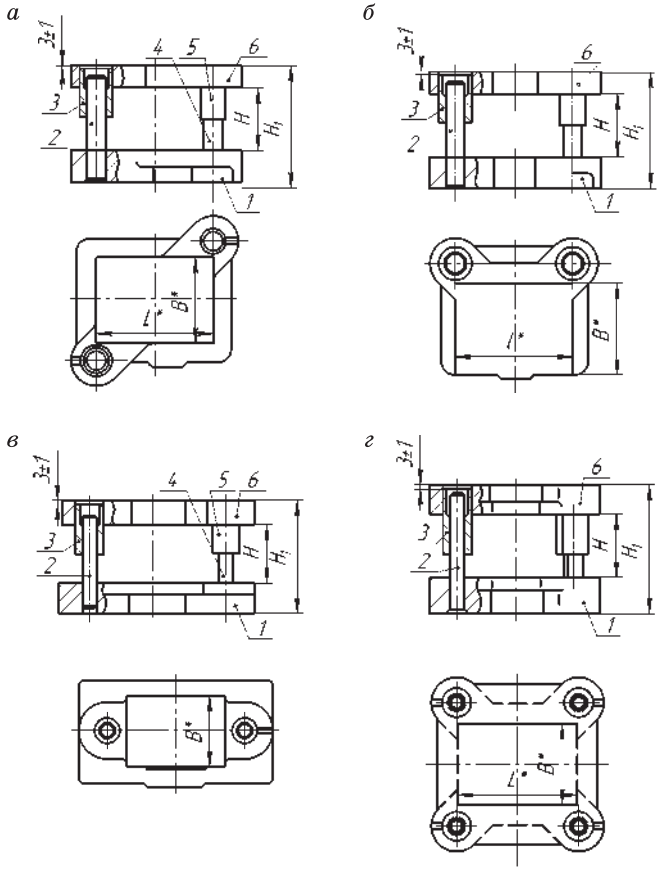


Рис. 6.18. Штамповые блоки:
1 — нижняя плита; *2*, *4* — направляющие колонки; *3*, *5* — втулки;
6 — верхняя плита

- задним расположением узлов (*б*);
- осевым расположением направляющих (*в*);
- четырьмя направляющими (*г*).

Плиты выполняют либо из чугуна цельнометаллическими литьем, либо из стали составными сваркой из отдельных элементов. Штамповые блоки характеризуются размерами рабочего пространства и габаритными размерами *B*, *L*, *H*. Толщина плит определяется из условия прочности на изгиб.

Направляющие узлы предназначены для точного совмещения верхней и нижней частей штампа. В зависимости от вида трения они могут быть *направляющими скольжения* или *направляющими качения*.

Диаметр направляющих колонок принимается равным 12...50 мм. Их изготавливают из стали марки Ст 20 с цементацией поверхности на глубину 1 мм и с последующей закалкой и отпуском до твердости 60...63 HRC.

Соединение направляющих колонок с плитами производится запрессовкой в плиту на глубину, превышающую 1,2...1,5 диаметра колонок.

В направляющих качения предусматривают цилиндрический сепаратор с шариками.

Хвостовики штампов предназначены для крепления верхней части штампа к ползуну пресса и выполняются стандартными. Различают следующие конструкции хвостовиков (рис. 6.19): с буртиками (*а*), с резьбой (*б*), универсальные с большим фланцем (*в*), с плавающим хвостовиком (*г*). Конструкция плавающих хвостовиков является шарнирной и состоит из нижнего хвостовика со сферической головкой *1*, шарнирного подпятника *2* и хвостовика с замковой частью *3*.

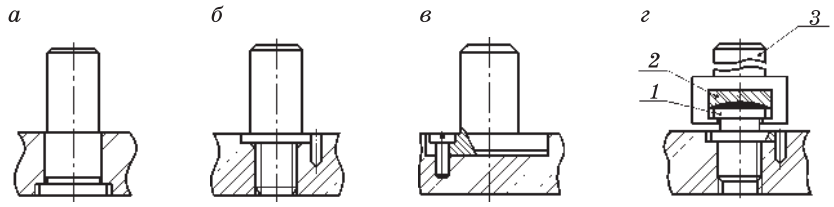


Рис. 6.19. Хвостовики штампов

Упоры предназначены для ограничения подачи полосы металла в рабочую зону штампа. Они служат для фиксации заготовки в требуемом положении и достижения требуемой точности размеров. Фиксацию заготовок в упорах осуществляют по контуру (рис. 6.20, *а*), на три базовые точки штифтами (рис. 6.20, *б*), по двум отверстиям или пазам.

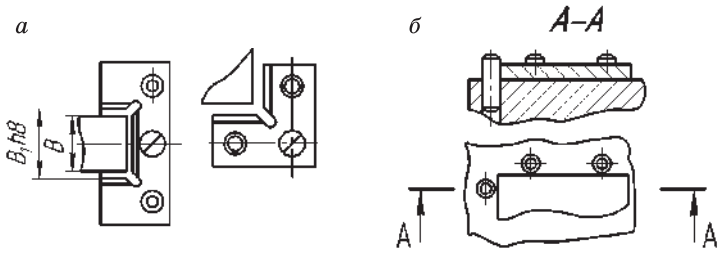


Рис. 6.20. Упоры для заготовок

Рабочими деталями (инструментами) штампов являются ***пуансон*** и ***матрица*** (для разделительных операций — ***ножи*** для резки металла). Для пробивки отверстий в матералах пуансоны выполняют с углом резания $\alpha = 90°$ (рис. 6.21, *а*). Для пробивки отверстий относительно больших диаметров в толстых материалах применяют пуансоны с заостренным центром (рис. 6.21, *б*) или вогнутой поверхностью (рис. 6.21, *в*).

Матрицы выполняют с пояском высотой h, с учетом перешлифовки при износе (рис. 6.22). Под пояском выполняют конусное или цилиндрическое уширение под углом β для свободного проталкивания вырубленной заготовки в отверстии матрицы (рис. 6.22, *а*, *б*). Матрица может быть составной или впрессованной в матрицедержатель и иметь толщину стенки δ и высоту H (рис. 6.22, *б*). Ввиду износа рабочей кромки матрицы под углом φ (рис. 6.22, *в*) конусное отверстие может быть выполнено в рабочей части пояска под углом γ_1 и с углом β под рабочим пояском для снижения трения при продавливании заготовок (рис. 6.22, *г*). Между пуансоном и матрицей предусматривается зазор Z, величина которого зависит от толщины штампуемого материала (рис. 6.22, *д*). Матрицы сложных конфигураций выполняют секционными, состоящими из двух или более секций, со сборными вкладышами, комбинированными.

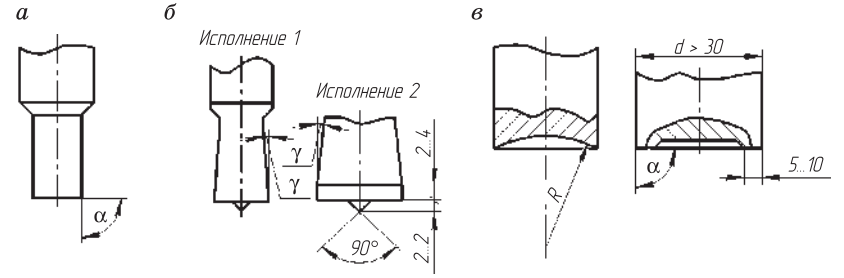


Рис. 6.21. Пуансоны для высечки

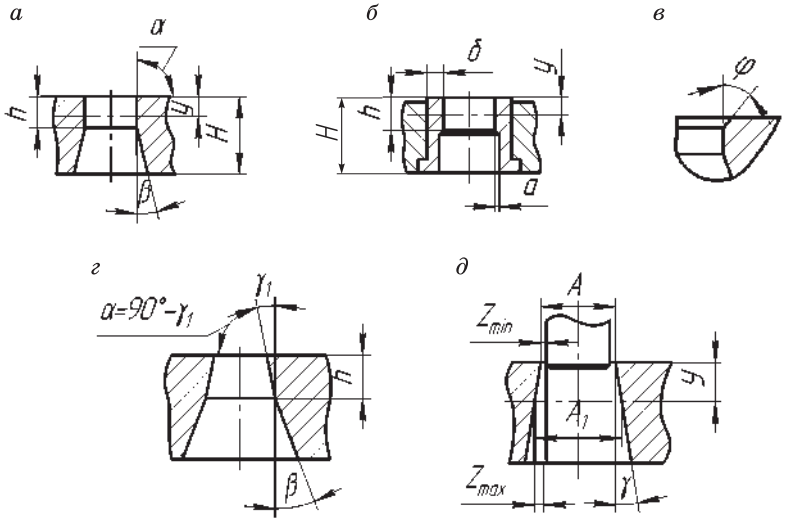


Рис. 6.22. Конструкции матриц

Крепление рабочих деталей штампа выполняют *разъемным* и *неразъемным*. Разъемное соединение позволяет производить замену пуансонов (рис. 6.23). Пунсоны при этом крепят механическим способом — прижимом к плите (рис. 6.23, *а*) или пуансонодержателю (рис. 6.23, *б*) в осевом направлении. Быстрая замена пуансона (рис. 6.23, *в*) или пуансона со сменной втулкой (рис. 6.23, *г*) в пуансонодержателе может быть осуществлена боковым креплением винтом.

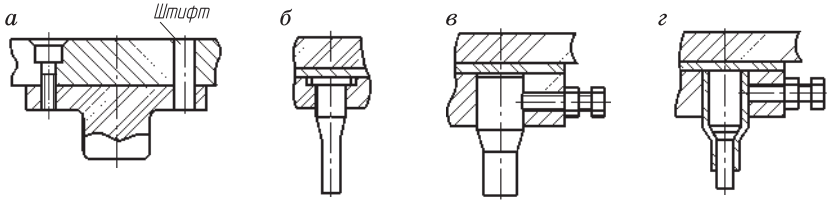


Рис. 6.23. Разъемное крепление рабочих деталей штампа

К материалам рабочих деталей штампов предъявляют особые требования. Они должны обладать прочностью, твердостью, износо- и теплостойкостью, технологичностью, прокаливаемостью (закалкой до сердцевины), закаливаемостью, разгаростойкостью (устойчивостью к образованию трещин при многократном нагреве и охлаждении), а также выдерживать ударные нагрузки. Этим требованиям соответствуют материалы, используемые в инструментальном производстве:

- инструментальные углеродистые стали марок У7...У10 с теплостойкостью 200...250 °С для легких условий работы;
- инструментальные легированные стали марок ХС, ХВГ, Х12М, Х12Ф1, 6ХВФ для изготовления сложных инструментов с твердостью 55...59 $HRC_э$;
- твердые металлокерамические сплавы марок ВК, ТК и ТТК, имеющие высокую стойкость, хорошо работающие на сжатие и применяющиеся для изготовления деталей разделительных штампов и матриц вытяжных штампов;
- чугуны, легированные со сфероидальным графитом (модифицированные), закаленные при температуре 850 °С с последующим отпуском при 350 °С;
- пластмассы для штамповки тонколистового материала и цветных металлов в мелкосерийном производстве.

Работоспособность изготовленных и принятых к эксплуатации рабочих инструментов характеризует стойкость штампа. Под *стойкостью штампа* понимают число деталей (штамповок, поковок), изготовленных до полного износа его рабочих частей. Стойкость штампов зависит от материала, формы и размеров штампуемой детали, вида выполняемой операции, материала рабочих частей, конструкции и качества изготовления штампа, технологического

процесса штамповки, способа нанесения и качества смазочно-охлаждающих средств, условий эксплуатации.

Изготовление рабочих деталей штампов представляет определенную трудность, так как они имеют сложные профили и к ним предъявляют повышенные требования по точности формы и размеров, качеству поверхности, твердости. Рабочие детали могут быть изготовлены различными методами: электрохимической и электроэрозионной обработкой, механической обработкой на копировальных станках, станках с ЧПУ, ручным гравированием. С целью снижения трудоемкости работ и повышения точности при изготовлении рабочих деталей рельеф рабочей поверхности на одной детали штампа получают выдавливанием зеркального изображения по второй детали.

Технология изготовления рабочих деталей предложенным способом выполняется в следующем порядке:

1) изготовление пуансона;
2) термообработка (закалка и отпуск);
3) доводка закаленного пуансона;
4) выдавливание профиля матрицы;
5) термообработка матрицы;
6) доводка матрицы.

Технология штамповки включает различные по содержанию операции, выполняемые в определенной последовательности: термообработку, обезжиривание, контроль и пр. В качестве примера приведен технологический маршрут штамповки детали браслета часов.

005 Перемещение.

Получить материал по массе из кладовой на участок штамповки.

010 Отжиг.

Отжечь заготовку при температуре 700...720 °С в течение 1...2 мин в расплавленной соляной ванне, состоящей из углекислого натрия Na_2CO_3 и хлористого калия KCl, смешанных в соотношении 1:1.

015 Прокатка.

Прокатать на вальцах полосу толщиной 2 мм до толщины 1,5 мм.

020 Отжиг.

Повторить операцию 010.

025 Прокатка.

Прокатать полосу толщиной 1,5 мм до толщины 1,0 мм.

030 Отжиг.

Повторить операцию 010.
035 Отрезка.
Отрезать от листа полосу. Контроль размеров.
040 Вырубка.
1. Установить заготовку на штампе для вырубки контура.
2. Вырубить деталь по контуру.
3. Снять деталь со штампа и уложить в тару.
4. Контроль внешнего вида и размеров согласно чертежу.
045 Обезжиривание электрохимическое.
Обезжирить деталь согласно типовому техпроцессу на обезжиривание.
050 Отжиг.
Повторить операцию 010. (Допускается отжиг в муфельной печи.)
055 Гибка.
1. Установить заготовку на штампе.
2. Гнуть деталь.
3. Снять деталь со штампа и уложить в тару.
060 Обезжиривание.
Обезжирить деталь.
065 Контроль
1. Проверить соответствие размеров.
2. Проверить внешний вид (визуально).

Обезжиривание является обязательной операцией для очистки изделия от слоя смазки, применяемой в процессе штамповки. Операция обезжиривания в ультразвуковой ванне является типовой и выполняется в следующем порядке.

005 Подготовка.
1. Взвесить моющее средство.
2. Загрузить моющее средство в установку, залить водой температурой 50 °С.
010 Обезжиривание.
1. Поместить изделия в корзину сетчатую.
2. Выдержать изделия в растворе № 1 в течение 12 мин при температуре 40 °С.
015 Очистка ультразвуковая.
1. Поместить корзину с изделиями в ванну установки с раствором № 2.
2. Промыть изделия в установке в течение 1,5 мин при температуре 75 °С.
020 Промывка.
1. Поместить изделия в корзину.
2. Промыть изделия при температуре 60 °С.
025 Сушка.

1. Выложить изделия на салфетку.
2. Просушить изделия электрополотенцем до удаления влаги.
030 Протирка.
Протереть изделия тканью и уложить в тару.
035 Контроль.

Значительное число различных штамповочных операций в ювелирном производстве можно выполнять вручную. Для этих целей применяют различные специальные приспособления и инструменты. Среди них анки, пунзеля, различные виды вырубок, дизайны и пр. (рис. 6.24), которые выпускают комплектами соответствующих размеров. *Анки* и *пунзеля* предназначены для получения полусфер. Для желобчатых заготовок и трубок применяют *ригели* и *плиты с канавками*, для фигурных кастов и накладок — *вырубки* различного профиля и размеров, *матрицы* для расколотки. Ряд работ может быть выполнен с использованием универсальных и специализированных *слесарных инструментов*: молотков с пластмассовыми, резиновыми или деревянными бойками, напильников, надфилей для опиливания и т.д. (рис. 6.25).

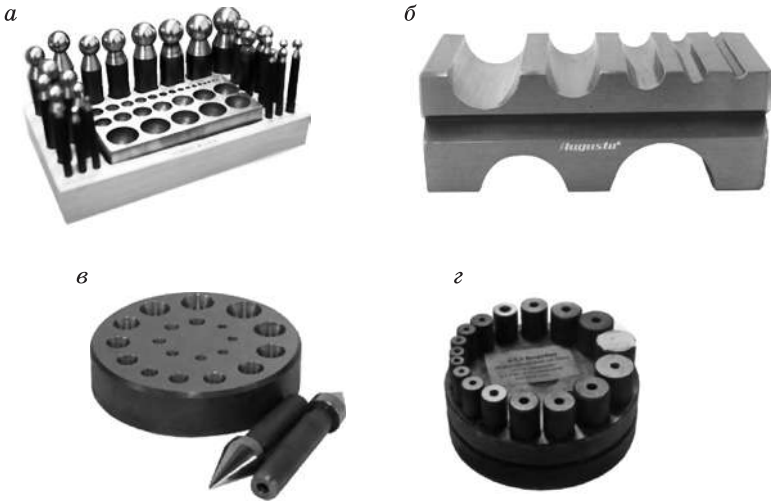


Рис. 6.24. Набор инструментов для ручных формообразующих операций: *а* — анки и пунзеля; *б* — плита прямоугольная с канавками; *в* — матрица для расколотки фигурных кастов; *г* — вырубка круглая

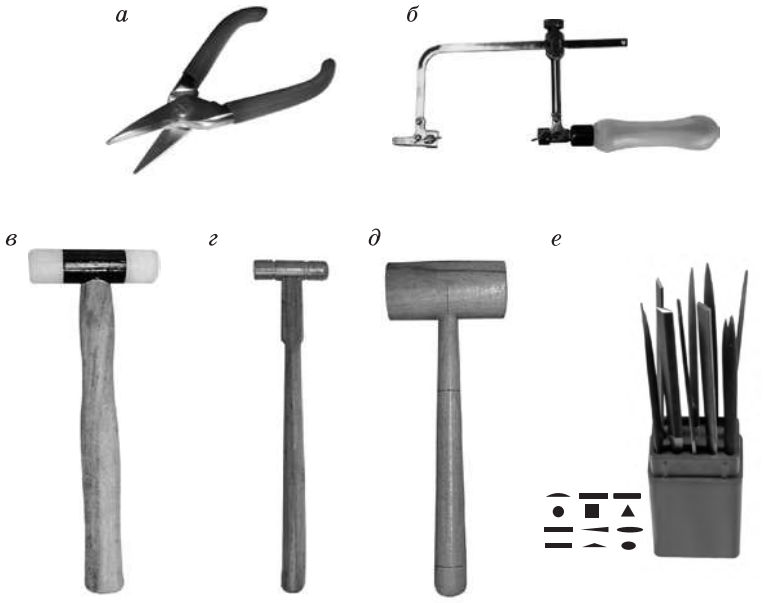


Рис. 6.25. Инструменты для ручной работы:
а — ножницы по металлу прямые; *б* — лобзик; *в* — молоток с пластмассовыми бойками; *г* — молоток ювелирный; *д* — киянка; *е* — набор надфилей с различными профилями

7 МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ

Механическая обработка резанием — это способ удаления материала в результате упругопластической деформации, при которой происходит разрушение материала при внедрении в него режущего клинообразного инструмента. Излишний слой материала, снимаемый для приближения контуров заготовки к форме детали, называется ***напуском***. Слой, удаляемый с поверхности материала для достижения требуемой точности размеров, называется ***припуском на механическую обработку***. Величина припуска может быть определена расчетным путем или с помощью норм, которые установлены по результатам опытно-статистического анализа.

При определении величины припуска расчетным путем исходят из того, что заданная точность размеров, формы поверхностей и взаимного расположения поверхностей изделия при механической обработке достигается удалением слоя шероховатой поверхности $R_{z\,i\text{-}1}$ и дефектного слоя, образованного на предыдущей операции, $h_{i\text{-}1}$; устранением пространственных отклонений поверхности, образованных при изготовлении заготовки, $\Delta_{z\,i\text{-}1}$, а также погрешностей, возникших от неточности установки и закрепления детали в приспособлении, ε_i. Общий принцип расчета величины припуска заключается в определении минимально измененного и поврежденного слоя материала:

$$Z_{i\,\min} = (R_{z\,i\text{-}1} + h_{i\text{-}1}) + \Delta_{z\,i\text{-}1} + \varepsilon_i.$$

Два последних фактора существенно влияют на расчетную величину припуска при обработке заготовок на станках. Следовательно, величина припуска для фасонных ювелирных изделий, получаемых литьем, будет зависеть прежде всего от величины шероховататости поверхности R_z и глубины дефектного слоя h отливки.

7.1. Классификация методов механической обработки резанием

Для достижения необходимых размеров и формы поверхностей применяют различные методы механической обработки поверхностей резанием:

- точение;
- сверление;
- фрезерование;
- строгание и долбление;
- протягивание многозубыми инструментами — протяжками;
- нарезание зубьев и резьбы;
- шлифование, доводка, полировка поверхностей абразивными инструментами.

Особую группу занимают методы, основанные на удалении материала с помощью энергии электрического тока. Они будут рассмотрены отдельно.

По виду применяемых режущих инструментов все методы обработки резанием можно объединить в две группы:

1) лезвийная обработка;

2) абразивная обработка.

По степени механизации труда методы обработки резанием можно разделить на три группы:

1) ручная обработка материалов;

2) механизированная обработка, осуществляемая посредством электромеханического оборудования и приспособлений (бормашинки, пневматические машинки и прочие приспособления, облегчающие ручной труд);

3) автоматизированная обработка на станках-автоматах и полуавтоматах (токарные станки-автоматы, станки с ЧПУ, копировальные станки и пр.).

7.2. Обработка лезвийными инструментами

Обработка лезвийными инструментами включает такие операции резания материалов, при которых удаление слоя материала с поверхности заготовки осуществляется металлическим лезвием

в виде режущего клина. Это точение, сверление, зенкерование, развертывание, фрезерование, строгание, долбление, гравирование и т.д.

К материалам лезвийных инструментов предъявляют особые требования ввиду тяжелых условий работы: высокой температуры в зоне резания, ударных нагрузок, износа, адгезии и т.д. Они должны обладать высокой твердостью и прочностью, износостойкостью и теплостойкостью, технологичностью и невысокой стоимостью. В качестве таких материалов используют:

- углеродистые инструментальные стали;
- легированные инструментальные стали;
- быстрорежущие стали;
- металлокерамические твердые сплавы.

Среди них наиболее дешевыми являются *углеродистые инструментальные стали* марок У7А-У12А с содержанием углерода 0,7... 1,2 %. Они имеют сравнительно низкую теплостойкость (до 200 °С) и потому применяются для изготовления ручных инструментов (напильников, надфилей и пр.), работающих на низких скоростях резания.

Среди *легированных инструментальных сталей* нашли применение марки 9ХС, ХВГ, ХВСГ и другие, также работающие при невысоких температурах. В их состав входят различные легирующие элементы (хром, молибден, вольфрам, марганец), улучшающие физико-механические свойства. Из легированных инструментальных сталей изготавливают развертки, резьбонарезной инструмент и пр.

Быстрорежущие стали отличаются от остальных повышенным содержанием вольфрама и поэтому имеют более высокую теплостойкость, достигающую 630 °С. К ним относятся стали марок Р6М5 и пр. Из быстрорежущей стали производят многочисленные сверла, фрезы, резьбонарезные инструменты, резцы и др.

Металлокерамические твердые сплавы производят в виде пластин методом порошковой металлургии. Их закрепляют на державках режущих инструментов запаиванием или механическим креплением. Твердые сплавы получают прессованием порошков, входящих в состав сплавов, а затем спеканием при высокой температуре. В твердые сплавы входят карбиды тугоплавких материалов: вольфрама, титана и тантала. В качестве связующего материала выступает чистый кобальт.

По составу твердые сплавы делятся на четыре группы: однокарбидные, двухкарбидные, трехкарбидные и безвольфрамовые. Одно-

карбидные инструменты состоят из смеси карбида вольфрама и кобальта; двухкарбидные — из смеси карбида вольфрама, карбида титана и чистого кобальта; трехкарбидные — из смеси трех карбидов (вольфрама, титана, тантала) и чистого кобальта. К безвольфрамовым сплавам относятся сплавы ТМ на основе карбидов титана. Их теплостойкость достигает 800...1250 °С, в результате чего ими можно осуществлять обработку различных металлов и неметаллов при скоростях до 250 м/мин и более.

В ювелирной отрасли механическая обработка лезвийными инструментами ювелирных изделий из драгоценных металлов имеет некоторые особенности. К ним относятся физико-механические свойства используемых металлов и сплавов (это преимущественно сплавы цветных и драгоценных металлов с вязкоупругими свойствами), миниатюрные размеры изделий, применение ручных способов работы для придания изделиям декоративности и окончательной доводки.

В условиях единичного и мелкосерийного производства доминирует ручная обработка лезвийными инструментами. При серийном и массовом производстве ручную обработку применяют лишь на завершающей стадии декоративно-отделочных и закрепочных работ. Среди этих видов работ наиболее трудоемким является гравирование, предназначенное для нанесения орнаментов, закрепки вставок, изготовления эталонов и мастер-моделей и т.д. Гравирование может осуществляться как вручную, так и механизированными средствами труда.

Ручное гравирование

Ручное гравирование применяется для декоративной обработки, нанесения памятных надписей, подготовки поверхностей под эмалирование и чернение и т.д. Ручное гравирование представляет собой процесс строгания металлов, выполняемый специальным инструментом — ***штихелем****. Для изготовления штихелей применяют инструментальные углеродистые стали марок У12 и ХВГ. Штихель состоит из металлического клинка, деревянной рукоятки и металлического кольца, надеваемого на рукоятку (рис. 7.1).

* В переводе с немецкого слово «штихель» означает «резец».

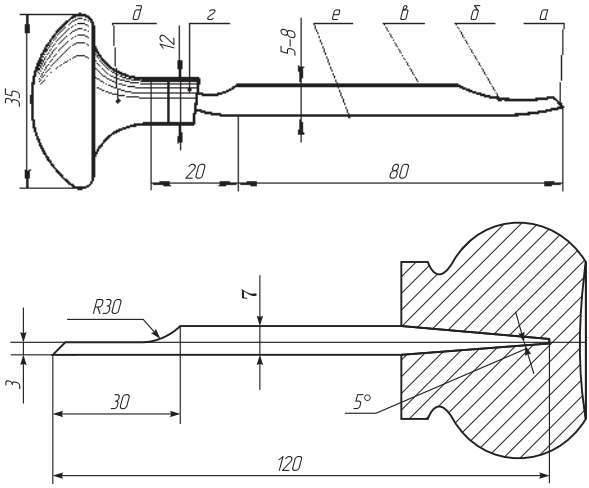


Рис. 7.1. Конструкция штихеля:
а — носок; *б* — аншлиф; *в* — спинка клинка; *г* — кольцо; *д* — рукоятка; *е* — задняя грань

Штихели выполняются длиной 100...120 мм. Рабочая часть штихеля — *носок* — имеет форму клина с заостренным концом. Она состоит из передней поверхности длиной 1,5...3,0 мм, по которой сходит стружка при резании материала, изогнутой поверхности (аншлифа) и задней грани, т.е. задней поверхности. Другой конец штихеля выполнен с заострением для его закрепления в деревянной ручке специальной формы (рис. 7.2, *а*).

Обработка штихелем позволяет удалять тонкий слой стружки толщиной 0,1...0,2 мм по предварительно намеченному рисунку (рис. 7.2, *б*).

В зависимости от назначения штихели могут иметь различные размеры и форму поперечного сечения. Различают следующие виды штихелей (рис. 7.3):

❐ *прорезной* (*мессерштихель*) («мессер» — нож) — штихель, имеющий клинообразное лезвие с углом заострения носка 15...30° со слегка закругленным профилем. Он может быть тонким и толстым. Тонкие штихели применяются для прорезания тонких линий, толстые — для получения четких линий при окончательной гравировке. Мессерштихели используются для зачистки труднодоступных мест между корнерами или ажурными кастами;

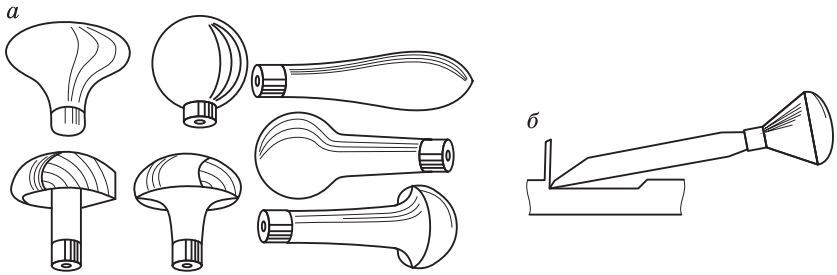


Рис. 7.2. Разновидности ручек штихелей (*а*) и эскиз стружкообразования штихелем (*б*)

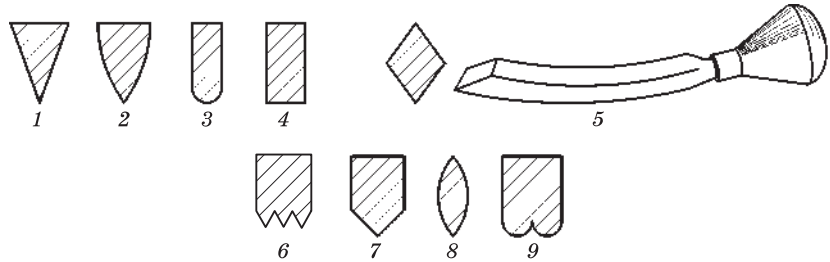


Рис. 7.3. Формы сечений штихелей:
1 — мессерштихель; *2* — шпицштихель; *3* — боллштихель; *4* — флахштихель; *5* — грабштихель; *6* — шатирштихель; *7* — фасетенштихель; *8* — овальная форма; *9* — двойная полукруглая форма

❐ *вырезной* (*шпицштихель*) — отличается от мессерштихеля выпуклыми боковыми сторонами. Клинок шпицштихеля выполняется прямым, угол заточки по передней поверхности составляет 30...45°. Шпицштихель используется для гравирования контура рисунка, прорезания глубоких линий и нанесения штрихов;

❐ *радиусный* (*боллштихель*) — имеет закругленное лезвие радиусом 0,3...5,0 мм, угол заточки 45...60°. Его применяют для гравирования штриховых надписей, полукруглой выборки и чистовой обработки для прорезки или подчистки желобковых участков ювелирного изделия. Боллштихелем также поднимают металл в штрих (так называемый «пенек») для формирования корнера. Для этой цели используют боллштихель с таким размером, который зависит от радиуса закругления лезвия и угла заточки инструмента;

- *широкий* (*флахштихель*) («флах» — плоский, ровный) — штихель с плоской режущей кромкой, служащий для выборки и выравнивания плоскостей. Ширина лезвия составляет 0,2...5,0 мм. Флахштихели с шириной лезвия до 0,3 мм используются для чистовой подрезки при корнеровой закрепке, для обрезки корнеров или высечки крапанов закрепки. Штихели с более широким лезвием используют для чистовой обработки кастов и разделки всех видов закрепки, а также при глянцевой подрезке в тех случаях, когда изделию необходимо придать блеск и глянец;
- *гнутый* (*грабштихель*) — имеет сечение в форме ромба, угол заточки лезвия 30...90°, изогнутый клинок, прогиб вдоль клинка от 3 до 8 мм. Грабштихель применяют для выборки вогнутой поверхности и для гравирования на больших плоскостях;
- *растровый* (*шатирштихель*, или *фаденштихель*, или *рабштихель*) («шатир» — тушевать, оттенять; «фаден» — нить) — имеет мелкую зубчатую насечку с шагом от 0,1 до 0,4 мм. Применяется для получения штриховки и матирования на поверхности. Промышленностью освоен выпуск семи типоразмеров шатирштихеля;
- *фасетенштихель* — имеет трапециевидную форму поперечного сечения, угол заострения между задними поверхностями 60...120°. Предназначен для выполнения сложных узоров, тонкой чистовой обработки;
- *с овальной формой сечения* (юстировочный) — необходим для выборки пазов с криволинейной формой. Может использоваться для припасовки посадочных мест под вставки;
- *с двойной полукруглой формой сечения* — облегчает образование параллельных радиусных линий.

После износа для восстановления режущих свойств осуществляют *заострение штихелей* — заточку по передней поверхности, по которой сходит стружка при резании. Соблюдение требуемого угла заточки инструмента имеет большое значение, так как облегчает работу при гравировке ювелирных изделий. При низких значениях углов заточки металл срезается неравномерно, рывками, а при больших движение штихеля по поверхности изделия становится скользящим.

Заточку штихелей выполняют в два этапа:

1) предварительное шлифование передней поверхности на заточных станках (рис. 7.4);

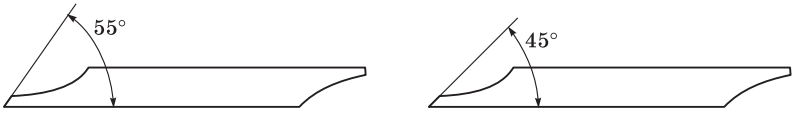


Рис. 7.4. Углы заточки штихеля

2) шлифование вручную на плоском шлифовальном бруске малой зернистости. Брусок смазывается машинным или растительным маслом.

Ручную заточку штихеля необходимо выполнять, придерживаясь определенных приемов работ. При заточке локоть руки рекомендуется держать на весу неподвижно, а кисть руки направлять к себе и обратно, плотно прижимая штихель к шлифовальному бруску. Затем лезвие окончательно доводят на кремнистом сланце и полируют на кожаном шлифовальном круге при помощи абразивной пасты короткими движениями назад в направлении ручки. Угол заточки клинка зависит от твердости материала: чем пластичнее материал, тем меньше угол. Для олова и свинца он составляет 30°, для бронзы, меди и алюминия — 45°, для стали — 60°.

Без специальных приспособлений ручную заточку штихеля выполнить весьма трудно, так как необходимо выдержать требуемый угол при движении рукой. Поэтому заточку штихеля чаще осуществляют с помощью специальных приспособлений различных модификаций. Приспособление, представленное на рис. 7.5, состоит из корпуса и двух подшипников. В корпусе сделан наклонный паз

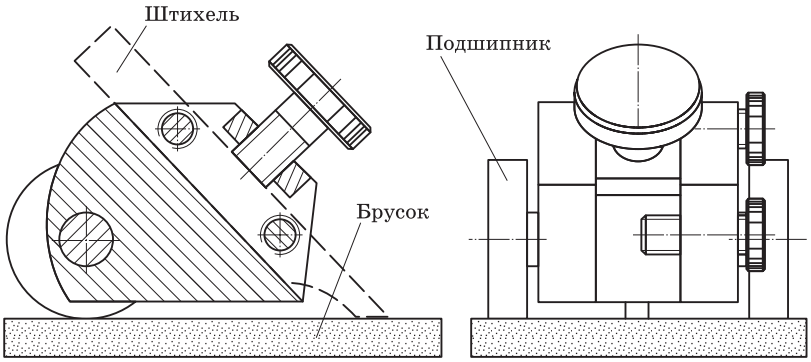


Рис. 7.5. Приспособление для заточки штихеля

с углом 55° для установки и закрепления штихеля. Штихель фиксируют сбоку с помощью двух зажимных винтов и сверху поджимным винтом. Приспособление устойчиво стоит на бруске, опираясь на три точки: две из них — точки по подшипникам качения, третья — точка по затачиваемой поверхности штихеля. Заточку штихеля выполняют путем движения по абразивному бруску.

Гравирование штихелями выполняется правой рукой. Рукоятка штихеля должна упираться в ладонь. Большим и указательным пальцами поддерживают рабочую часть штихеля, а локоть руки держат на весу. Штихелем работают, регулируя силу нажатия и направляя по линии рисунка. При работе штихель проталкивают небольшими участками по прямой линии справа налево. Повороты штихелем на закругленных местах допускаются лишь на небольших участках. Необходимые изгибы линий обеспечиваются движением левой руки, поворотом шаровых тисков с заготовкой навстречу резцу.

В зависимости от формы обрабатываемой поверхности гравирование делится на плоскостное (двухмерное) и объемное (трехмерное).

Плоскостная гравировка выполняется в следующем порядке:

1) подготовить рисунок (или эскиз) на бумаге;

2) установить заготовки изделия на рабочем месте;

3) перевести рисунок на обрабатываемую поверхность и прорезать разметочной чертилкой. Для большей отчетливости рисунка на поверхность изделия может быть нанесена белая акварельная краска или гуашь. Несложный рисунок делают остро заточенным карандашом, а сложный — путем копирования. Для сохранения рисунка от истирания при работе его можно покрыть нитролаком и просушить;

4) прорезать рисунок равномерным движением штихеля;

5) гравировать изделие соответствующими штихелями до получения требуемого профиля.

Объемное гравирование проводится в следующем порядке:

1) перенести рисунок с бумаги на металл гравировальной иглой;

2) гравировать контур шпицштихелем;

3) осуществить выборку фона боллштихелем и флахштихелем;

4) проработать детали рельефа;

5) полировать рельеф;

6) матировать фон.

Ручную гравировку осуществляют с использованием различных приспособлений, предназначенных для фиксации положения обрабатываемого изделия. К ним относятся шаровые тиски, граверные подушки (кранц), деревянные ручные тисочки, крепежная дощечка.

***Шаровые тиски* (*шрабкугель*)** состоят из двух сферических половинок диаметром до 130 мм, соединенных шарнирно (рис. 7.6, *а*). Нижняя половинка служит опорой для тисков, верхняя является зажимным устройством для закрепления изделия между кожаными прокладками губок тисков (рис. 7.6, *б*).

В качестве опоры под шаровые тиски используют ***граверные подушки* (*кранц*)** и ***резиновые прокладки***, которые позволяют придать изделию любое удобное положение для обработки. Граверная подушка (рис. 7.6, *в*) сшивается из кожи и заполняется мелким песком.

Для фиксации изделия при выполнении ручных работ применяют также другие модификации тисков (рис. 7.7).

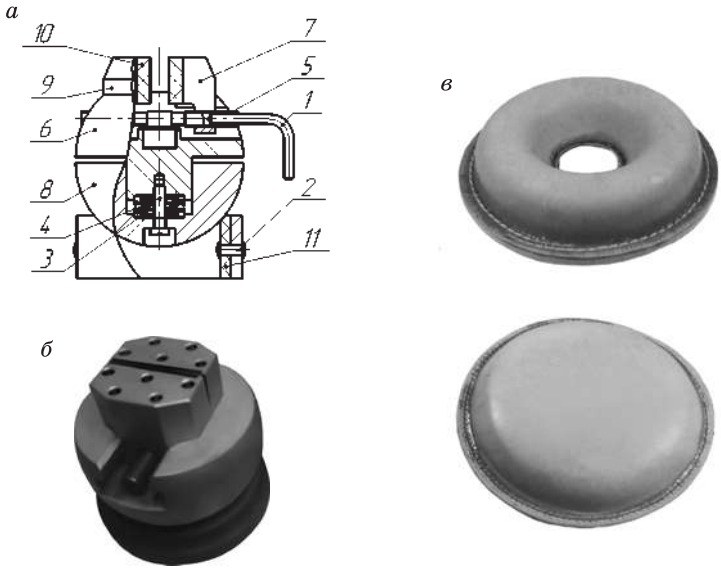


Рис. 7.6. Тиски ювелирные (*а*, *б*) и подушки граверные (*в*):
1 — ручка зажима; *2* — заклепка; *3* — пружина; *4* — винт; *5* — вал; *6* — корпус; *7* — правая губка; *8* — основание; *9* — левая губка; *10* — неметаллическая прокладка; *11* — резиновая втулка

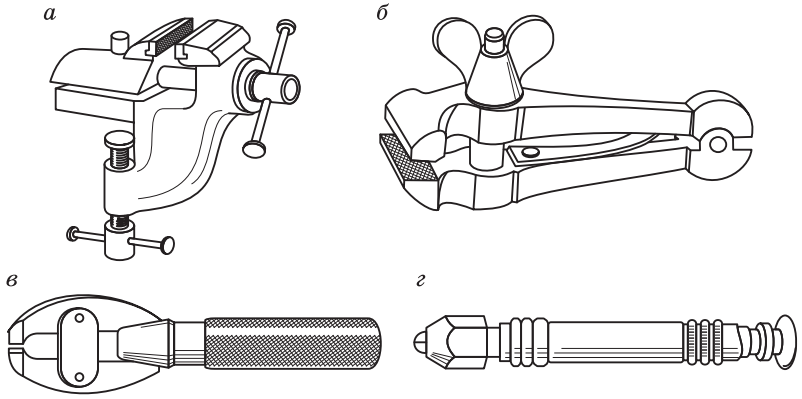


Рис. 7.7. Разновидности тисков:
а — параллельные настольные; *б* — ручные с зажимом при помощи «барашка»; *в* — ручные с зажимом при помощи вращающей ручки; *г* — зажимная цанга

Механизированное гравирование

Использование при гравировании средств механизации позволяет существенно повысить производительность выполняемых работ. Для механизированного гравирования применяют два типа ***бормашинок*** с набором сменных инструментов (рис. 7.8). Бормашинки первого типа состоят из двигателя и наконечника, которые соединены между собой гибким валом для передачи вращения инструменту. Бормашинки второго типа выполнены без гибкого вала и отличаются компактностью. Источник движения — двигатель — расположен внутри корпуса рукоятки.

Инструменты могут вращаться со скоростью до 5 тыс. об/мин. Их закрепляют в зажимной цанге рабочей насадки. Для закрепления инструментов в бормашинках применяют различные конструкции патронов: для гибкого вала, специальные, автоматические, с телескопическим колпачком, быстрозажимные и др.

Бормашинки позволяют выполнять не только граверные, но и различные сверлильные и фрезерные работы.

В качестве инструментов для работы с бормашинками применяют сверла, боры (фрезы), шлифовальные круги малых размеров, крацовки.



Рис. 7.8. Бормашинки для гравировальных работ

Более высокая производительность и точность обработки достигается при обработке материалов резанием на ***металлорежущих станках*** различных типов. В ювелирном производстве применяют малогабаритные универсальные токарные, сверлильные, фрезерные и прочие виды станков, а также токарные автоматы и полуавтоматы.

Токарная обработка используется при изготовлении тел вращения: гладких и ступенчатых осей, валов, втулок и пр. На токарных станках осуществляется точение наружных и растачивание внутренних поверхностей, торцевание, нарезание резьбы и канавок, точение фасонной поверхности, снятие фасок и т.д. Токарная обработка обеспечивает точность размеров не выше 7-го квалитета и шероховатость поверхности не менее Ra 1,25 мкм.

Токарные станки используют в ювелирном производстве для обточки обручальных колец и браслетов, обработки плоских и выпуклых колец, часовых корпусов, различных мелких деталей из цветных металлов и т.д. Ввиду малости размеров токарные станки монтируются вместе с поддоном на столе (рис. 7.9).

Токарные одношпиндельные автоматы применяются при массовом изготовлении деталей из прутков. Они управляются по программе от кулачков, установленных на распредвале. Станки с числовым программным управлением (ЧПУ) используются в условиях



Рис. 7.9. Токарный прецезионный станок

многономенклатурного мелкосерийного производства благодаря возможности быстрой переналадки. Они управляются программируемой электронной системой. Более многофункциональными являются многооперационные токарные станки с ЧПУ. Они отличаются возможностью выполнения не свойственных для токарных станков видов работ: фрезерование, сверление нецентровых отверстий на торцовой поверхности, сверление отверстий на наружной цилиндрической поверхности, обработка фасонных многогранных поверхностей и т.д.

Сверление как метод обработки отверстий позволяет получить размеры 9–12-го квалитета точности и шероховатость поверхности Ra 20...25 мкм.

Сверление отверстий малого диаметра осуществляется с применением спиральных, перовых или центровых сверл.

Спиральные сверла могут работать на повышенных скоростях резания, хорошо отводят стружку из зоны резания, однако при работе вручную могут подвергаться излому. Они изготавливаются диаметром от 0,2 до 3 мм из легированных и быстрорежущих сталей.

Перовые сверла с углом в плане $2\varphi = 125...140°$ имеют расширенную режущую кромку на конце. Они просты в изготовлении, но плохо отводят стружку в процессе сверления и поэтому применяются при работе на малых скоростях резания. Такие сверла можно сделать самостоятельно из игл вязальных или швейных машин.

Центровое сверло имеет острие, которое центрирует сверло в процессе резания и позволяет получить глухие отверстия с плоским дном. Такие сверла целесообразно использовать, например, при сверлении посадочных отверстий под жемчужины или вставки.

Для обработки отверстий используются и другие виды инструментов: зенкеры, зенковки, цековки и развертки.

Зенкерованием можно достигнуть размеров 12–10-го квалитета точности и шероховатости поверхности Ra 25,0...3,2 мкм. Зенкеры позволяют обрабатывать цилиндрические, ступенчатые, конические (для образования фасок на кромках), прямоугольные торцевые отверстия. Они имеют 3–6 рабочих лезвий.

Развертывание применяют для чистовой обработки отверстий, соответствующих 10–6-му квалитету точности. Шероховатость поверхности после развертывания составляет Ra 12,5...0,4 мкм. Развертки являются многозубыми (с числом зубьев от 6–8 и более). Припуск на обработку при развертывании мал и составляет всего 0,25...0,05 мм.

Фрезерование представляет собой резание многолезвийным режущим инструментом — фрезой, которую в ювелирном производстве называют также бором (борфрезой). Фрезы позволяют обрабатывать плоские, наклонные и фасонные поверхности с высокой производительностью, точностью размеров по 9–14-му квалитету и шероховатостью поверхности Ra 20,0...2,5 мкм. Фрезы в ювелирном производстве отличаются от фрез, применяемых в машиностроении. Они имеют фасонный профиль рабочей части и цилиндрический хвостовик, предназначенный для крепления инструмента в зажимном патроне (рис. 7.10, *а*).

Рабочая часть боров имеет коническую, цилиндрическую, сферическую, полостную, специальную фасонную, а также комбинированную форму (для облегчения обработки сложных поверхностей). Боры могут быть изготовлены из инструментальных и быстрорежущих сталей размером от 0,1 до 10,0 мм в диаметре.

Фрезерование элементов с малыми размерами выполняют на настольных фрезерных станках различных типоразмеров (рис. 7.10, *б*). Фрезерные станки состоят из станины, координатного стола для установки заготовки привода вращения инструмента. Для закрепления инструмента станки оснащаются набором цанг с различными посадочными диаметрами. Шпиндель станка с инструментом



Рис. 7.10. Разновидности борфрез (*а*) и общий вид микрофрезерных станков (*б*)

позволяет получить высокие скорости вращения (до 20 000 мин$^{-1}$), необходимые при выполнении работ с фрезами малого диаметра.

Особое место в ювелирном производстве занимают ***методы обработки рельефных фасонных поверхностей***. *Ручной* метод обработки подобных поверхностей требует высокой квалификации рабочих и навыков работы. Он используется при единичном изготовлении изделий, ремонте и реставрации. Применение компьютерной техники позволяет значительно ускорить этот процесс. Использование *станков с числовым программным управлением* (*ЧПУ*) экономически целесообразно при автоматической обработке сложных рельефов и орнаментов, частой переналадке для обработки изделий широкого ассортимента. Станки с ЧПУ легко переналаживаются по программе, имеют высокую и стабильную точность обработки изделий во всей партии, высокую производительность. Программы управления позволяют по фотографии или рисунку на мониторе компьютера воссоздать виртуальную, объемную модель изделия, на которой можно изменять и устанавливать необходимую высоту рельефа. По полученному изображению изделия разрабатывается программа механической обработки на языке программирования станков с ЧПУ. Такой метод весьма целесообразен в ювелирном производстве при частой смене объектов производства.

При необходимости воспроизводства сложных рисунков, орнаментов и рельефов на обрабатываемой поверхности можно исполь-

зовать специальные компьютеризованные машины. Для реализации модных тенденций в ювелирных украшениях (кольцах, браслетах, цепочках, трубках, шариках и плоских поверхностях) — нанесения граней — применяют специальную технологию алмазной обработки на автоматизированном оборудовании. Изделия с гранями выполняются в современном стиле «хайтек» и минимализма (рис. 7.11 на цветной вклейке между с. 192 и 193).

Для нанесения разнообразных орнаментов алмазной огранкой на плоские и выпуклые кольца и браслеты, медали и другие плоские поверхности, а также цепочки может быть использован универсальный *станок для алмазной огранки фирмы OMPAR* (рис. 7.12, *а*). Нанесение алмазной грани на поверхность трубок по всему наружному периметру можно осуществить на *станке-автомате с компьютерным управлением* (рис. 7.12, *б*). Высокое качество обработки поверхности исключает необходимость последующего полирования. Трубку получают на станке из пластины без предварительной обработки и пайки швов методом волочения через фильеру. Ее заправляют в зажимной механизм станка и запускают программу нарезки граней. Из трубок можно изготовить серьги и прочие украшения. Так, из одной двухметровой трубки можно изготовить десять

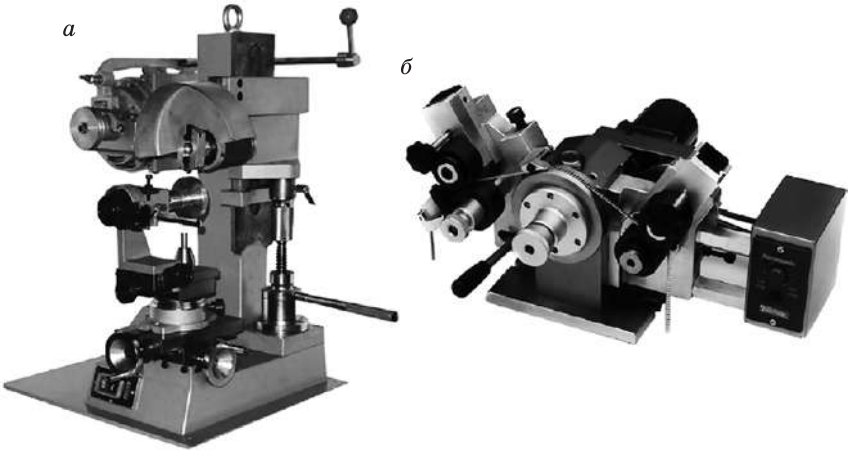


Рис. 7.12. Станки для алмазной огранки:
а — универсальный фирмы OMPAR; *б* — автомат с компьютерным управлением модели Repunsator TCR

пар серег «Конго» диаметром 40 мм. Станок отличается высокой производительностью; он эффективен в условиях серийного и массового производства.

Для нанесения алмазной грани на плоские поверхности изделий, полученных методами штамповки и литья, целесообразно применение *универсального станка-автомата с программным управлением* (рис. 7.13). На станке обрабатываются сегменты колец, серег, браслетов, цепей, подвесок, крестов и пр. Детали могут иметь различную толщину и форму. Станок оснащен одной или двумя головками, а также дополнительной приводной механической кареткой.

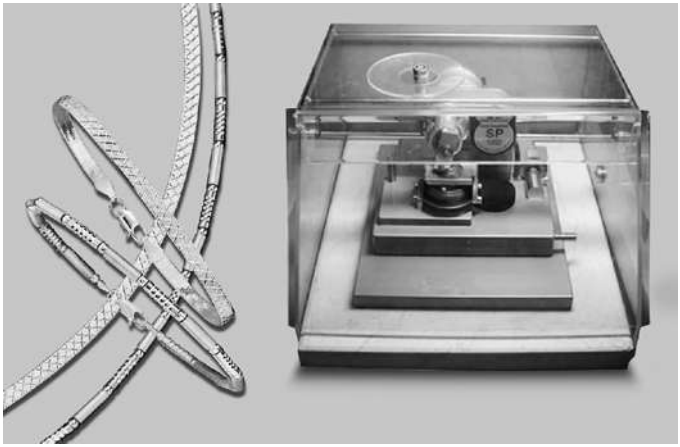


Рис. 7.13. Универсальный станок-автомат с программным управлением для нанесения алмазной грани

Шарики и сферы относятся к трехмерным изделиям, которые сложны в обработке. Для алмазной обработки таких изделий служит *станок для алмазной обработки сферических бусин* (рис. 7.14).

Станок позволяет осуществить алмазное фрезерование различных видов на поверхности круглых бусин диаметром от 3 до 20 мм. Декоративные эффекты будут однородными по всей поверхности бусины, независимо от того, из какого металла она изготовлена: золота, серебра и пр. Станок оснащен пневматической системой и обеспечивает автоматический цикл работы.



Рис. 7.14. Станок для алмазной обработки круглых бусин Daisy MBC

В условиях поточного производства получение и обработку фасонных рельефов, орнаментов, надписей экономически целесообразно осуществлять на специальных станках: *гильошире*, *гравировально-копировальном, рельефно-копировальном*, *пантографе*.

7.3. Абразивная обработка

Абразивные методы обработки предназначены для окончательной обработки изделий с целью снижения шероховатости поверхности, а также придания ей блеска.

По виду применяемых инструментов методы абразивной обработки подразделяются на три вида:

- жесткими инструментами со связанным абразивом;
- эластичными абразивными инструментами;
- свободным абразивом.

К первой группе методов обработки относятся шлифование, суперфиниширование, хонингование, ко второй — шлифование шлифкурками, текстильными и войлочными кругами, к третьей — доводка, полирование, галтовка, магнитоабразивная обработка, струйная воздушная (пескоструйная) обработка и пр.

Процесс ***шлифования жестким инструментом*** применяется при размерной обработке, а также в качестве предварительной и окончательной обработки поверхностей. Он заключается в срезании

микростружки многочисленными абразивными зернами, жестко закрепленными с помощью связки.

В ювелирном деле широко распространено также ***шлифование эластичными кругами*** для обработки недоступных участков поверхности, выполнения зачистных работ, сглаживания микрорельефа поверхности. Отличительной особенностью этих инструментов является материал связки, выполненный из эластичных каучуковых резин.

Обработка свободным абразивом имеет некоторые отличия от шлифования связанным абразивом. Она осуществляется свободно катящимися абразивными частицами между поверхностями изделия и инструмента. В зону резания подают суспензию или абразивную пасту.

Процесс ***доводки*** включает ряд механических и химических явлений. Механическое воздействие заключается в микрорезании обрабатываемого материала абразивными зернами. Химическое воздействие заключается в активном воздействии жидких компонентов пасты или суспензии с образованием оксидных пленок и адсорбционных слоев. Резание микрорельефа осуществляют абразивные зерна. Работа абразивного зерна в хрупком и пластичном материале различается характером разрушения и удаления припуска. При обработке хрупких материалов образуются сколы без боковых навалов по краям царапины. При резании пластичных материалов происходит срезание и удаление микростружки, сопровождаемое пластическим оттеснением части металла. Множество абразивных частиц, срезая микростружку, оставляют на поверхности царапины. Химически активные добавки в виде различных кислот и других реагентов в составе паст способствуют размягчению поверхностных слоев.

В зависимости от способа подачи абразивной суспензии или пасты различают следующие виды доводки:

- доводка с непрерывной подачей суспензии;
- доводка с нанесением абразивной суспензии на притир;
- доводка шаржированными притирами;
- доводка монолитным притиром;
- безабразивная доводка;
- сухая доводка;
- притирка.

Полирование, так же как и доводка, сопровождается сложными процессами механического, химического и термического воздействия на обрабатываемый материал и осуществляется на больших скоростях. Однако в отличие от доводки при полировании в зоне контакта полировального круга с заготовкой возникает высокая температура, которая обеспечивает сглаживание микрорельефа в результате пластического течения выступающих микронеровностей поверхности.

Обработка свободным абразивом получила широкое распространение на этапе окончательной обработки заготовок благодаря тому, что она осуществляет обработку в сложнодоступных местах, обеспечивает необходимую точность размеров и качество поверхности, легко реализуется в технических устройствах.

Галтовка по принципу действия подразделяется:

- на реверсную;
- вибрационную;
- магнитоабразивную;
- центробежно-ротационную абразивную.

Реверсная галтовка заключается во вращении барабанов с размещенной в них загрузкой (обрабатываемые заготовки и абразивная среда) (рис. 7.15).

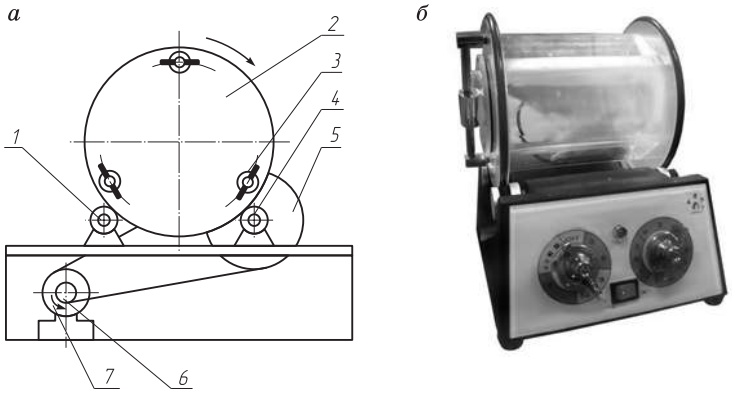


Рис. 7.15. Принцип действия (*а*) и общий вид (*б*) галтовочного станка: *1*, *4* — опорные валы; *2* — галтовочный барабан; *3* — гайки; *5*, *6* — привод клиноременной передачи; *7* — электродвигатель

Барабан *2*, установленный на двух опорных валах *1* и *4*, получает вращение от электродвигателя *7* через шкивы *6* и *5* клиноременной передачи. Скорость вращения барабана регулируется бесступенчато электрической схемой управления. При вращении барабанов изделия, свободно перекатываясь, трутся друг о друга через абразивную прослойку и таким образом подвергаются обработке. Обработку осуществляют в абразивной среде с добавлением различных наполнителей, как во влажном, так и в сухом режиме работы.

Достоинством станков является простота эксплуатации, недостатком — невысокая производительность обработки. Станок позволяет обработать всевозможные виды поверхностей, включая и труднодоступные для ручной шлифовки и полировки.

Массу заготовок и абразивной среды, загружаемую в барабаны, называют загрузкой. Загрузку барабана осуществляют до 0,75 его объема. Принцип работы галтовочного станка заключается в том, что при вращении барабанов загрузка, увлекаемая силами трения, совершает циркуляционное движение вверх вслед за стенками барабана и, достигнув верхней точки подъема, скатывается вниз от действия сил тяжести. При этом скорости вращения изделий и абразивных частиц внутри барабана имеют различные значения и направления на разных участках траектории движения загрузки.

Реверсные станки применяют для снятия заусениц, очистки отливок от формовочных смесей, предварительного полирования деталей.

Вибрационная абразивная галтовка заготовок используется для шлифования свободными абразивными частицами в вибрирующем контейнере. При скольжении и соударении изделий в абразивной среде происходит скругление кромок и шлифование поверхностей. Свободные абразивные зерна приводятся в движение вместе с заготовками за счет гравитационных и инерционных сил, вибраций, переменных и постоянных магнитных полей.

Принцип виброабразивной обработки изделий представлен на рис. 7.16. Контейнер *1*, установленный на пружинных опорах *2,* получает механические низкочастотные колебания от вибратора *3*, которым служит эксцентрик со смещенным центром масс *M*, вращающийся от электродвигателя. При вращении эксцентрика возникает центробежная сила *R*, периодически изменяющая свою величину и направление. В результате контейнер получает синусоидальные

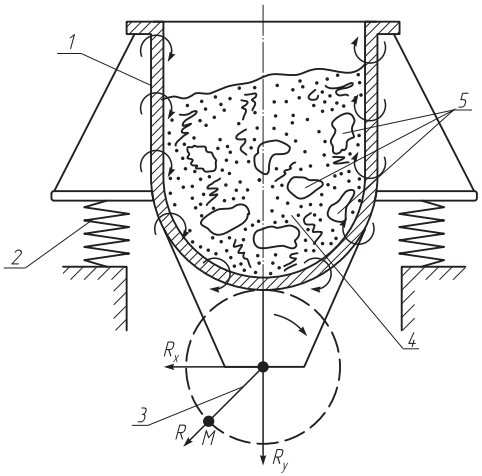


Рис. 7.16. Схема виброабразивной обработки

колебания в горизонтальном и вертикальном направлениях. Вибрация от стенок передается абразивной среде *4* и изделиям *5* в контейнере, в результате чего они совершают колебания и медленное вращение вокруг некоторой точки.

Контейнеры могут иметь в горизонтальном сечении прямоугольную, торообразную и спиральную форму, в вертикальном — круглую или U-образную, что необходимо для создания циркуляции изделий в рабочей зоне. В работе могут участвовать также наполнители в виде абразивных гранул, имеющих форму призм, кубиков и прочих геометрических тел размером до 20 мм, или гранул из фарфора. При воздействии вибрации абразивная среда приобретает эффект «псевдожижения» из-за уменьшения внутреннего трения. Изменяя амплитуду и частоту вынужденных колебаний, можно управлять процессом абразивной обработки. Внутри контейнера скорость циркуляционного движения и давление различны в разных местах у стенок контейнера. Наибольшего значения скорость достигает у боковых стенок контейнера (0,2...0,3 м/с), а давление — на дне.

Станок с U-образной формой контейнера состоит из станины *1* и контейнера *2*, установленного на пружинах *3* (рис. 7.17). Привод станка состоит из электродвигателя *4*, упругой муфты *5* и эксцентриков (дебалансов) *7*, установленных на опоре качения *6*. Вращение

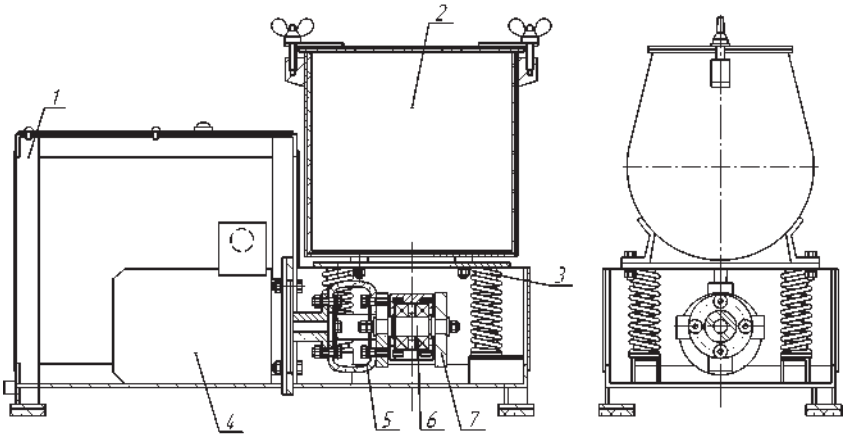


Рис. 7.17. Конструкция виброгалтовочного станка с U-образным контейнером

эксцентриков создает центробежную силу, вызывая колебания контейнера с загрузкой на упругих опорах *3*.

Виброгалтовочные станки с контейнером тороидальной формы отличаются от конструкции станка с U-образным контейнером тем, что сообщают изделиям винтообразное движение вокруг оси тороида *1*, установленного на упругих пружинных опорах *4* (рис. 7.18). Вибрация в станке создается дебалансами *2*, установленными на

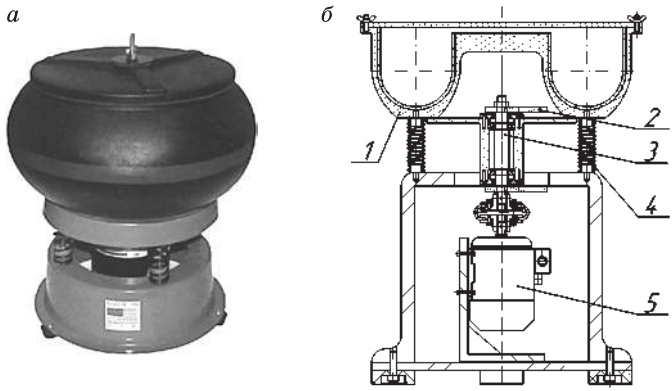


Рис. 7.18. Общий вид (*а*) и конструкция (*б*) вибрационного станка с контейнером тороидальной формы

приводном валу *3*. Привод станка состоит из асинхронного электродвигателя *5*, приводящего во вращение приводной вал. Тороидный резервуар устанавливается на упругих опорах.

В основе *магнитоабразивного* способа галтовки лежит использование магнитного поля, придающего направленность металлическим магнитопроводящим режущим элементам в зоне обработки (рис. 7.19). Режущими элементами являются магнитоабразивные порошки или стальные иглы. Магнитоабразивные порошки представляют композицию из ферромагнитной основы и вкрапленных в нее абразивных частиц. Стальные иглы имеют заострения с обоих концов длиной 5 мм и диаметром 0,3 мм. Магнитное поле придает им направленную ориентацию, ускоряя процесс микрорезания. Удаляемый припуск составляет 3...7 мкм. Регулируя напряженность магнитного поля, можно изменять величину сил резания в рабочей зоне между иглами и заготовками. В рабочую зону подается смазывающе-охлаждающая жидкость или специальный раствор. Для осуществления поэтапной шлифовки изделий различными абразивными зернами станок оснащается сменными контейнерами. Полный цикл обработки позволяет достигнуть на поверхности изделия идеальный глянец шероховатостью Ra 0,05...0,4 мкм.

Центробежно-ротационная галтовка осуществляется вращением заготовок и абразивных элементов в контейнере турбогалтовочных станков с вращающимся дном (рис. 7.20).



Рис. 7.19. Галтовочный станок для магнитной галтовки



Рис. 7.20. Турбогалтовочный станок

Контейнер *1* состоит из двух частей: вращающегося дна *3* и неподвижной стенки *2* со специальным внутренним профилем (рис. 7.21). Регулируя частоту вращения n, можно перейти от черновой к чистовой обработке. Под действием центробежных сил и сил трения о стенки контейнера заготовки вместе с абразивной массой получают винтообразное движение, прижимаясь к стенкам. Высота подъема h загрузки (рис. 7.22) зависит от скорости вращения дна, формы внутренней поверхности стенок и формы стенок дна. Наиболее предпочтительными конструкциями являются контейнеры, у которых внутренняя поверхность имеет грани. Такой контейнер обеспечивает высокую производительность и качество обрабатываемой поверхности [53]. В контейнер засыпают загрузку с заготовками *4* и включают привод вращения.

В качестве наполнителей при шлифовании и полировании применяют абразивные или деревянные частицы, металлические шарики, кукурузные опилки или ореховую скорлупу (рис. 7.23).

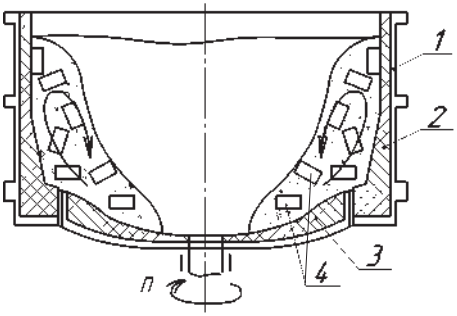


Рис. 7.21. Схема движения при турбогалтовочной обработке

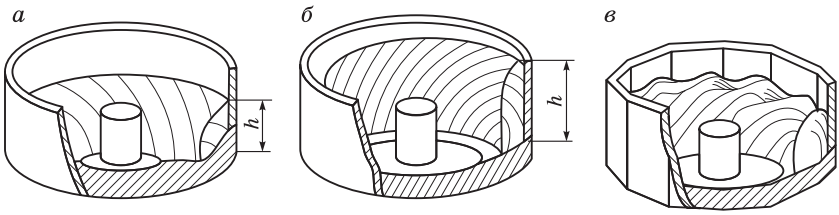


Рис. 7.22. Влияние скорости обработки на форму движения в контейнере: *а*, *б* — при вращении дна соответственно с частотой 60 и 120 мин$^{-1}$; *в* — в контейнере с гранеными стенками

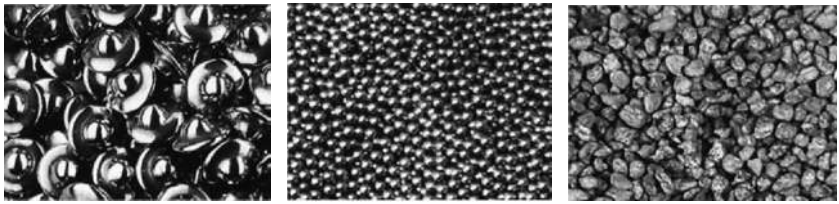


Рис. 7.23. Наполнители для обработки галтовкой

Одним из широко распространенных методов абразивной обработки свободным абразивом является ***пескоструйная обработка***. Она осуществляется абразивными частицами, состоящими из кварцевого песка размером до 50 мкм. Под действием сжатого воздуха мелкодисперсный песок интенсивно воздействует на поверхность обрабатываемого изделия. Скорость абразивных частиц может достигать 73 м/с. В состав рабочей смеси могут включаться и неабразивные материалы, например стеклянные или керамические шарики. Пескоструйные установки применяются для очистки изделий от различных загрязнений и окислов, для шлифования, полирования, а также матирования поверхности (рис. 7.24).



Рис. 7.24. Пескоструйная установка модели 80-TEC

Пескоструйная обработка может осуществляться вручную пистолетом (рис. 7.25) или в специальных установках (рис. 7.26), которые отличаются конструктивным исполнением, производительностью, габаритами. Смесь подается с помощью ручного пистолета с выход-

ным отверстием 8 мм. Известно использование подобных установок также и для декоративной отделки поверхностей рабочей смесью, состоящей из воды, воздуха и абразивных частиц.

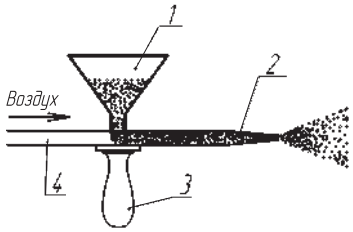


Рис. 7.25. Ручная пескоструйная обработка:
1 — воронка с песком; *2* — сопло; *3* — рукоятка; *4* — воздуховод

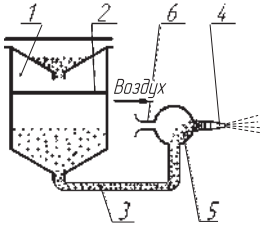


Рис. 7.26. Схема пескоструйной установки:
1 — бункер с песком; *2* — сетка; *3* — основная магистраль; *4* — сопло; *5* — смесительная камера; *6* — воздуховод

Расход воздуха при обработке составляет 600 л/мин, а давление, создаваемое компрессором, — 0,4...0,6 МПа. Объем загрузки песка составляет 2...3 кг. Вместо воздуха может подаваться вода.

Традиционно шлифование и полирование деталей в машиностроительной отрасли производят на различных типах универсальных и специализированных станков. Для обработки миниатюрных ювелирных изделий со сложной формой использование подобных станков не всегда целесообразно. В связи с этим большее распространение получили методы ***ручной обработки на специальных малогабаритных станках настольного типа.*** Они выпускаются двухсторонними и оснащаются вытяжками и фильтрами для сбора отходов (рис. 7.27). Шлифовальные инструменты устанавливаются и закрепляются непосредственно на выходном валу шпинделя или электродвигателя с помощью конусных насадок. Станки работают при высоких скоростях вращения, достигающих 3000...3500 мин$^{-1}$. Максимальный диаметр рабочих инструментов составляет 175 мм.

Станки с ножной педалью управления предназначены для работы полировальными и шлифовальными кругами, щетками диаметром до 75 мм на высоких скоростях вращения шпинделя (рис. 7.28). Шлифование и полирование локальных участков, например мест пайки или участков вокруг вставок, труднодоступных поверхностей



Рис. 7.27. Шлифовальный станок с вытяжкой



Рис. 7.28. Станок полировальный модели FOREDOM с ножной педалью

ювелирных изделий, осуществляют бормашинками с использованием абразивных инструментов с различными профилями рабочей поверхности: прямоугольным, конусным, шаровидным и т.д.

Абразивные инструменты различаются видом материала и размерами частиц.

В качестве абразивного материала применяют карбид кремния, карбид бора, окись алюминия, окись церия, алмаз.

По размеру абразивные частицы делятся:

- на шлифзерно (с номерами 400, 315, 200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16);
- шлифпорошки (с номерами 12, 10, 8, 6, 4, 3);
- микропорошки (М63, М50, М40, М28, М20, М14);
- тонкие порошки (М10, М7, М5, М3, М2, М1).

Номер шлифзерна и шлифпорошка обозначает размер основной фракции абразивных частиц в 0,1 размера зерна в микрометрах, а номер микропорошков и тонких порошков — размер основной фракции в микрометрах.

Алмазные шлифпорошки обозначают дробью, числитель которой соответствует размеру стороны ячейки верхнего сита, а знаменатель — размеру стороны ячейки нижнего сита основной фракции. Например: 160/100, 40/28.

Зернистость инструментов выбирается в зависимости от вида выполняемых работ (предварительная или окончательная обработка) и твердости обрабатываемого материала. Шлифпорошки используются для чернового и чистового шлифования, а микропорошки — для доводочных и полировальных операций.

Абразивные инструменты выпускаются в виде шлифовальных кругов, брусков, порошков, наждачных шкурок, паст. В качестве связки шлифовальных кругов используются минеральные (керамические) или органические (вулканитовые и пр.) материалы.

Для полирования поверхностей с целью достижения блеска или глянца используют инструменты на эластичной основе: *войлочные, текстильные, шерстяные круги*, вращающиеся на большой скорости (до 20...25 м/с). Войлочные круги, изготовленные из шерсти, предназначены для предварительного, а текстильные — для окончательного полирования.

Полировальные круги изготавливаются из текстильных тканей, прошитых в несколько слоев (от 20 до 40). Круги из плотной фланели, белой бязи (рис. 7.29) обладают исключительной мягкостью и позволяют добиться идеального блеска поверхности изделий. Внутренний поясок кругов для посадки на вал выполняется из кожи, шеллака или металла.

Полировальные круги выпускаются различных типоразмеров (диаметром от 76 до 203 мм).

Цвет текстильных кругов характеризует их эксплуатационные свойства. Цветная окраска свидетельствует об улучшенных характеристиках полировальных кругов по сравнению с кругами из белой бязи. Так, например, круги желтого цвета отличаются повышенным сроком службы. Они изготавливаются из нитей с переплетением 34/31 мм. Круги оранжевого цвета имеют лучшие свойства по срав-

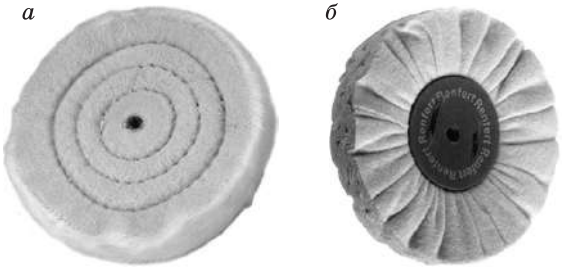


Рис. 7.29. Полировальные круги:
а — из фланели; *б* — из белой бязи

нению с желтыми кругами, а зеленые — по сравнению с оранжевыми. Круги синего цвета обладают самой высокой износостойкостью среди прочих.

Для полирования металлов часто применяют *волосяные* и *фетровые круги* (рис. 7.30).

Для полирования изделий необходимы специальные *абразивные пасты*, которые окрашены в различные цвета. Они фасуются в тюбики или поставляются в виде брикетов (рис. 7.31).

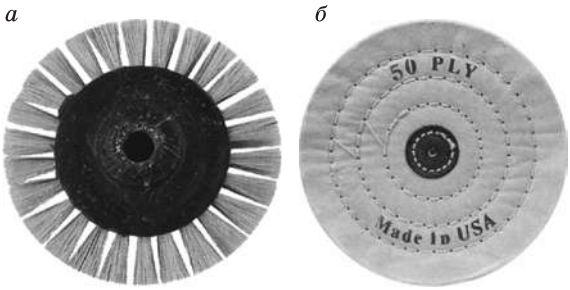


Рис. 7.30. Полировальные круги:
а — волосяной; *б* — фетровый



Рис. 7.31. Белая паста для полирования

По своим свойствам абразивные пасты могут быть водостойкими и неводостойкими. Наиболее распространенной среди них является бесцветная паста со специальным составом, которая легко удаляется с обработанной поверхности.

8 ТЕХНОЛОГИЯ СОЕДИНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Ювелирные изделия состоят из различных частей и материалов, которые необходимо соединить с высоким качеством, т.е. надежно и эстетично. Принципы соединения элементов ювелирных украшений должны соответствовать общим принципам соединения деталей промышленных изделий.

Соединение элементов ювелирных изделий осуществляют различными способами: пайкой и сваркой, клепкой и склейкой.

8.1. Технология пайки

Пайка является основным способом соединения материалов в ювелирном деле благодаря простоте ее осуществления, прочности и надежности полученного соединения.

Пайку и сварку объединяет необходимость термического воздействия на соединяемые места. Соединение металлов при пайке происходит в результате диффузии с расплавленным припоем. Соединяемые материалы при пайке не достигают температуры плавления. Это положение подтверждается при осмотре микроструктуры сечения шва после пайки, в котором видна граница разделения металлов. При сварке соединение достигается сплавлением самих стыкуемых поверхностей металлов.

Применяемое оборудование

Источниками теплового излучения при пайке служат *паяльники* и *горелки*. Электрические паяльники применяют для расплавления легкоплавких припоев, а газопламенные паяльники, работающие на смеси горючего газа и воздуха, — для пайки материалов с высокой температурой плавления. В частности, для пайки драгоценных металлов используют газопламенные горелки, так как они обеспечивают более высокий уровень температур, чем электрические.

В качестве горючего при пайке применяют газ (ацетилен C_2H_2), высококачественный бензин, который не образует сильной копоти, и пропан (природный газ).

Для пайки с *ацетиленом* используют специальный газовый аппарат, в котором вырабатывается горючий газ; газ, смешиваясь с воздухом, образует в горелке пламя. Ацетилен в смеси с воздухом в соотношении 1:(1,1...2,0) дает более высокую температуру горения, поэтому применяется главным образом для сварочных работ.

Для пайки с *бензином* используют бензиновые бачки, в которых образуется горючая смесь бензиновых паров с воздухом; смесь подается в газовую горелку.

Природный газ подается в газовую горелку от газового баллона через редукционный клапан или от городской системы газопроводов. Воздух в горелку подается не принудительно, а втягивается подсосом.

Газопламенные горелки-пистолеты для пайки и сварки металлов выпускаются в различных конструктивных модификациях (рис. 8.1). В них осуществляется смешивание горючих газов с кислородом и образование пламени на выходном сопле. Горелки содержат трубки и насадки для смешивания воздуха и газа. Регулирование соотношения воздуха и газа выполняется вентилями, установленными на



Рис. 8.1. Газопламенные горелки:
а — бензиновая; *б* — газовая

трубках. Горелки снабжаются сменными мундштуками с различными проходными сечениями выходного сопла.

Газ, направленный в горелку под давлением, образует при горении острое направленное конусообразное пламя. Оно состоит из двух факелов: внутреннего, темного из-за неполного сгорания газа CO, и внешнего, светлого с высокой температурой пламени. Температура при горении ацетилена достигает 3000 °С, а при горении остальных газов — 2500 °С. Длина факела составляет 40 мм, диаметр пламени в сечении — 20 мм.

При работе с бензином пользуются *бензиновым аппаратом*. Он состоит из бачка-смесителя, компрессора, горелки и резиновых шлангов. Компрессор предназначен для образования избыточного давления в бачке-смесителе (рис. 8.2).

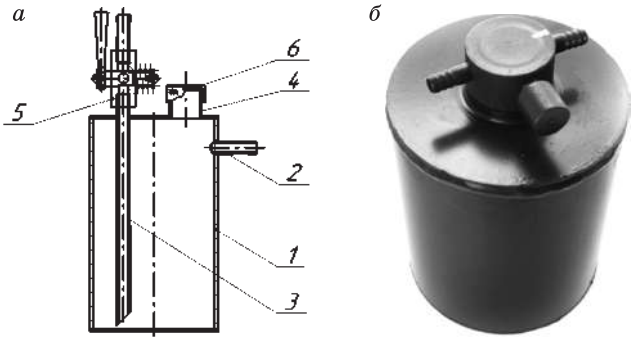


Рис. 8.2. Схема устройства (*а*) и общий вид (*б*) бензинового бачка

Стальной бензиновый бачок-смеситель предназначен для образования смеси паров бензина с воздухом. Он состоит из цилиндра *1* с приваренными сверху и снизу крышками. В верхней боковой части бачка находится выходной штуцер *2*. Сверху в крышку вставлены трубка *3* для подачи воздуха и горлышко *4* для заливки бензина. На трубку навинчивают кран подачи воздуха *5*. На заливное горлышко *4* навинчивается герметичная крышка *6* с уплотнительным кольцом.

Бензиновая горелка для пайки состоит из рукоятки *1*, латунной трубки *2* и мундштука *3* с запрессованным рассекателем *4* (рис. 8.3). Мундштук выполнен в виде ребристого радиатора для охлаждения рабочей части. На трубку напрессована круглая рукоятка. На трубке

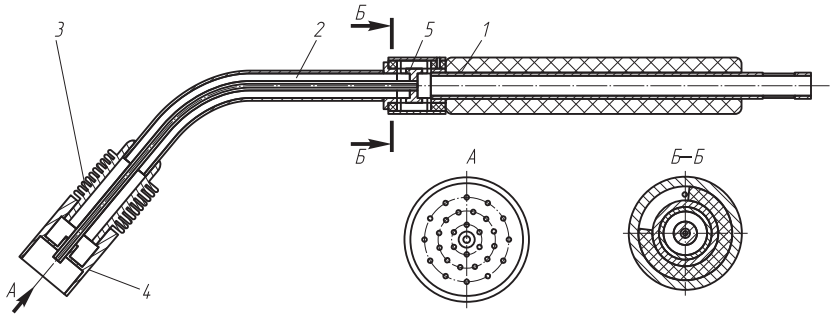


Рис. 8.3. Конструкция бензиновой горелки

монтируется кран *5* для регулирования подачи воздуха в смеситель. Регулирование пламени осуществляется поворотом втулки регулятора. К свободному концу трубки присоединяют шланг подачи горючего газа.

Расходные материалы для пайки

Припои должны иметь температуру плавления ниже температуры плавления соединяемых металлов не менее чем на 40 °С. Они должны удовлетворять ряду требований: обладать хорошей смачиваемостью, жидкотекучестью (растекаемостью), прочностью соединения, пластичностью, антикоррозионной стойкостью.

В зависимости от *температуры плавления* припои разделяют на три вида:

- легкоплавкие — с температурой плавления до 450 °С;
- среднеплавкие — с температурой плавления свыше 450 °С;
- тугоплавкие — с температурой плавления 750...1000 °С.

В зависимости от *вида металлической основы* припои классифицируют на оловянные, кадмиевые, цинковые, магниевые, алюминиевые, медные, серебряные и золотые. Припои производят в виде фольги, ленты, проволоки, сетки, фигурных отливок, прутков и т.д.

Существуют различные химические составы припоев, предназначенные для пайки тех или иных видов материалов [9, 10].

Для пайки изделий из золотых сплавов применяют припои, содержащие *золото*. Они различаются по цвету и температуре плавления (в зависимости от весового содержания меди, цинка, кадмия

и свинца). Температура плавления золотых припоев лежит в интервале 740...1000 °С. По этому признаку они делятся на легкоплавкие (до 800 °С) и тугоплавкие (свыше 800 °С). Золотые припои имеют специальную маркировку. Например, ПЗл 750–160 (содержание золота 75 %, серебра 16 %). Лигатура золотых припоев, в зависимости от пробы и цвета, стандартизирована и приведена в справочной литературе.

Припои, содержащие *серебро*, применяются для пайки сплавов серебра и ряда других металлов: латуни, нейзильбера, мельхиора, бронзы, меди и медных сплавов, стали с медью, титана, титановых сплавов с нержавеющей сталью. Они должны обладать теми же свойствами, что и припои из золота. Температура плавления данных припоев не должна превышать 650...810 °С (в зависимости от лигатуры). Маркируют серебряные припои с помощью букв и цифр. Например, припой марки ПСр 40, согласно стандарту, должен содержать: Ag — 40 %, Cu — 16,7, Zn — 17, Cd — 26 %. При необходимости выполнения пайки материалов при температуре 607...790 °С применяют припои, которые содержат 45...75 % серебра, до 20 % меди, до 17 % цинка, а также кадмий и олово.

Легкоплавкие (или мягкие) припои основаны на сплаве Sn–Pb. В них содержится меньшее количество серебра, поэтому они имеют низкую температуру плавления. Например, припой марки ПСр 1,0 содержит: Ag — 1,0 %, Cd — 2,5, Sn — 35, Pb — 60,6, Sb — 0,9 %. Мягкий припой очень пластичен, имеет небольшую твердость и невысокую температуру плавления (всего 200 °С). Однако он обладает невысокой прочностью на разрыв, слабой диффузией с металлом; после кристаллизации шов визуально просматривается и имеет вид серо-белой полосы.

Медно-фосфорные припои применяют для пайки изделий из латуни, нейзильбера, мельхиора, алюминиевой бронзы, медно-никелиевых сплавов. Такие припои имеют невысокую пластичность, в связи с чем в их состав добавляют олово и цинк.

Пастообразные припои выпускаются на основе сплава золота 585-й пробы. Их используют в основном для устранения дефектов в виде трещин, пор и раковин на поверхности изделий.

Назначение ***флюсов*** расматривалось ранее (см. 2.6). Флюсы перед пайкой необходимо подготовить и нанести на места соединения при помощи кисточки.

Технология пайки

Перед пайкой необходимо провести подготовительные работы: очистить соединяемые поверхности, припасовать стыки (т.е. выполнить пригонку стыков) и зафиксировать соединяемые части изделия.

Очистка может быть проведена химическим и механическим способом. Химический способ заключается в воздействии на металлы химических растворов четыреххлористого углерода, трихлорэтана, тринатрийфосфата. Механическую очистку осуществляют с помощью напильников, надфиля, шабера, наждачной шкурки или металлической щетки.

Припасовку стыка выполняют таким образом, чтобы обеспечить зазор величиной 0,025...0,1 мм.

Для снятия внутренних напряжений детали перед пайкой могут быть *отожжены*.

Припой перед пайкой *прокатывают* до толщины 0,2...0,3 мм и *нарезают* ножницами в виде ленточек шириной 1,0...1,5 мм. Готовым к применению является припой, изготовленный в виде проволоки и скрученный в бунты.

Для осуществления пайки необходимы различные *инструменты* и *приспособления*: леткал, зажимы из стальной проволоки (или зажимы-«дракончики») для фиксации деталей, монтировочные массы (застывшие огнеупорные массы), пинцеты, кисточки для нанесения флюсов.

Пайку выполняют по различным *схемам соединений*: встык, внахлестку, встык наклонно, внахлестку без пригонки, комбинированным способом.

Для фиксации тонкостенных элементов детали предварительно скрепляют между собой *электроконтактной сваркой*.

Спаиваемое изделие укладывают на подкладки из огнеупорных материалов. Для этой цели можно использовать двухслойную подкладку, состоящую из деревянной доски толщиной 15...20 см, обитой слоем асбестового листа толщиной более 5 мм. Кроме того, можно применять монтажную плиту из огнеупорного материала, содержащую мелкие отверстия на поверхности, используемые для фиксации изделия иголками или кусочками проволоки (рис. 8.4, *а*). Применяют *пинцеты* различных модификаций (рис. 8.4, *б*). Для удобства работ используют также *леткал* — приспособление с маленьким поворотным

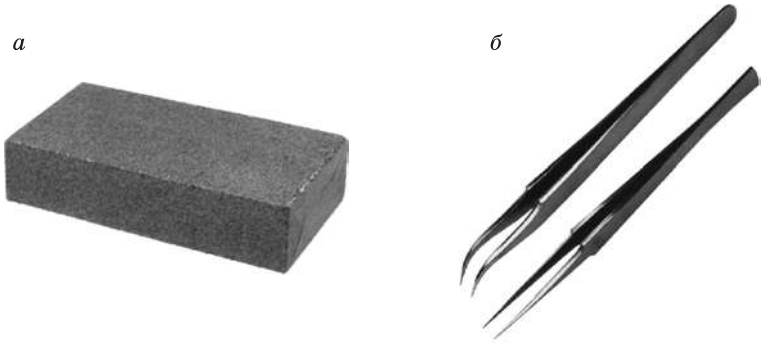


Рис. 8.4. Плитка керамическая для пайки (*а*) и пинцеты для зажима (*б*)

столиком, позволяющим поворачивать изделие в горизонтальной плоскости на 360°.

По степени механизации пайка делится на *ручную*, выполняемую с помощью газовой горелки, и *механизированную*, осуществляемую в печах с защитной атмосферой. Ручной способ применяется для точечной пайки быстрым и интенсивным нагревом до высоких температур. Механизированная пайка является экономически целесообразной для условий серийного производства и осуществляется в конвейерных печах с защитной атмосферой с автоматически регулируемым режимом пайки. В этом случае изделия укладываются на металлический поддон, который располагается на движущемся конвейере. Данный метод применяют при автоматизированной пайке типовых изделий массового спроса (колец, браслетов и т.п.).

Пайка выполняется в следующей последовательности:

1) припасовка стыка;
2) отфлюсовывание и нагрев стыка до высыхания флюса;
3) разогрев места пайки пламенем горелки;
4) укладка припоя на место пайки пинцетом;
5) расплавление припоя и соединение стыка.

В качестве примера рассмотрим выполнение технологической операции пайки шинки кольца к верхушке.

005 Перемещение.
Получить изделие из кладовой.
010 Контроль.
Произвести визуальный осмотр изделия. Проверить места пайки.
015 Пайка.

1. Приготовить припой ПЗл 585–160.

Отжечь пластинку припоя до появления малинового цвета. Вальцевать пластинку до толщины фольги. Повторить отжиг. Обезжирить пластинку припоя. Нарезать припой ленточками шириной 1,0...1,5 мм.

2. Обезжирить заготовку шинки и припоя в растворе, нагретом до 60...80 °С, в течение 3...5 мин.

3. Промыть заготовку в проточной воде в течение 1...2 мин.

4. Сушить заготовку.

5. Погрузить заготовку и припой в раствор флюса.

Приготовить флюс, засыпав 20 г буры и 20 г борной кислоты в 200 мм воды, довести до кипения и охладить.

6. Произвести пайку.

7. Опилить места пайки.

8. Отбелить изделие в 10%-ном растворе серной кислоты в течение 3...5 мин при температуре 60...70 °С.

9. Промыть изделие в проточной воде.

10. Сушить изделие.

020 Монтировочная.

Паять верхушку к шинке.

025 Отбеливание.

030 Промывка.

035 Зачистка.

040 Правка.

045 Взвешивание.

050 Клеймение.

055 Пробирование.

060 Правка.

065 Зачистка.

070 Шлифовальная.

075 Полировальная.

080 Обезжиривание.

085 Промывка.

090 Сушка и протирка.

095 Взвешивание.

100 Контрольная.

105 Упаковка.

110 Возврат отходов.

Пайка завершается *отбеливанием* для травления слоя окислов и удаления флюса. Отбеливание осуществляется в стеклянной или фарфоровой посуде. В качестве отбелов применяют различные растворы кислот, химический состав которых определяется материалом и пробой сплавов.

Для сплавов золота пробы 750, 585 и сплавов платины используются отбелы из соляной и серной кислоты. Соляный отбел представляет собой 5...10%-ный раствор HCl, сернокислый отбел — 10...15%-ный раствор H_2SO_4. Отбеливание проводится в течение 0,5 мин при температуре 40...60 °С.

Для сплава золота 375-й пробы отбеливание осуществляют в 5...10%-ном растворе соляной кислоты HCl в течение 0,2...0,5 мин при температуре 50 °С.

Изделия из сплавов серебра отбеливают в 1...2%-ном растворе HCl при температуре 30...40 °С не более 1 мин или в 5%-ном растворе H_2SO_4 с добавлением NaCl при температуре 40...50 °С не более 0,5 мин.

Отбеливание изделий из мельхиора и нейзильбера рекомендуется проводить в 10...12%-ном растворе H_2SO_4 с добавлением 5 г хромпика на 1 л раствора. Изделия из латуни обрабатывают в 10%-ном растворе серной кислоты H_2SO_4 при температуре 40...50 °С в течение 2...3 мин либо в растворе, состоящем из 200 мл HNO_3, 250 мл H_2SO_4 и 5 г NaCl (на 1 л воды). Отбеливание выполняют при температуре раствора 40...50 °С в течение 2...3 мин.

В практике ювелирного дела могут встречаться случаи, когда применение флюсов при пайке недопустимо. Тогда может быть рекомендован следующий способ пайки. В местах соединения деталей размещают промежуточный легкоиспаряющийся металл, который вызывает размягчение поверхностей соединения. В качестве легкоиспаряющихся компонентов могут быть использованы висмут, кадмий, сурьма, барий, натрий, литий, фосфор. В частности, для соединения элементов изделия из золота в качестве промежуточного металла предлагается использовать ртуть или амальгаму. При нагреве промежуточный металл полностью испаряется, обеспечивая при охлаждении условия для соединения основных металлов. При этом на поверхности легко диспергирует пленка окиси основного металл [31].

8.2. Соединение металлов сваркой

Сварка — процесс получения неразъемного соединения путем установления межатомных и межмолекулярных связей между соединяемыми материалами. Сварка может быть осуществлена с добав-

лением припоя или металла такого же типа, как и основные соединяемые материалы.

Достоинством сварки является возможность соединения полых и литых изделий из золота, серебра, платины, латуни и нержавеющей стали. Сварку как технологический способ можно использовать также для заваривания пор на поверхности готового ювелирного изделия. Недостатком сварки является возможность коробления деталей и температурных повреждений металлов от локального теплового воздействия.

В ювелирном производстве сварку используют главным образом для точного и быстрого точечного соединения деталей из золота толщиной от 0,05 до 0,3 мм.

Для соединения металлов применяют различные виды сварных соединений (рис. 8.5).

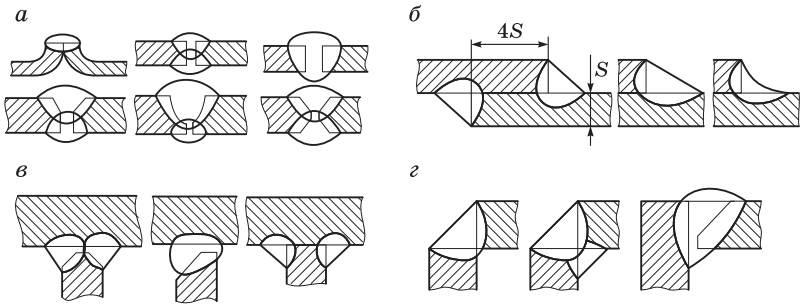


Рис. 8.5. Виды сварных соединений:
а — стыковые; *б* — внахлест; *в* — тавровые; *г* — угловые

Способ сварки зависит от вида соединяемых материалов и их толщины.

Все способы сварки можно разделить на два вида: сварка давлением и сварка плавлением.

Сварка давлением происходит в результате пластического деформирования в контактных поверхностных слоях соединяемых элементов. Она протекает в два этапа:

1) сближение и контакт соединяемых поверхностей заготовок;

2) установление межатомных металлических связей в результате химического взаимодействия между поверхностями.

Для малопластичных металлов необходим нагрев, а для пластичных он необязателен.

Сварка давлением делится на контактную, холодную, ультразвуковую, трением, взрывом, индукционную, диффузионную.

В ювелирном производстве применяют преимущественно *контактную* сварку. Соединение металлов достигается благодаря их нагреву проходящим током и пластическому деформированию в месте контакта.

Применяют следующие виды контактной сварки: стыковая, точечная, шовная. В ювелирном производстве широкое применение нашла точечная сварка как способ предварительного соединения элементов изделий из драгоценных металлов перед последующей пайкой. Цикл сварки состоит из четырех стадий: сжатие свариваемых деталей между электродами; включение тока и разогрев металла до жидкотекучего состояния; выключение тока; снятие усилия с электродов.

Контактная сварка используется для соединения тонколистовых элементов изделия. Она особенно эффективна в тех случаях, когда возникают затруднения при пайке газопламенным способом. Сваркой легко и точно можно присоединить элементы цепей, браслетов, застежек разных диаметров и толщины к цепочкам без риска их повреждения и деформации.

Контактная сварка нашла применение при закрепке вставок типа «паве», а также для ремонта изделий с камнями. Модулируемый электрический разряд сокращает время нагрева металла без риска повреждения натуральных камней.

Для контактной сварки драгоценных металлов применяют специальные виды оборудования (рис. 8.6).

Сварка драгоценных металов проводится при плотности тока 100...300 А/мм^2 и напряжении 12 В. К свариваемым изделиям присоединяют электроды и включают электрический ток (рис. 8.7). В местах соединения детали разогреваются, после чего их сжимают с некоторым усилием, приводящим к пластическому деформированию и соединению. В качестве электродов используют медь, которая обладает малым электрическим сопротивлением. Ввиду малого электрического сопротивления сварка таких металлов, как медь, латунь, алюминий, контактным методом затруднена.

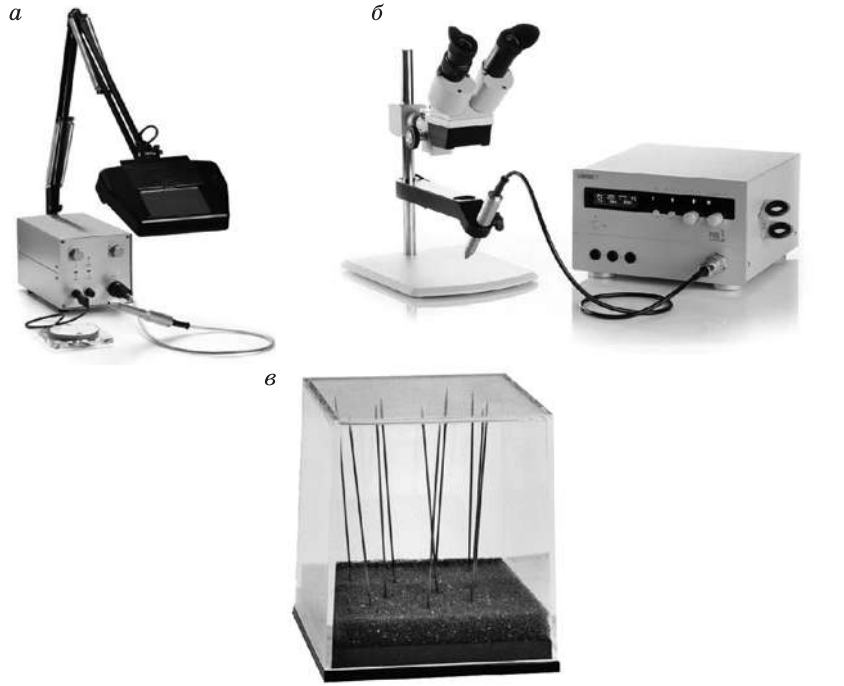


Рис. 8.6. Аппараты для контактной сварки:
а — модель PUK 111; *б* — модель PUK 3 PROFES.PLUS;
в — электроды для сварки

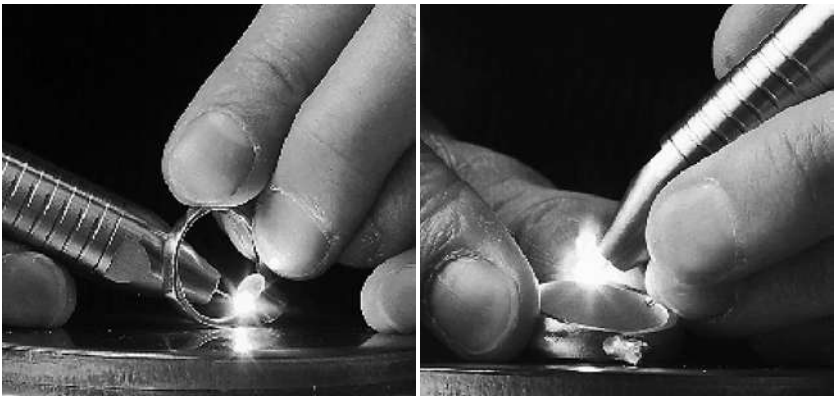


Рис. 8.7. Примеры выполнения работ при контактной сварке

Сварка плавлением обеспечивает соединение металлов на малом участке площадки. При таком способе сварки соединение осуществляют расплавлением металлов в зоне соединения от внешнего источника тепла. Сварка плавлением протекает в две стадии:

1) расплавление кромок металла с образованием жидкого металла;

2) затвердевание объема жидкого металла.

Сварку плавлением подразделяют на дуговую, газовую, лазерную, плазменную, термитную, электронно-лучевую (два последних вида плавки в ювелирном деле не применяют).

Дуговая сварка заключается в образовании дуги между плавящимся электродом и изделием. Плавящийся электрод при этом служит присадочным материалом.

Дуговую сварку в среде защитных газов применяют в приборостроении и машиностроении для изделий из сплавов алюминия, меди, никеля, тугоплавких химически активных металлов (титана, циркония, тантала).

Сварка алюминиевых сплавов представляет некоторые трудности из-за мгновенно образующихся на поверхности алюминия оксидных пленок. Поэтому она осуществляется в условиях защиты зоны сварки от действия кислорода инертным газом — аргоном.

Соединение сплавов меди также осложняется образованием оксида меди Cu_2O на границе зерен, интенсивным поглощением водорода, а также действием примесей (свинца и пр.). Сварка меди и ее сплавов осуществляется в условиях защитной среды с помощью специальных флюсов на основе буры или борной кислоты.

Газовая сварка происходит за счет теплоты, образованной при горении горючего газа в кислороде. Для образования пламени используют такие газы и пары горючих жидкостей, как ацетилен, пропан, бутан, природный газ, водород, пары бензина, керосина.

Ацетилен C_2H_2 позволяет получить пламя с высокой температурой (до 3000 °С). Он образуется в генераторах по реакции

$$CaC_2 + 2H_2O = C_2H_2 + Ca(OH)_2.$$

Соотношение кислорода и газов в смеси изменяется в зависимости от вида свариваемых материалов. Для сварки среднеуглеродистых сталей, меди, алюминия это соотношение должно быть 1 : 1,1...1,2; для сварки латуни, чугуна и высокоуглеродистых сталей — 1 : 1,3...1,5.

Для получения смеси из горючего газа и кислорода и образования сварочного пламени служит инжекторная горелка. Для образования сварного шва в зону горения подают присадочную проволоку.

Разновидностью газовой сварки является *водородная* сварка. При горении водорода в пламени горелки образуется высокая температура, достигающая 3000 °С. Водород получают с помощью специального аппарата (рис. 8.8), в результате разложения воды на кислород и водород при воздействии электрического тока. Аппарат имеет несколько ступеней регулирования мощности путем изменения тока в диапазоне от 0,5...30,0 А в непрерывном или кратковременном режиме работы длительностью импульса до 0,5 с. Держатель электрода выполнен в форме ручки. Напряжение на аноде составляет 80 В. Сварка может проводиться в режиме коротких мощных разрядов либо при условии плавного непрерывного нагрева. Пятно сварки весьмо мало и составляет в диаметре от 0,7 до 2,0 мм. Во время сварки поверхность защищается от окисления аргоном.



Рис. 8.8. Аппарат для водородной сварки

При *лазерной* сварке используется энергия светового луча, получаемого от оптического квантового генератора. Источником излучений являются твердотельные и газовые лазеры, которые могут работать либо в непрерывном режиме (рубиновые), либо в импульсном (газовые). Длина волны луча составляет 0,4...1,4 мкм. Световой луч образуется в лампе-вспышке и фокусируется в линзе. Чтобы луч не рассеивался, устанавливают отражающее зеркало. Диаметр сфокусированного луча составляет несколько микрометров, а диаметр получаемого отверстия — 0,03...0,05 мкм.

Достоинством лазерной сварки является возможность соединять тонкостенные, а также однородные и разнородные материалы. Лазерная сварка позволяет также осуществлять сварку концов проволоки, цепочек и прочих миниатюрных изделий, сварка которых при обычных условиях представляет определенные сложности.

На рис. 8.9 представлен общий вид лазерной установки модели MEGA140, которая состоит из стереомикроскопа, жидкокристаллического дисплея для отображения параметров, системы двойной подачи защитного газа, вытяжной системы с фильтром. Компьютерная система позволяет сохранять в памяти до 100 программ для осуществления сварочных работ на определенных типах деталей.



Рис. 8.9. Лазерная установка для сварки модели MEGA140

Плазменную сварку осуществляют расплавлением зоны контакта присадочного металла и соединяемых металлов за счет тепловой энергии плазменной струи. Плазменная струя представляет собой ионизированный или разогретый до температуры 20 000 °С поток газа. Она создается в плазмотроне путем пропускания газа через электрическую дугу, которая горит между вольфрамовым электродом и охлажденным соплом. В состоянии плазмы для вещества характерно хаотическое движение оголенных ядер и оторванных от них электронов. Для формирования шва используют присадочную проволоку. Для образования плазменного луча используют воздух, водород или аргон. Положительный полюс подключают к заготовке. Возможность регулирования плазменной струи позволяет сваривать тонколистовые материалы.

Для предварительного соединения деталей ювелирных изделий толщиной 0,1...1,5 мм в условиях массового производства применяется *микроплазменная* сварка на малых токах (порядка 2...30 А) неплавящимся электродом, которая является разновидностью плазменной сварки. Источник тепла — сжатая дуга между вольфрамовым электродом и изделием. Соединение осуществляется в импульсном режиме без припоя и может быть выполнено в среде защитных газов (аргона, гелия и их смесей).

8.3. Шарнирные, заклепочные и штифтовые соединения

Шарнирные соединения относятся к подвижным соединениям. Они часто используются в ювелирных и галантерейных изделиях: в серьгах для закрепления швензы; в медальонах для соединения корпуса с крышкой; в браслетах часов для соединения звеньев; в колье для соединения элементов; в конструкциях шкатулок, портсигаров, запонок, зажимов для галстука и т.д.

Подвижность в этих соединениях обеспечивается шарнирами со скользящей посадкой в сопряжениях. Оба конца шарнира замыкаются, чтобы исключить осевое смещение. Замыкание осуществляется головками в виде заклепок с полукруглой, потайной, полупотайной, плоской головкой, с коническим или трубчатым подголовником. Конструктивно шарниры выполняются в виде стержня, который имеет закладную и замыкающую головку. По характеру трения шарниры относятся к соединениям с трением скольжения, поэтому по мере эксплуатации происходит износ в сопряжениях, приводящий нередко к разрушению контактируемых поверхностей. Шарнирный стержень сопрягается с неподвижной деталью с натягом, обеспечивая плотное соединение, а с подвижной деталью образует зазор, обеспечивая подвижность.

Сборка шарнирных соединений выполняется в той же последовательности, как и заклепочных. Определенную сложность в изготовлении шарнирного соединения представляет необходимость обеспечения соосности отверстий в соединяемых деталях. В условиях поточного производства соосность достигается в процессе изготовления деталей на настроенных станках с применением специальных приспособлений с направляющими кондукторными втулками. В условиях единичного производства соосность отверстий сопрягаемых деталей достигается при совместном сверлении деталей, жестко зафиксированных в требуемом положении. Фиксация деталей перед сверлением обеспечивается временной клейкой. После совместного сверления клей удаляется. Если шарнирное соединение имеет широкий интервал допусков, то сверление в деталях можно выполнять раздельно с предварительной разметкой места сверления.

В качестве стержня (оси) шарнира в ювелирных изделиях используется проволока, протянутая до заданного размера поперечного

сечения. Закладная головка оси образуется пластическим деформированием в специальном приспособлении либо корневерткой, закрепленной на сверлильном станке. В условиях поточного производства шарнирные оси получают на специальных станках, работающих по принципу изготовления гвоздей. Кроме того, головки шарнирных осей можно получить предварительным сплавлением конца проволоки в шарик и его деформированием на специальной доске с отверстием для придания требуемой формы. Клепка (расклепка) второго конца проводится в собранном соединении пластическим деформированием выступающего конца для придания необходимой формы головке заклепки. Клепка осуществляется вручную ударами молотка по бойку, по пуансону или на прессах пуансоном соответствующей формы. Полукруглая форма головки выступает над поверхностью деталей и поэтому чаще всего применяются головки потайной и полупотайной формы. Но для этого в отверстии соединяемой детали под потайную головку следует снять фаску или провести зенкование.

Технологический процесс изготовления штифтового соединения состоит из операций, выполняемых в определенной последовательности. В качестве примера приводится техпроцесс сборки швензы со стойкой серьги посредством шарнирного соединения.

005 Перемещение.

Получить комплект деталей в кладовой.

010 Сборка.

1. Подогнать основания и накладки под сборку, обеспечив собираемость и выдержав размеры чертежа на изделие.

2. Разметить накладки под сверление (керн, штангенциркуль).

3. Сверлить в накладке отверстие диаметром 0,8 мм под ось заклепки.

4. Разметить длину стержня заклепки.

5. Откусить кусачками и плоско запилить надфилем конец стержня заклепки.

6. Формовать заклепки с полукруглой головкой.

А. Надеть последовательно на стержень заклепки, прокладку из картона толщиной 0,3 м, а затем накладку.

Б. Формовать замыкающую головку заклепки при помощи корневертки на сверлильном станке. Прокладки из картона удалить пинцетом или выжечь газовым пламенем горелки.

015 Контроль.

Контролировать внешний вид изделия, работу соединения, отсутствие заусенцев, перекосов, зазоров, вмятин.

Длина стержня рассчитывается по формуле

$$L = K + S + 1{,}3d + 0{,}5,$$

где K — толщина подложенного хромового картона; S — толщина деталей при сборке; d — диаметр стержня заклепки.

Заклепочные соединения образуются с помощью специальных деталей — заклепок. Заклепка имеет форму стержня с грибообразной головкой (закладной) с одной стороны. Заклепка вставляется в отверстия соединяемых деталей, после чего ее второй конец расклепывается ударами молотка или пресса; в результате получается вторая головка (замыкающая). Во время деформации заклепка и детали сильно сжимаются, образуя прочное, неподвижное неразъемное соединение (рис. 8.10).

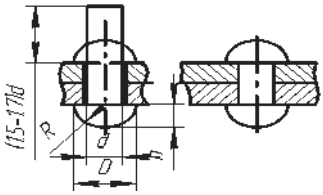


Рис. 8.10. Заклепочное соединение

Достоинством заклепочных соединений является возможность соединения деталей, не поддающихся сварке (например, изготовленных из алюминия, титана). Заклепочные соединения не дают температурных деформаций, детали при разборке не разрушаются. Недостатком заклепочного соединения является снижение прочности деталей.

Заклепки выпускают в разных модификациях (рис. 8.11). Они могут быть сплошными с полукруглой головкой (*а*), сплошными с плоской головкой (*б*), сплошными с потайной головкой (*в*), полупустотелыми (*г*, *д*, *е*) и пустотелыми (*ж*, *з*, *и*).

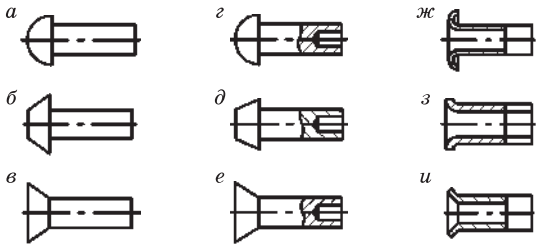


Рис. 8.11. Виды заклепок

Заклепки изготавливают из сравнительно мягких материалов (сталей обыкновенного качества марок Ст2, Ст3 или качественных сталей марок Ст10, Ст15), цветных и драгоценных металлов.

Под действием внешних сил заклепки испытывают деформации сдвига (среза) и смятия боковых поверхностей. В связи с этим при необходимости проверки заклепочного соединения на прочность проводят проектный расчет, который заключается в определении диаметра заклепки.

Штифтовые соединения образуются соединением деталей штифтами, установленными в подготовленные отверстия. Штифты бывают специальные цилиндрические или конические (рис. 8.12).

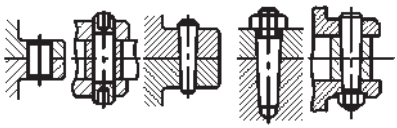


Рис. 8.12. Штифтовые соединения

Штифтовые соединения предназначены для точного взаимного фиксирования деталей, а также для передачи небольших нагрузок. Их достоинствами являются простота конструкции, простота монтажа-демонтажа, возможность точного центрирования деталей благодаря посадке с натягом. Недостаток штифтовых соединений — снижение прочности соединяемых деталей.

Конструкции штифтов многообразны (рис. 8.13): цилиндрические (*а*, *б*), конические (*в*, *г*, *д*), цилиндрические пружинные разрезные (*е*), просеченные цилиндрические, конические (*ж*, *з*, *и*, *к*)

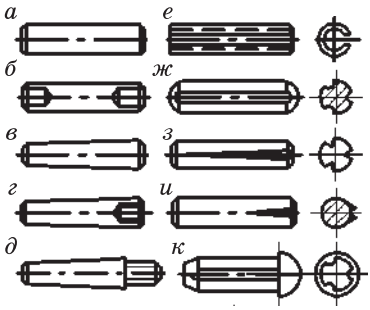


Рис. 8.13. Виды штифтов

и др. Они могут быть простыми (*б*, *в*), забиваемыми в отверстия; выбиваемыми из сквозных отверстий с другой стороны (гладкие, с насечками и канавками); пружинными, вальцованными из ленты, снабженными резьбой для закрепления или извлечения (*д*). Применяются также специальные срезаемые штифты в приводах, которые служат предохранительным звеном.

Штифты работают подобно заклепкам на срез и смятие. Для проверки штифтов на прочность выполняют проверочные расчеты по допускаемым напряжениям.

8.4. Клеевые соединения материалов

Склеивание материалов в последние годы приобретает все большее значение благодаря достоинствам этого метода. Клеевые соединения обеспечивают возможность склеивания с высокой прочностью разнородных материалов: металлов, камня, резины, тканей и пр. Они противостоят действию коррозии и гниению, имеют меньший вес по сравнению с остальными видами соединений, не ослабляют конструкцию, поскольку не имеют отверстий. Технология клейки проста и экономически целесообразна, так как замена сварки, пайки, заклепочных соединений склеиванием упрощает процесс сборки. Достоинством клеевого соединения является также равномерность распределения механических напряжений по шву. В большинстве случаев эти соединения непроницаемы для паров и жидкостей, герметичны, вакуумплотны, поглощают вибрации.

Однако клеевые соединения имеют ограниченную термическую стойкость (в пределах до 350 °С) и не обладают необходимой эластичностью при работе на изгиб, не выдерживают длительных нагрузок, влажной атмосферы или низких температур — в таких условиях их прочность снижается.

Характеристика клеев

Клеи — природные или синтетические вещества, применяемые для соединения различных материалов. Они являются жидкостями различной вязкости. В ювелирном деле клеи применяют в основном для фиксации вставок из камней, жемчуга, а также соединения отдельных разнородных частей изделий.

По ***виду основного компонента*** клеи делятся на неорганические, органические и элементоорганические.

К *неорганическим* клеям относятся жидкое стекло и клеи-фритты, содержащие оксиды щелочных и щелочноземельных металлов. Клеи-фритты применяют для соединения металлов и керамики, жидкое стекло — для соединения целлюлозных материалов.

К *органическим* клеям относятся композиции на основе природных и синтетических полимеров, в состав которых входят вещества природного происхождения: молоко (казеин), продукты переработки мездры, костей и чешуи (коллаген), крови (альбумин), а также продукты растительного происхождения (смолы, крахмал, натуральный каучук и пр.). Их используют для склеивания древесины, кожи, текстильных материалов и др. Клеи на основе синтетических полимеров (синтетические клеи) состоят из композиций на основе полиакрилов, полиамидов, полиуретанов, синтетических каучуков, фенолформальдегидных, карбамидных, эпоксидных смол и пр. Их применяют для соединения различных материалов: металлов, стекла, керамики, пластмасс и др.

Элементоорганические клеи содержат кремнийорганические, бороорганические, металлоорганические и другие полимеры. Они обладают термостойкостью и термостабильностью. Такие клеи предназначены для склеивания металлов, керамики, термостойких пластмасс и пр.

По ***физическому состоянию*** клеи делятся на следующие виды:

- *термореактивные*: эпоксидные, фенолформальдегидные, полиуретановые (БФ-2, БФ-4, БФ-6, Д9, ЭКС-4, ВК-9);
- *термопластичные* на основе полиэтилена, поливинилхлорида (полиметакриловый ПМП, полистироловый ПС);
- *эластомеры* на основе каучуков (88НП, ЛН, КТ-15).

Клеи на основе кремнийорганических соединений и неорганических полимеров обладают теплостойкостью до 700...1000 °С.

Наиболее широкое применение в промышленности получили *синтетические клеи*, среди них — фенолформальдегидные, карбомидные, карбонильные смолы, синтетические каучуки, совмещенные с кремнийорганическими соединениями, и пр.

По ***назначению*** различаются клеи для *клейки камня*, *стекла, янтаря*, *жемчуга*, *кости*, *кораллов*, *пластмасс* и т.д. При склеиванинии полимеров лучше всего использовать раствор или расплав этого полимера.

В практической ювелирной деятельности иногда используют клеи, которые ювелиры готовят самостоятельно. Подобные клеи имею следующую рецептуру:

- шеллак и мастика, растворенные в соотношении 1:1 в спирте с добавкой глюкозы до кашеобразного состояния;
- шеллак в спирте и растертая пемза, смешанные в соотношении 1:1;
- глицериновое масло и свинцовый глет (свинцовая охра), смешанные до кашеобразного состояния;
- сырная масса, вода и гашеная известь в соотношении 10:5:2;
- сырная масса и силикат натрия в соотношении 1:6;
- топленое молоко, винный уксус, яичный белок и свежегашеная известь;
- белок и вода в соотношении 1:1;
- белок, обожженный гипс и вода в соотношении 1:3:3.

Для временного соединения камня и прочих термостойких материалов применяют различные термопластичные клеи, которые размягчаются при воздействии тепла.

Силиконы также могут быть использованы в качестве клеев. Например, прозрачная и эластичная каучуковая смесь «Бетакон-5», весьма прочная на разрыв.

В основе процессов склеивания материалов находятся явления когезии и адгезии. *Когезия* — это сцепление частиц одного и того же материала, *адгезия* — сцепление частиц разных материалов. Причиной когезии и адгезии являются силы межмолекулярного взаимодействия.

Клеевые соединения работают на растяжение, сдвиг и скалывание. Клеевой шов должен иметь возможно большую поверхность, однако длина соединения должна быть ограничена. Изгиб, как и скалывание, приводят к надрыву соединения на концах перекрытия. С увеличением толщины шва увеличивается изгибающий момент, поэтому толщина пленки клеящего вещества должна быть равномерной и не должна превышать 0,2 мм. Предел прочности основных клеевых соединений на сдвиг составляет 10...20 МПа, но в некоторых случаях он может достигать предельных значений: при температуре 20 °С — 60...320 МПа.

Прочность соединения определяется свойствами отвержденного клея, прочностью склеиваемого материала и видом соединения.

Вид клеевого соединения определяется конфигурацией детали и нагрузкой. Применяют клеевые соединения в виде одинарной и двойной нахлестки, нахлестки с подсечкой, со скошенными кромками, полушиповое, с двойной накладкой и др. Клеевые соединения часто используют в комбинации с другими типами соединений (сварными, клепанными, резьбовыми), чтобы придать соединениям дополнительные свойства: герметичность, прочность, вибростойкость.

К клеям предъявляют следующие ***требования***:

- нейтральность к склеиваемым материалам;
- стойкость к воде, воздействию различных сред;
- стойкость к нагреванию, охлаждению, резким перепадам температур;
- грибостойкость;
- хорошие адгезионные и когезионные свойства;
- простота нанесения на поверхность;
- хорошее заполнение зазоров между соединяемыми поверхностями;
- продолжительный срок годности;
- возможность склеивания при комнатной и повышенных температурах и низком давлении.

При выборе клея необходимо учитывать физико-химические и технические свойства, а также условия эксплуатации изделия.

Технологический процесс склеивания

Технологический процесс склеивания состоит из следующих операций:

1) подготовка поверхностей склеиваемых деталей;
2) подготовка клея;
3) нанесение клея на склеиваемые поверхности;
4) сушка (открытая выдержка) нанесенного клея;
5) соединение склеиваемых деталей;
6) запрессовка деталей;
7) отверждение клеевого шва (происходит при выдержке при определенной температуре и давлении в течение заданного времени);
8) зачистка клеевых соединений;
9) контроль качества соединения.

Качество подготовки поверхностей определяет прочность соединения. ***Подготовка поверхностей*** заключается в тщательной пригонке деталей, очистке от загрязнений и, в некоторых случаях, повышении шероховатости соединяемых поверхностей для увеличения поверхности склеивания. Оптимальная шероховатость поверхности Ra 5,0...1,25 мкм.

Обработку поверхностей выполняют механическим, химическим или физическим способом.

Механическим способом удаляют остатки лака, грязь, оксидные слои, окалину после прокатки или термообработки. Для этого применяют пескоструйную обработку, шлифование, полирование, крацевание, пламенную струю, резание. Лаки и жиры удаляют путем погружения деталей в ацетон, бензин, хлористые и фтористые углеводороды или водные растворы моющих веществ (акрил, акрилсульфанол, щелочные растворы тринатрий фосфата). Очистку можно проводить также ультразвуковой обработкой.

К *химическому* способу относится обезжиривание раствором спирта или щелочным раствором, после которого изделия сушат для полного удаления влаги.

К *физическим* способам относят термическую обработку, т.е. очистку пламенем или высокой температурой.

Подготовка клея заключается в тщательном смешивании исходных компонентов (если клеящее вещество состоит из двух и более компонентов). Срок использования холодных клеящих веществ ограничен, поэтому смешивание выполняют перед их употреблением.

Способ ***нанесения клея*** определяется его консистенцией. Жидкотекучие клеи наносят кистью, пульверизатором или путем накатывания с помощью валика, а также погружения изделий в клей. Пастообразные клеи наносят шпателем. Твердые клеи для хорошего смачивания поверхностей перед употреблением разжижают. Для этого склеиваемые детали нагревают и их поверхность обсыпают порошком клеящего вещества. При склеивании деталей в условиях поточного производства используют клеевые пленки, нанесенные предварительно на склеиваемые поверхности. Клеи необходимо наносить равномерным слоем небольшой толщины для того, чтобы получить плотный контакт соединяемых поверхностей.

Сушку склеиваемых соединений проводят с целью повышения консистенции клея и обеспечения адгезии с поверхностью склеиваемого

материала. Нагрев соединяемых элементов при сушке осуществляют в сушильных камерах (шкафах), при помощи контактных и рефлекторных электронагревателей, токами высокой частоты.

Соединение склеиваемых деталей осуществляется в приспособлениях, обеспечивающих при отверждении клея плотное фиксирование деталей в определенном положении с помощью стальных стяжных лент, болтовых соединений, снабженных пружинами, грузов, струбцин, скоб, прессов и пресс-форм. Присоединение деталей типа «вал – втулка» осуществляется запрессовкой по месту.

Режим склеивания определяется временем, давлением и температурой. Они оговариваются в инструкциях по использованию клеев.

Склеивание осуществляют при нормальной или повышенной температуре. Для большинства клеевых соединений подогрев изделия до температуры, указанной в инструкции, ускоряет процесс схватывания клея.

Отверждение клея проводится в нагревательных печах, обеспечивающих равномерный нагрев. Нагрев элементов можно также осуществить путем обдувки теплым воздухом и с помощью инфракрасных лучей.

Зачистка клеевых соединений проводится для устранения подтеков и наплывов клея на поверхностях изделия.

Контроль соединения в готовых изделиях выполняется:

- путем внешнего осмотра изделия, простукивания, а также с помощью специальных приборов без разрушения соединения;
- путем испытания образцов;
- путем испытания разрушением определенного процента изделий от серии и др.

9 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФИЛИГРАНИ

Искусство филиграни родилось в Византии. Мастера Древней Греции также обладали навыками филигранной работы. Российские традиции филигранного дела были основаны на опыте этих двух предшествующих исторических периодов.

Слово «филигрань» имеет греческие корни и состоит из сочетаний слов «filum» — нить и «granum» — зерно. В Древней Руси филигрань называли сканью (от слова «скати» — свивать, скручивать), поскольку она представляет собой металлическое декоративное изделие, состоящее из тонких скрученных нитей, украшенных шариками. Филигрань часто используют также при изготовлении изделий с перегородчатой эмалью.

Второе рождение скань получила в России в XIX в. на ювелирных фабриках Фаберже, Хлебникова и других мастеров. В России стали известными шесть школ филигранного искусства: Красносельская, Московская, Петербургская, Прибалтийская, Уральская, Дагестанская.

В настоящее время филигранные работы основаны на применении новых технологий и выполняются в современных стилях.

Заготовки для типовых элементов филиграни получают из гладди, скани или веревочки. *Гладью* является круглая или сплющенная проволока сечением 0,2...1,0 мм. *Скань* — это свитая проволочка из двух-трех жилок. Диаметр сканной проволоки зависит от толщины каждой жилки. *Веревочка* — скрученная заготовка из двух проволочек. Зачастую веревочки провальцовывают для получения на них бокового рельефа.

Узоры скани состоят из различных типовых элементов (рис. 9.1).

Жгутиком является элемент, образованный из двух-трех скрученных проволочек или веревочек.

Елочка состоит из двух веревочек со спиралью, направленной в разные стороны, с незначительным или сложным изгибом.

Шнур (*шнурок*) — элемент, скрученный из двух, трех или четырех проволочек, либо из двух веревочек, либо веревочек и проволоки.

Плетенка — своеобразная «косичка», сплетенная из трех или более проволочек, часто используемая в качестве бокового ободка плоских филигранных украшений.

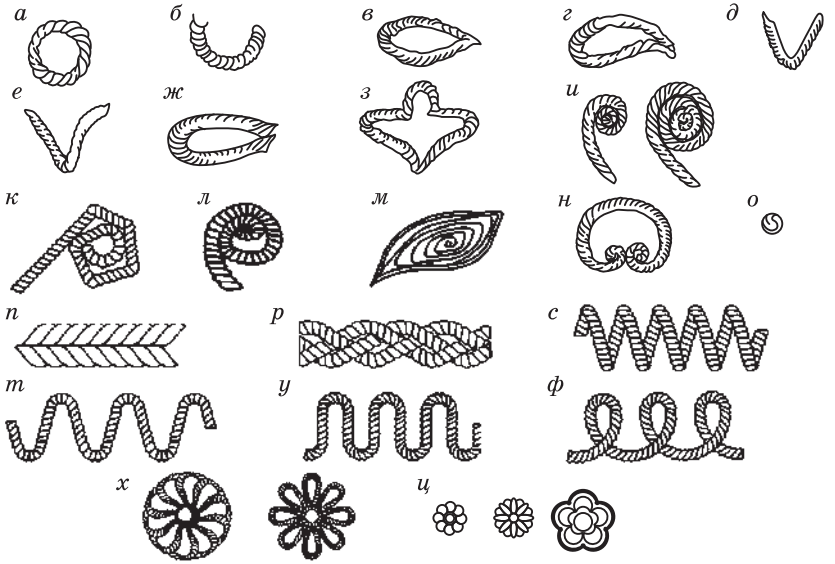


Рис. 9.1. Элементы филиграни:
а — колечко; *б* — полуколечко; *в* — огурчик; *г* — грушечка; *д* — зубчик; *е* — развивашечка; *ж* — лепесток; *з* — тройник; *и* — стенек; *к* — розочка; *л* — головочка; *м* — листочек; *н* — завиток; *о* — корнер (шарик); *п* — елочка; *р* — косичка; *с* — круглая дорожка; *т* — волна; *у* — змейка; *ф* — смятая дорожка; *х* — жучок; *ц* — розетка

Колечко — это кольцо из плоской и круглой глади, круглой или плоской веревочки. Оно используется в основном для набора фоновой филиграни или в качестве составной части других элементов.

Полуколечко — часть колечка, использующаяся как самостоятельный элемент для набора фона филиграни или как составная часть других элементов.

Грушечка — элемент, по форме напоминающий каплю, сделанный из плоской или круглой веревочки.

Лепесток — элемент в виде лепестка ромашки, изготовленный из плоской или круглой веревочки или плоской глади.

Зубчик — согнутый из плоской или круглой веревочки элемент в виде контура зуба пилы или шестерни.

Развивашечка — разновидность зубчика с загнутыми наружу концами.

Зернинка — элемент в виде шарика.

Тройник — элемент в виде трилистника, сделанный из плоской или круглой веревочки или плоской глади.

Головочка — элемент в виде перевернутой запятой, изготовленный из плоской, реже из круглой веревочки.

Травка — изготовленный из плоской глади или плоской круглой веревочки «зубчик» с удлиненными усиками, завивающимися в одну сторону плоской спиралью.

Завиток — элемент в виде дужки, набранный из плоской глади, плоской или круглой веревочки, с загнутыми внутрь до образования колечек концами.

Листочек — спираль в виде листочка, плоская или смятая по бокам, выполненная из плоской веревочки.

Розетка — спиральное колечко из смятой дорожки, превращенное в сферическую вогнутую чашечку с зернью внутри.

Репейчик — элемент, изготовленный из плоской или круглой веревочки или плоской глади малого сечения в виде колечка, обрамленного по окружности четырьмя полуколечками.

Цветочек — разновидность репейчика с пятью полуколечками.

Звездочка — разновидность репейчика с шестью полуколечками.

Огурчик — элемент в виде огурчика, изготовленный из плоской или круглой веревочки.

Жучок — плотно свернутая или спаянная пружинка, которая образована тонкой гладью толщиной 0,3...0,7 мм и навита на стержень (от 0,7 до 1,5 мм). В центре «жучка» обычно находится зернинка.

Завивка — трилистник, спаянный из трех листочков различной формы.

Дорожка — ритмически повторяющиеся элементы, которые применяют для обрамления контура. Их получают предварительной навивкой на ригель в виде пружины.

Круглая дорожка — слегка растянутая спираль, изготовленная из круглой глади малого сечения. Она часто применяется для выделения отдельных орнаментов из общего узора.

Смятая и *сплющенная дорожка* — элемент в виде приплюснутой спирали, кольца которой, наваливаясь одно на другое, частично закрывают друг друга.

Зигзагообразная дорожка — это зубчатая дорожка, изготовленная из плоской глади, круглой и плоской веревочки, или «змейка», выполненная из плоской или круглой веревочки (в виде синусоиды).

Подготовка проволоки начинается с отжига и правки. Правка осуществляется протягиванием между роликами с желобчатым профилем или через две плотно сжатые деревянные пластины.

Для изготовления элементов сканного узора применяют либо универсальные инструменты (круглогубцы, плоскогубцы (рис. 9.2), кусачки, бокорезы, лобзик, шперак, молоток малый, анка, пунзеля), либо различные специальные приспособления («ленивец» и др.). В условиях поточного производства элементы узора создаются механизированным или автоматизированным способом при помощи различных специальных устройств или станков.

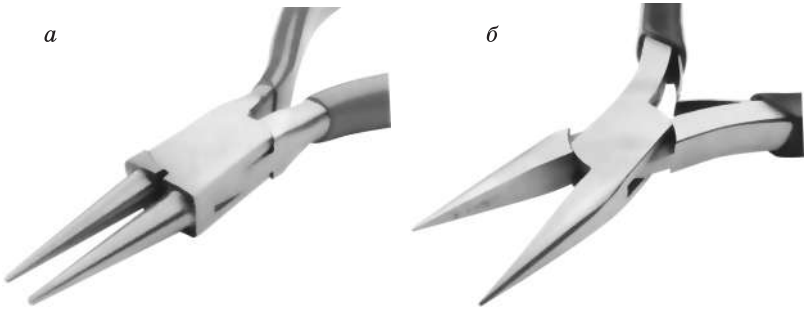


Рис. 9.2. Круглогубцы (*а*) и плоскогубцы (*б*)

Скань различается по ***способу изготовления***: ажурная, на металле, объемная, многоплановая, зернь, кованая, металлопластика.

Ажурная (*плоская*) скань представляет собой изделие с открытой композицией, состоящее из скрученных металлических нитей, соединенных между собою в узоры (рис. 9.3, слева на цветной вклейке между с. 192 и 193). Ажурная скань создает ощущение легкой, прозрачной металлической конструкции.

Скань *на металле* подобна ажурной скани. Ее отличие лишь в том, что пайку орнамента осуществляют непосредственно на металлическом листе или пластинке, являющейся основой филиграни.

Объемная скань образует трехмерную модель и составляется из отдельных частей, изготовленных по разверткам по предварительной модели. После набора разверток эти части стягиваются биндой (тугоплавкой проволокой) и паяются. Пример объемной скани — шкатулки, сувениры и пр. (рис. 9.3, справа на цветной вклейке между с. 192 и 193).

В *многоплановой* скани изделие набирается последовательным добавлением и пайкой ее элементов по уровням. Процесс изготовления такой скани состоит из двух этапов. Сначала выполняется набор фона с упрощенным рисунком узора под скань первого яруса, а затем — набор верхнего яруса из более плотных узоров. Чтобы исключить разъединение набранных ранее узоров, пайку верхнего яруса осуществляют более легкоплавкими припоями, чем пайку узоров первого яруса.

Зернь — маленькие металлические шарики, венчающие головки травных и спиральных элементов, придающие изделию особую декоративность. Техника зерни является самой сложной, ее выполнение требует высокой квалификации работников. Процесс заключается в наборе одинаковых или разных по размеру шариков на пластину металла, кернении металлической основы под шарики и пайке набора.

Зернь изготавливают из обрезков используемого для скани материала. Кусочки проволоки, смешанные с кусочками березового угля, рассыпают на поверхности лотка и разогревают до тех пор, пока они не начнут плавиться. Оплавляясь, металлические частицы приобретают форму шариков. Полученную зернь сортируют по размерам и отфлюсовывают. На основании шарика образуется небольшое плоское дно, которое используется затем в качестве базы при сборке и пайке. Под зернь подготавливают посадочное место путем кернения лунки (для зерни диаметром до 1 мм) или фрезерования углублений (для более крупных шариков). При пайке зернинку, покрытую припоем, укладывают в лунку и нагревают до температуры плавления припоя. Зернинками укрепляют соединения колечек в ажурных конструкциях скани. Для этого шарики располагают по обе стороны колечка и одновременно припаивают.

Кованая скань набирается из толстой глади, которую скручивают, плетут в нагретом состоянии и паяют.

Металлопластика — это объемная конструкция, составленная из пластин, полученных ковкой плоских деталей. Такая конструкция позволяет отчетливее выразить рельефность поверхностей изделия. При изготовлении металлопластики выполняют гибку и гравировку. Окончательная отделка изделия заключается в создании контрастов фактурированных и полированных поверхностей пластин. Заготовки, составляющие изделие, гравируют, состыковывают между собой и затем последовательно паяют, начиная с широких, плоских элементов и заканчивая тонкими элементами и звеньями цепочек.

Готовое изделие подвергается отбеливанию, чистке и полировке. Декорирование изделий осуществляется оксидированием и затем полировкой выступающих рельефов и частей деталей.

Технология изготовления филигранных изделий основана на методах обработки металлов давлением и соединения конструкции пайкой и имеет ряд особенностей.

До и после вальцевания заготовку, свернутую в бунт, подвергают отжигу в печи для придания пластичности, а затем отбеливают для удаления окислов.

Длинномерную проволоку разделяют на мерные заготовки требуемой длины бокорезами, кусачками или специальными ножницами. При отрезке проволоки бокорезами один торец получается со скосом. Поэтому его нужно состыковывать с соединяемыми элементами узора.

Изготовление элементов скани осуществляют из предварительно полученной заготовки. Свивание заготовки скани выполняют путем скручивания двух-четырех жилок (нитей) проволоки диаметром 0,3...0,5 мм. При этом одни концы зажимают зажимом или в тисках, а другие, надев на крючок-зацеп, зажатый в патроне дрели или специального устройства для навивания, вращают с небольшой скоростью. После завивки, смазав заготовку по длине, выравнивают ее деревянной круглой палочкой в направлении от зажатых концов к петле на крючке-зацепе. Процесс завивки может сопровождаться наклепом проволоки, поэтому для повышения пластичности проволоки проводят отжиг, отбеливание, промывку в воде, сушку. После этого проволоку смазывают смазкой и повторно скручивают для того, чтобы достигнуть плотного свивания без зазоров в промежутках витков ниток.

Округлые элементы («колечко», «полуколечко», «кольца с захватом») получают накручиванием на одну из губок круглогубцев или навивкой на круглый цилиндрический цилиндр-шаблон в виде пружины, которую затем разделяют на мерные заготовки. «Круглая дорожка» в виде пружинки с зазором между витками образуется при завивке скани вместе с другой проволокой на шаблон. После завивки вторая вспомогательная пружинка удаляется. «Смятая дорожка» образуется смятием «круглой дорожки» через валки. Если шаг между витками пружинки увеличить и прокатать ее между валками, образуется «волна». «Змейки» изготавливаются на специальном приспособлении — «ленивце», позволяющем последовательно изгибать проволоку вокруг штифтов, установленных в два ряда на

деревянной дощечке. «Косичка» плетется из трех и более веревочек, подобно женской косе. После плетения и уплотнения ее подвергают выравниванию на вальцах. «Елочка» образуется двумя плющенными сканными проволочками правой и левой свивки. Их складывают вместе, обматывают биндой и спаивают. «Развивашечку», «грушечку», «лепесток» получают изгибом отрезка скани корнцангелем. Завивающиеся элементы («травка», «стенек», «головочка», «розочка», «завиток») получают закручиванием отрезка.

Ряд элементов изготавливают путем сборки отдельных отрезков, сформированных предварительно гибкой. Их концы затем припасовываются, чтобы обеспечить плотное прилегание друг к другу. К таким элементам относятся «тройник», «репейчик», «цветочек», «звездочка» и пр.

Наиболее распространенной является ажурная скань. Технология изготовления ажурной скани состоит из следующих операций:

1) разработка эскиза изделия;

2) нанесение эскиза на прозрачную бумагу;

3) изготовление базовых несущих элементов (внешние рамки и пр.) и размещение их на бумаге;

4) наклеивание на бумагу базовых элементов клеем или нитролаком;

5) изготовление элементов скани;

6) набор основных элементов узора на бумаге и их наклеивание;

7) установка и наклеивание касты;

8) набор мелких деталей;

9) фиксация орнамента биндой из тонкой неплавящейся нихромовой проволоки на мелованной металлической пластине для исключения припайки к пластине;

10) нанесение флюса и припоя на узор;

11) пайка после предварительного прогрева соединяемых деталей большим мягким пламенем;

12) расфиксация бинды;

13) отбелка изделия в 10%-ном растворе H_2SO_4 с небольшой добавкой хромпика.

Для пайки элементов скани применяют припои марок ПСр 25, ПСр 45, ПСр 70 и другие, содержащие серебро, с температурой плавления в пределах 675...780 °С. Вместо серебряных припоев можно использовать также медно-цинковые марок ПМЦ-36, ПМЦ-48, ПМЦ-54, температура плавления которых составляет 800...890 °С.

10 ТЕХНОЛОГИЯ ЦЕПЕВЯЗАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Цепочки из драгоценных и недрагоценных металлов занимают значительную долю в общем объеме ювелирных и галантерейных украшений.

Технология изготовления цепочек прошла долгий путь развития и стала объектом автоматического производства изделий массового спроса. Промышленное производство цепочек состоит из ряда последовательно выполняемых технологических операций на специальных и специализированных видах оборудования. Однако в различных изданиях, посвященных ювелирному делу, этому вопросу уделяется недостаточно внимания. В связи с этим ниже рассматриваются основные этапы промышленного производства ювелирных цепочек.

10.1. Разновидности ювелирных цепочек

Цепевязальное производство прошло долгую эволюцию развития от способов ручного плетения до высокопроизводительного изготовления на станках-автоматах. За этот период цепочки видоизменялись, вместе с ними совершенствовались и конструкции станков для их изготовления.

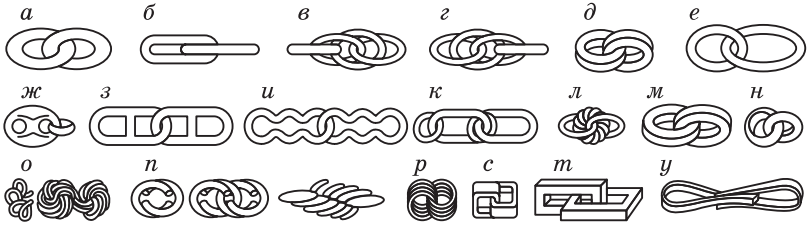


Рис. 10.1. Разновидности якорных цепочек:
а — круглая; *б* — скрепленная продольно; *в*, *г*, *д* — двойная; *е* — «Фигаро»; *ж* — морская; *з* — американская; *и* — с фантазийными звеньями; *к* — с двойными звеньями; *л* — с промежуточным звеном «веревочка»; *м* — квадратная; *н* — тонкая, или «горошек»; *о* — «розетка»; *п* — «веревочка»; *р* — миланская; *с* — венецианская; *т* — «бостон»; *у* — «колос»

В настоящее время промышленностью выпускаются ювелирные цепочки сотен разновидностей [10]: якорные, панцирные, фантазийных форм, из штампованных звеньев и пр. (рис. 10.1–10.4).

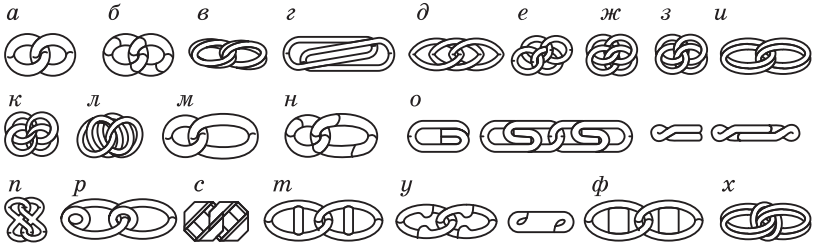


Рис. 10.2. Разновидности панцирных цепочек:
а — круглая; *б* — приплюснутая в двух местах; *в* — квадратная; *г* — сдвоенная; *д* — английская; *е* — русская; *ж* — австрийская; *з* — американская; *и* — сдвоенная параллельная; *к* — тройная; *л* — ломаная; *м* — «Фигаро»; *н* — «Фигаро» с алмазной обработкой; *о* — «железная дорога»; *п* — со звеньями в виде восьмерок; *р* — «улитка»; *с*— «стружка»; *т* — морская; *у* — «фасоль»; *ф* — плоская; *х* — американская с косыми звеньями

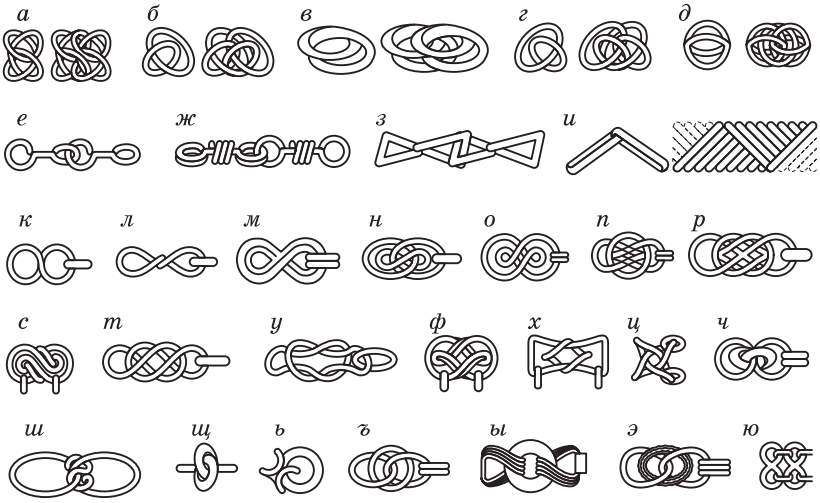


Рис. 10.3. Разновидности цепочек фантазийных форм:
а–и — с идентичными звеньями; *к–о* — из звеньев в виде восьмерки; *п–ь* — из звеньев «узел» и «закрытый крючок»; *ъ–ю* — из звеньев разной формы

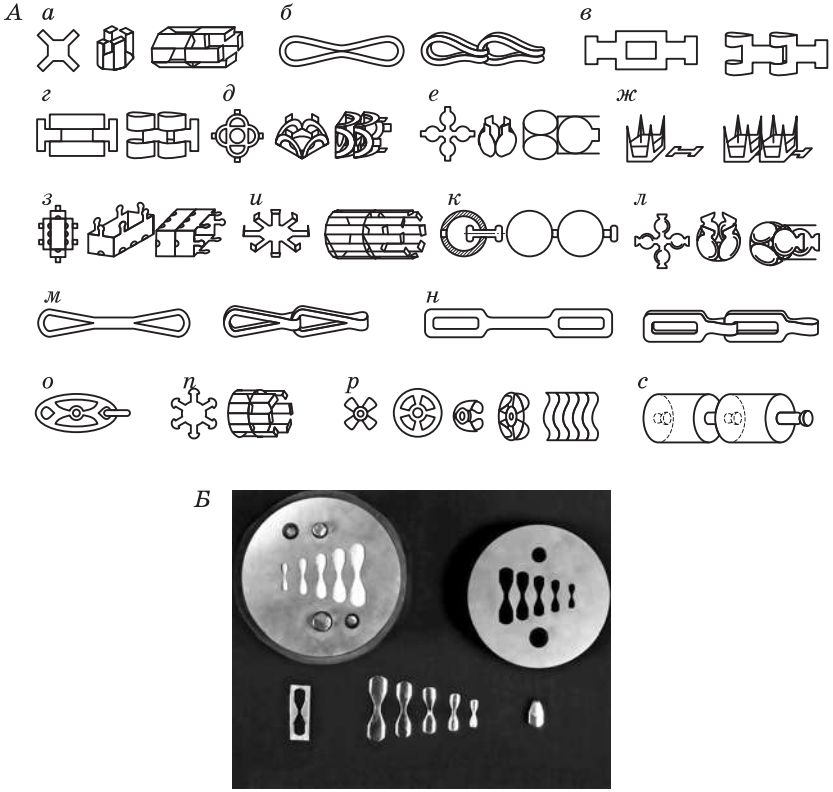


Рис. 10.4. Разновидности цепочек из штампованных звеньев (*А*) и общий вид штампа (*Б*):
а — «змея»; *б* — «столбик»; *в*, *г* — из фантазийных звеньев; *д*, *р* — «змея»; *е* — «крючок»; *ж* — «капсула»; *з* — «коробочка»; *и* — «корона»; *к* — шариковая; *л* — «пальма»; *м*, *н* — «патент»; *о* — «платина»; *п* — «цилиндр»; *с* — из вращающихся звеньев

Цепочки представляют собой множество замкнутых звеньев, входящих друг в друга. На первых этапах развития ювелирного производства цепочки изготавливались вручную. Для этого проволоку навивали на стержень овальной формы, затем спираль разрезали и отдельные звенья вставляли одно в другое. Звенья соединяли и паяли. Однако при больших объемах производства ручное изготовление цепочек было непроизводительным, поэтому процесс механизировали и автоматизировали.

Прототипами первых цепевязальных станков стали швейные машинки. Они позволили получить ровные и правильные звенья в результате точной резки и сборки путем нанизывания звеньев друг на друга.

Многообразие видов цепочек потребовало развития цепевязального производства и разработки новых цепевязальных автоматов. Полная автоматизация производства цепочек началась в XX в. Цепочки, изготовленные на цепевязальных станках, несмотря на миниатюрность размеров звеньев, отличаются высоким качеством исполнения. Ассортимент цепочек расширился с внедрением штамповочного способа производства элементов.

По способу сборки все цепочки делят на две группы:

1) собираемые без применения пайки;

2) собираемые с применением пайки.

К первой группе относятся цепочки из штампованных звеньев, византийская и прочих видов, сборка которых осуществляется нанизыванием звеньев и относительным смещением звеньев или гибкой конца звена вокруг другого. Такой процесс сборки допускает применение ручного труда. Декоративные цепочки из предварительно изготовленных звеньев методами литья или штамповки собираются в основном продеванием ушка каждого звена сквозь ушко соседнего звена. Такая сборка позволяет плотно установить каждое декоративное звено (патент РФ № 97114525 от 1997 г.).

Вторая группа изделий представляет основную массу всех выпускаемых промышленным способом цепочек. В зависимости от объемов производства они могут быть изготовлены вручную поштучно либо в условиях поточного производства в виде длинномерных цепей, разрезаемых на отдельные части на высокопроизводительных автоматах.

По исполнению цепочки, изготовленные на цепевязальных станках, можно разделить на два вида:

- составленные из отдельных звеньев;
- сплетенные из длинномерной проволоки.

10.2. Технология производства цепочек. Оборудование для изготовления цепочек

Станки-автоматы отличаются высокой производительностью и позволяют изготавливать цепочки широкого ассортимента (см. рис. 10.5 на цветной вклейке между с. 192 и 193): якорная, «Фигаро», панцирная, «перлина», «ромбо», шариковая, «лисий хвост», «веревка», фантазийная, «сатурно», «бисмарк», «лав», кордовая, «улитка» и др.

Методы изготовления цепочек можно разделить на четыре вида:

- спиральная навивка круглых звеньев;
- формирование овальных звеньев;
- штамповка звеньев;
- плетение.

Метод изготовления цепочек ***спиральной навивкой круглых звеньев*** отличается простотой и высокой производительностью и позволяет получать цепочки разных размеров. Его сущность заключается в завивке проволоки в спираль, отрезке одного звена-кольца от навитой спирали с помощью специальных ножей и последовательном соединении полученных звеньев. Данный метод применяется для изготовления панцирных и якорных цепочек (простого и двойного типа, «Фигаро», «улитка», «глаз куропатки», «глаз пантеры», «бабушка») из круглой проволоки диаметром от 0,15 до 4,0 мм.

При использовании метода ***формирования овальных звеньев*** звенья получают в виде овалов на станках. Каждое звено на станке образуется в результате формирования гибкой отрезаннной заготовки из длинномерной проволоки. Цикл работы станка следующий: подача проволоки в горизонтальном направлении в сформированное предыдущее звено, повернутое на 90°, т.е. перпендикулярно направлению подачи проволоки; отрезка проволоки на требуемую длину звена специальным ножом и формирование звена гибкой концов отрезанной заготовки. После этого цикл повторяется.

Данный метод используется при изготовлении цепочек типа «якорная», «венецианская» (из ленты) и пр. Для производства цепочек типа «якорная» используют проволоку с круглым и полукруглым сечением диаметром 0,15...1,8 мм, а для производства других видов цепочек — проволоку с любой формой поперечного сечения

(круглой, полукруглой, вогнутой, прямоугольной), а также полосы из тонкого листа.

Метод производства цепочек *из **штампованных звеньев*** был разработан в Японии, а затем нашел широкое распространение в Европе и США. Он позволяет изготавливать почти все виды цепочек, за исключением цепочек из шариков, бочонков, овалов. Достоинством этого метода является возможность сборки цепочек из звеньев без пайки. Звенья цепочки получают штамповкой из проволоки диаметром 0,8...1,8 мм или из длинномерной ленты. Метод отличается высокой производительностью: до 200 звеньев в минуту.

Плетение цепочек осуществляется на специализированных станках-автоматах, которые переналаживаются на производство определенного вида цепочек: «чулок», «лисий хвост», «веревочка» и др. Изготовление цепочек типа «чулок» основано на плетении и деформировании длинномерной проволоки круглого сечения диаметром 0,15...0,3 мм. Цепочка образуется с помощью иголок (в количестве до 12) без пайки. Цепочка «лисий хвост» изготавливается из ленты с помощью вырубных штампов и также не требует выполнения пайки звеньев. Цепочка типа «веревочка» изготавливалась долгое время только вручную. Разработанные модели цепевязальных станков позволили воспроизвести и смоделировать процесс ручного плетения такой цепочки. Для изготовления цепочек типа «веревочка» чаще всего применяют пустотелую проволоку диаметром 0,3...0,74 мм, что позволяет снизить массу и повысить гибкость готового изделия.

Оборудование для изготовления цепочек

Для массового производства ювелирных цепочек используют многочисленные модификации цепевязальных автоматов (патенты США № 457319, 6105357, 4275555, 4679391, 4999989, 5152133; 4342191; патенты Японии № 9-65912, 55-16741; патент Германии № 3334378; патент ES № 82657 и др.).

Станки-автоматы для плетения цепочек имеют высокую производительность и позволяют получить 180 и более звеньев в минуту.

Для реализации перечисленных методов изготовления цепочек применяют пять типов станков, основанных на принципе:

1) формирования звена обжимом заготовки;

2) образования звена из спирали;

3) вязания плетений с закруткой звеньев;

4) плетения цепочек типа «веревочка»;

5) сборки многозвенных цепочек (агрегатные станки).

Первые два типа станков используют для изготовления цепей якорного типа. Эти станки условно можно считать простыми по конструктивному исполнению. Станки остальных типов имеют более сложную конструкцию, так как для осуществления рабочих и вспомогательных движений необходимо иметь несколько приводов и манипуляторов. Цикл работы таких станков автоматизирован и позволяет плести параллельно две и более нити цепочек и даже сплетать их в сплетенную цепочку.

Станки ***обжимного типа*** (рис. 10.6) являются автоматами для изготовления якорных цепей круглой формы, которые невозможно получить на станках спирального типа. Отдельные звенья цепочек образуются деформированием проволоки с помощью штампа.

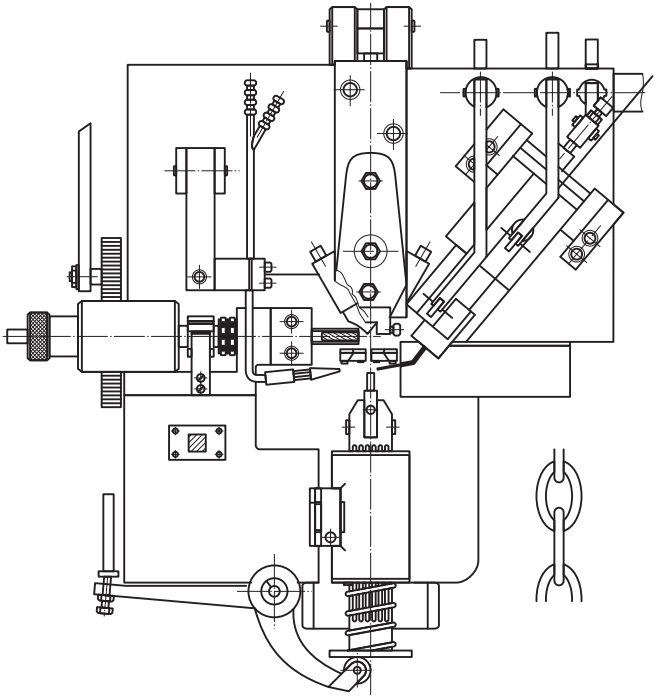


Рис. 10.6. Рабочая зона станка обжимного типа

Звенья цепи имеют одинаковый размер, обеспечивая постоянный одинаковый шаг между звеньями при сборке цепочки модели «бисмарк». Округлая форма звеньев позволяет получать рисунок якорной цепочки, который отличается от подобных цепочек, полученных на автоматах спирального типа.

Цепочки на станках обжимного типа изготавливают из проволоки фасонного, плоского (для венецианского плетения), полукруглого и квадратного сечения. Однако такие станки не позволяют достигнуть высокой плотности фуги (зазора между концами звеньев), а также изготавливать многозвенные двойные и тройные цепочки, что обусловлено способом захвата каждого отдельного звена при соединении. По этой причине станки обжимного типа нашли меньшее применение, чем спиральные.

На станке осуществляются следующие движения: протяжка проволоки заданной длины, отрезка проволоки, предварительное сгибание звена, обжимка звена вокруг оправки, прижим и стыковка концов звена. После этого цикл повторяется.

Станок обжимного типа (рис. 10.7) состоит из массивной станины, на которой размещаются привод движения *1*, механизм подачи проволоки *2*, манипулятор для поворота заготовки *3*; ножей для резки проволочной заготовки *4*; распределительного вала *5* для управления механизмами станка и механизма поворота звена *6*. Привод станка состоит из электродвигателя и клиноременной передачи. Проволока подается в зону сборки с бобины до упора, благодаря чему обеспечивается постоянство размера проволочной заготовки звена. Цикл работы станка включает формирование звена, поворот звена и нанизывание звена на проволоку. Формирование звена из отрезанной ножами проволоки осуществляется обжимными фасонами вокруг круглой оправки. Полученное звено захватывается пинцетом манипулятора, разворачивается на 90° и снова нанизывается на проволоку.

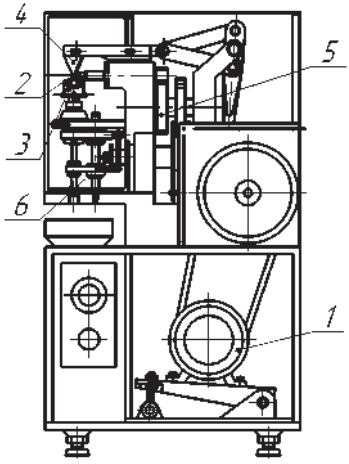


Рис. 10.7. Принципиальная схема станка обжимного типа

Как уже было сказано, станки обжимного действия нашли меньшее применение, чем спиральные. Однако в ряде случаев их использование является технологически необходимым, например, при изготовлении «венецианской» цепочки, которая отличается квадратной формой звена якорной цепочки.

Цепевязальные станки ***спирального типа*** (рис. 10.8) проще по конструкции по сравнению с обжимными станками, так как выполняют меньшее количество рабочих действий. Станок может быть настроен на несколько диаметров проволоки: от 0,2 до 0,35 мм и от 0,35 до 0,5 мм. В зависимости от размера установленного ригеля станок может собирать цепочки трех типоразмеров: с длиной звена 2,0, 2,5 и 3,0 мм. Переналадка станка позволяет получать цепи различных типоразмеров. Весь цикл наращивания цепочки на одно звено занимает 1 с, т.е. производительность станка составляет 60 звеньев в минуту.

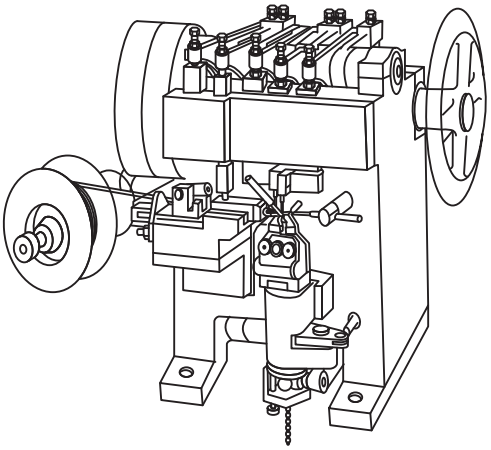


Рис. 10.8. Общий вид цепевязального станка спирального типа

Процесс образования звена состоит из двух этапов: навивка проволоки по спирали на ригель и отрезка звена. Скорость навивки спирали на станке спирального типа зависит от конструктивного исполнения привода распредвала. Цикл работы станка включает подачу проволоки с бобины на спиралеобразующую втулку; сгибание проволоки в спираль по винтовой канавке; перемещение ножниц и отрезку звена ножницами, приводящимися в действие с помощью

системы рычагов; сведение встык концов (фуги) звена. Изготовленное звено смещается манипулятором вниз, поворачивается на 90° и нанизывается на следующее звено при помощи захвата-пинцета. Затем оно захватывается перемещающейся навиваемой спиралью и остается свободно висящим на первом витке спирали. Пинцет манипулятора, разжав звено, снова перемещается вверх, и захватывает новое образовавшееся звено. Сведение встык концов звена-кольца осуществляется губками, находящимися на отрезных ножницах. Полученное звено перемещается вниз, поворачивается и нанизывается на спираль с помощью манипулятора. Затем цикл повторяется.

Вращение на иглу-ригель передается через механизм мальтийского зацепления и пару зубчатых колес. Кулачки, расположенные на распредвале, управляют отрезкой звена цепочки, подъемом и поворотом манипулятора. Спиралеобразующая втулка и так называемая игла приводятся в движение от электродвигателя.

Цикл работы станка спирального типа представлен на рис. 10.9, 10.10.

Станки, ***работающие по принципу вязания плетений с закруткой звеньев***, предназначены для производства цепочек типа «восьмерка» из звеньев, выполненных в виде повернутой цифры 8 (рис. 10.11). В такой цепи каждое звено сцепляется как с предыдущим, так и с последующим звеном в двух точках, образуя непрерывный ряд звеньев.

Четвертый тип станков позволяет получать ***цепочки типа «веревочка»***, которые образуются плетением двух соединенных между собой скрученных и сплетенных ветвей. Технология для производства цепи типа «веревочка» является одной из наиболее сложных и трудоемких. Такая цепь изготавливается из отдельных круглых звеньев, каждая пара которых повернута фугой друг к другу. В таком положении звенья должны быть зафиксированы и затем спаяны.

Для производства цепей типа «веревочка» используется группа станков. На первом изготавливаются звенья, например, из проволоки шестигранной формы, на втором собирается цепочка. Затем осуществляется фиксация звеньев механическим способом (например, проволокой, которая наматывается на цепочку с внешней стороны) или путем лазерной сварки. Технологический процесс завершается обсыпкой порошком для пайки и окончательной пайкой фуги в печи.

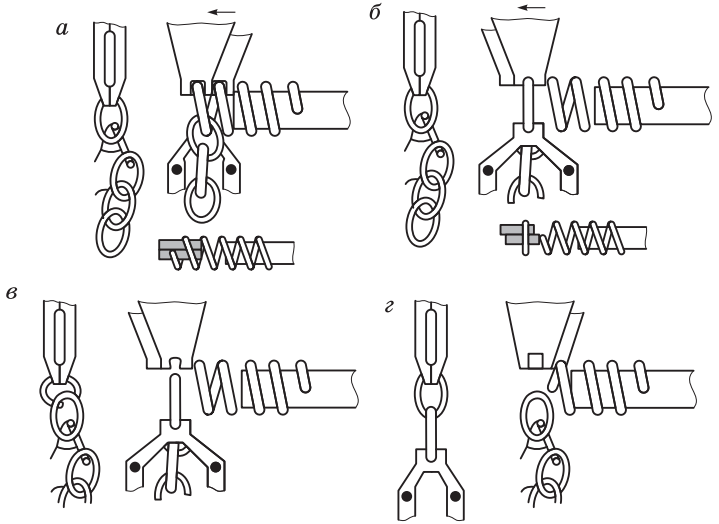


Рис. 10.9. Этапы цикла цепевязального автомата спирального типа: *а* — отрезка звена цепочки; *б* — выравнивание звена; *в* — опускание манипулятора; *г* — поворот манипулятора

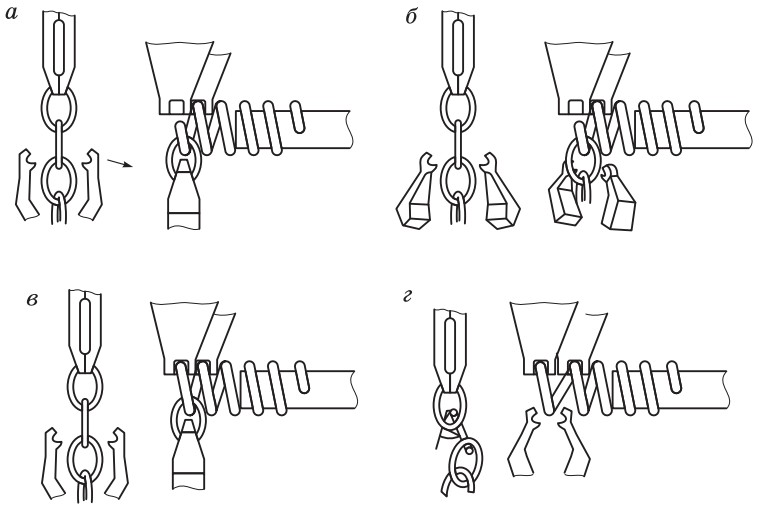


Рис. 10.10. Положение механизмов в цикле работы автомата спирального типа: *а* — разжим губок; *б* — опускание манипулятора с поворотом; *в* — подъем манипулятора с поворотом; *г* — зажатие звена и возврат в исходное положение

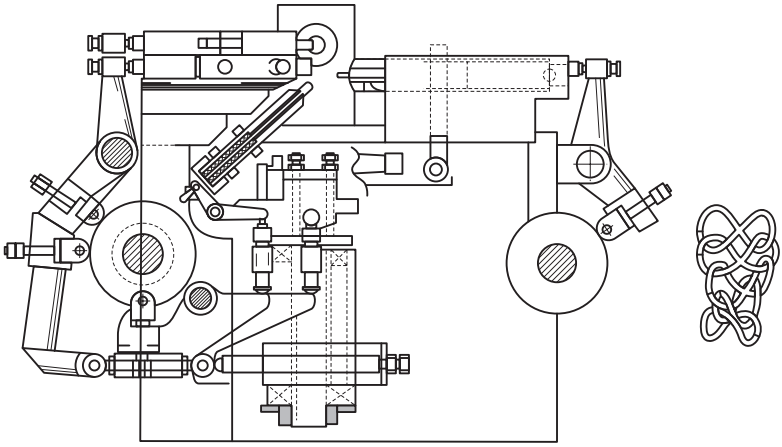


Рис. 10.11. Компоновка узлов станка для вязки цепочки типа «восьмерка»

На ***агрегатных*** станках изготавливают многозвенные цепи (рис. 10.12), элементы которой сцепляются попарно между смежными звеньями.



Рис. 10.12. Многозвенная цепочка

Технологические процессы изготовления цепочек

Производство цепочек осуществляется в основном из размягченной проволоки после качественно выполненного равномерного отжига. Перед отжигом проволока тщательно обезжиривается в специальной установке в парах трихлорэтилена.

Технология изготовления ***якорных*** цепочек включает в себя следующие операции:

1) изготовление проволоки из слитка (плавкой слитка, вальцевания слитка с промежуточными отжигами, волочения катанки и проведения окончательного отжига);

2) цепевязание на станке;

3) подготовку цепочки к пайке (включая обезжиривание и обработку в порошке);

4) пайку цепочки;

5) отбеливание цепочки;

6) отделочную обработку цепочки.

Технологические операции завершаются промывкой цепей в ультразвуковой ванне и сушкой.

Для осуществления операции *цепевязания* применяют различные модели универсальных станков, которые могут выполнить плетение более 50 видов цепочек различных размеров из проволоки диаметром от 0,1 до 2,5 мм. Для каждого из установленного на станке диаметра проволоки можно изготовить цепочки различных видов плетения.

Представленный на рис. 10.13 универсальный цепевязальный станок предназначен для производства якорной и панцирной цепочки из проволоки диаметром 0,3...1,0 мм со скоростью 100...250 звеньев в минуту. Станок может быть дополнительно оснащен устройством для лазерной пайки цепи непосредственно на станке.

Станок автоматического действия модели GEKL (рис. 10.14) предназначен для производства и пайки панцирной и якорной цепочки из проволоки диаметром 0,15...0,4 мм с производительно-

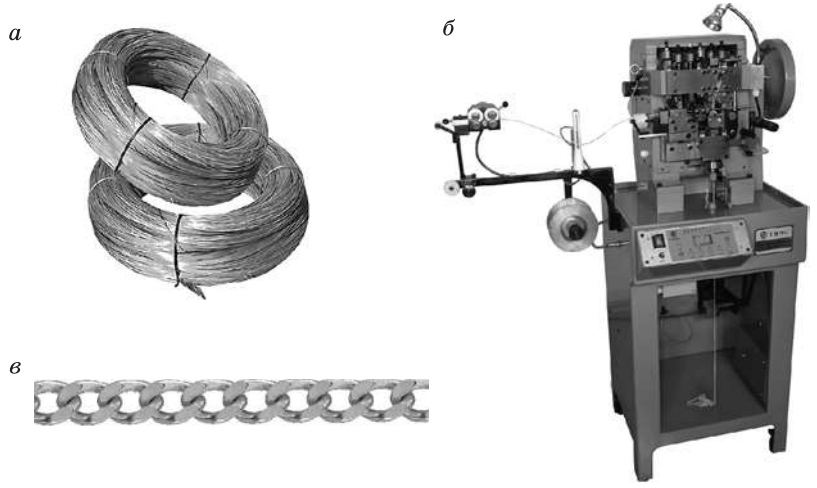


Рис. 10.13. Универсальный цепевязальный станок:
а — исходная заготовка (проволока); *б* — внешний вид станка;
в — готовое изделие (цепь)

стью 500...600 звеньев в минуту, а также для изготовления цепочек двойного и тройного плетения. Переналадка станка позволяет изготавливать разреженную и плотную якорную и панцирную цепочки.

Подготовка цепи к пайке заключается в ее обезжиривании и промывке, а затем предварительной обработке смесью спирта с касторовым маслом и порошком для пайки. *Обезжиривание* осуществляют в моечных машинах (рис. 10.15). *Промывка* выполняется погружением заготовки в емкость, содержащую смесь спирта или трихлорэтилена с касторовым маслом. *Предварительная обработка* цепочки смесью необходима для того, чтобы обеспечить налипание порошка для пайки стыков (фуги) звена цепи.



Рис. 10.14. Цепевязальный автомат модели GEKL



Рис. 10.15. Моечная машина

Перед пайкой цепь подвергают обработке порошком на специальном станке (рис. 10.16). Это делается для того, чтобы заполнить зазоры в фуге многокомпонентным порошкообразным припоем для пайки, который содержит фосфор. Припой содержит 60...77 % цинка, 11...15 % борной кислоты, 3...6 % фосфора и 0...20 % меди. Станок состоит из вращающихся барабанов, в одном из которых находится порошок для пайки. При этом цепь в барабане подвергается вибрации. Обработанная касторовым маслом цепь сушится и помещается в барабан. Порошок равномерно распределяется и налипает на частицы масла по всей длине цепи. Цепь перематывается с барабана на барабан. На другом барабане излишки порошка с цепи удаляются при помощи технического талька. При этом остальная часть поверхности цепи очищается от остатков порошка. В резуль-

тате проведенной обработки в зазорах звеньев остаются мельчайшие частицы порошка, которые необходимы для соединения концов звеньев.



Рис. 10.16. Станок для обработки цепи порошком перед пайкой

Пайка звеньев заключается в соединении концов звеньев нагревом цепи до температуры, не достигающей температуры плавления материала цепочки. Пайку осуществляют в муфельной печи конвейерного типа в среде защитных газов (рис. 10.17). Оплавление концов звеньев цепи обеспечивается высокотемпературным горением фосфора, входящего в состав порошка, оставшегося в зазоре стыка звена. В результате оплавления цинка происходит пайка концов звена. Для защиты цепи от воздействия кислорода в печь пода-



Рис. 10.17. Конвейерная печь для пайки цепей

ется смесь защитных газов, состоящая из водорода и азота. В выходной камере конвейерной печи цепь медленно охлаждается.

Порошок, оставшийся на поверхности цепочки после пайки, удаляют промывкой в ультразвуковых ваннах (рис. 10.18). Затем цепь сушится в центрифуге (рис. 10.19) дополнительной обдувкой горячего воздуха.



Рис. 10.18. Ультразвуковые моечные ванны



Рис. 10.19. Центрифуга (сушилка)

Полученную длинномерную цепь подвергают испытанию на прочность *калибровкой* путем протягивания через регулируемую фильеру. Таким образом проверяется качество полученных соединений в стыках звеньев. В местах некачественной пайки цепочка разрывается.

Окончательную обработку цепочек осуществляют на виброгалтовочных станках прямоугольного и циркулярного типа (рис. 10.20), в результате чего улучшается блеск цепочек и повышается их гибкость. В барабаны вибраторов засыпают специальные наполнители в виде шариков, иголок или брусочков, изготовленных из нержавеющей стали. Затем в барабаны заливают воду с шампунем — кислым, щелочным или нейтральным, в зависимости от вида сплава и состава водного раствора. Вибратор прямоугольного типа имеет бóльшую скорость вращения барабана, чем вибратор циркулярного

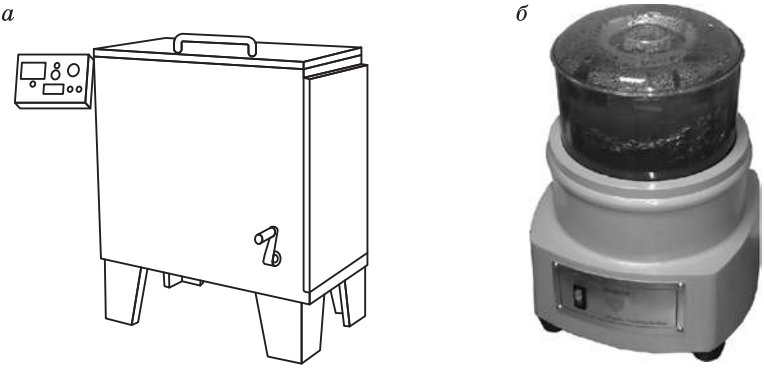


Рис. 10.20. Станки для галтовки:
а — прямоугольный; *б* — циркулярный

типа. Поэтому его использование целесообразно для обработки гибких цепочек (якорных, панцирных и пр.), а для обработки жестких моделей цепей используют станок для циркулярной галтовки. Циркулярный вибратор обеспечивает вращение обрабатываемых изделий в барабанах с меньшими скоростями, а следовательно, и с меньшим механическим воздействием. Поэтому цепочки с закрепленными замочками и плоские цепочки лучше обрабатывать в циркулярных вибраторах.

После галтовки цепочки промывают в проточной воде и сушат.

Изготовление ***венецианской цепи*** осуществляется на специальном станке, цикл работы которого более сложный, чем станка для изготовления якорной цепи. Его достоинствами являются возможность более плотного замыкания концов фуги, а также получение звеньев с четкими гранями прямоугольного поперечного профиля из полосы заданного размера.

Производство ***шариковых цепей*** и ***цепей из эллипсоидов различной формы*** и их комбинаций осуществляют на станке, который представляет собой небольшой специализированный пресс. Для изготовления звеньев цепи используют калиброванную тонкую пластину и проволоку (рис. 10.21). В процессе изготовления цепи шарики формуют штамповкой из листовой пластины и затем скрепляют друг с другом небольшими отрезками проволоки. Станок также позволяет получать разнообразные по форме и размеру цепочки после замены и переналадки оснастки.

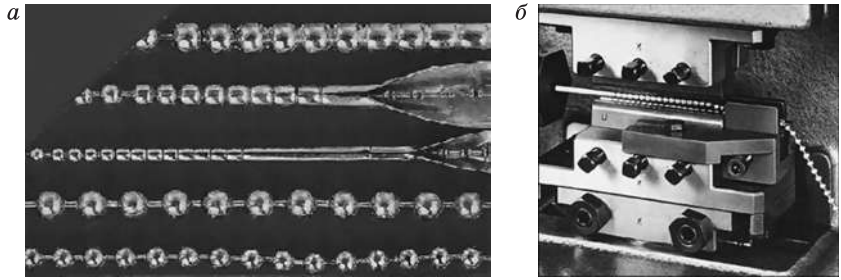


Рис. 10.21. Этапы производства шариковой цепи (*а*) и рабочая зона для ее изготовления (*б*)

Станок для производства ***цепи «Фигаро»*** **(*«Нонна»*)** позволяет изготавливать цепи из звеньев различной длины и размеров, а также цепей с комбинацией различных видов звеньев (например, цепи, состоящей из трех коротких звеньев и одного длинного, двух коротких и одного длинного, только длинных или только коротких и т.д.). Получить такой разнообразный ассортимент становится возможным благодаря использованию двух цепевязальных узлов, которые снабжены необходимыми исполнительными органами. В рабочих узлах устанавливается различная оснастка, определяющая размер звена. Чередование звеньев программируется при помощи электронной системы управления.

Достоинством цепевязания на универсальных станках является возможность их быстрой переналадки на выпуск различных цепей в соответствии с требованиями быстро изменяющейся моды. К числу таких станков относятся станки для производства цепей типа «ящерица», «шариковая», «веревочка», «Гарибальди», а также цепей, изготовленных из профилированных штампованных элементов.

Все цепочки на концах снабжаются различными видами ***замков***. Наиболее распространенными среди них являются шпрингельный и карабиновый замочки: шпрингельный — для тонких цепей, карабиновый — для более крупных.

Шпрингельный замочек состоит из полого кольца, пружины, защелки и бокового колечка (рис. 10.22, *а*). В полом кольце располагают сердечник, препятствующий свободному перемещению защелки. Технология изготовления полого кольца включает операции изготовления трубки, намотки трубки в спираль, разрезки спирали, фрезерования паза для защелки.

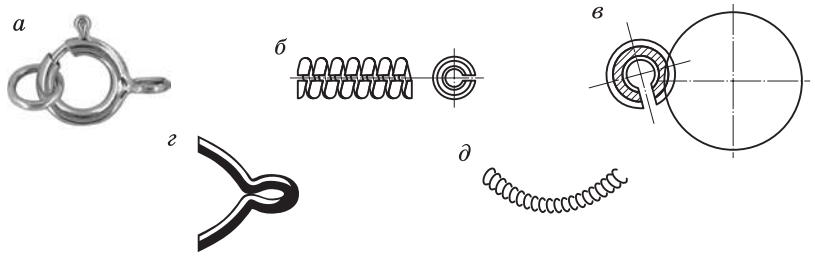


Рис. 10.22. Шпрингельный замочек и его элементы:
а — общий вид; *б* — разрезанная спираль-заготовка для колечка;
в — эскиз фрезерования паза колечка; *г* — защелка; *д* — пружина

Полую трубку получают из пластины, которую сворачивают в трубку на профилегибочном станке и сваривают при помощи аргонно-дуговой сварки. После волочения предусматривают проведение отжига для повышения пластичности материала. Затем трубка с сердечником наматывается в спиральную пружину на специальном намоточном станке и разрезается на отдельные колечки, которые и служат заготовками для корпуса замочков (рис. 10.22, *б*). В них фрезеруется щель, используемая для перемещения защелки (рис. 10.22, *в*). Подвижная защелка изготавливается из мерных отрезков проволоки, вырубленных и изогнутых на станке (рис. 10.22, *г*). Изготовление пружины осуществляется из проволоки на станке-автомате для навивки пружин. Боковое круглое колечко также получают из спиральной пружины, навитой из проволоки (рис. 10.22, *д*). Пустотелая трубка и боковое круглое колечко поступают в питатель автоматического станка, который спаивает их. В автоматическом режиме вырубается также и стопор для пружины. Далее с помощью специальной оснастки вручную выполняется сборка замочка из полученного корпуса, защелки и пружинки.

Карабиновые замочки (рис. 10.23) могут изготавливаться различными методами: литьем, штамповкой или вырубкой на прессах из полосового металла. Штамповка — наиболее простой метод, используемый для производства галантерейных изделий из недрагоценных металлов. Подготовленная полоса металла пропускается через прямоугольную фильеру для калибрования по толщине и ширине.

Корпус карабина и защелка штампуются и вырубаются на прессах. Затем на защелке вырубается посадочное место для пружины,

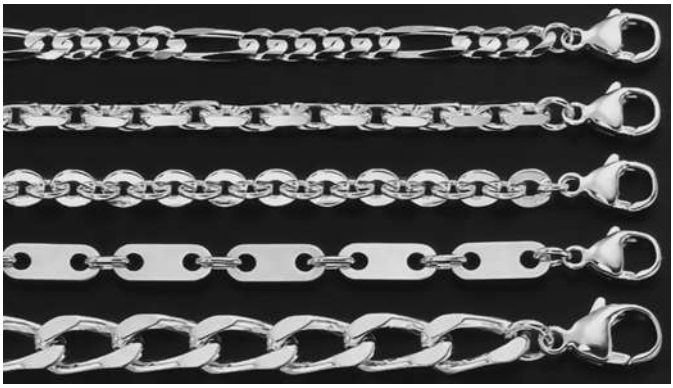


Рис. 10.23. Карабиновые замочки

предназначенной для ее фиксации. Процесс изготовления элементов замочков может быть механизирован и автоматизирован. Так, например, автоматизированы операции изготовления пружины, вырубки посадочного места на защелке, установки пружины и т.д. Сборка защелки с установкой пружины может выполняться вручную в условиях единичного производства, либо механизированным, либо автоматизированным способом на специальных станках при значительных объемах производства.

10.3. Технология изготовления сколоченных цепей

Среди большого числа разнообразных цепей особенно модными являются плоские сколоченные цепочки, получаемые из панцирной цепочки. Для их производства используют специальные станки.

На начальной стадии технологического процесса изготовления сколоченной цепи полученную ранее панцирную цепь подвергают уплотнению и сколотке, т.е. холодной пластической деформации.

При *уплотнении* звенья цепочки сдвигаются в осевом направлении, укорачиваясь до 50 % от своей первоначальной длины. При этом, уплотняясь, цепочка расширяется и изменяет свои геометрические размеры и форму (рис. 10.24). Таким образом, при уплотнении достигается сжатие цепочки в продольном сечении.

Сколотка представляет собой вид пластической деформации цепочки в поперечном сечении, в результате чего достигается изменение ее формы. Таким способом возможно получение модификаций разных типов цепочек. Ширина сколоченной цепочки при этом будет зависеть от размеров исходной цепочки (рис. 10.25).

Сколотка проводится на прессах (рис. 10.26), на которых при различной степени уплотнения можно получить различные формы сечения цепочки: круглые, прямоугольные, с фаской, с проточкой и т.д. Усилие прессования зависит от диаметра проволоки и размера цепи и может достигать, в зависимости от типа пресса, от 15 до 60 т. Качество проведения сколотки зависит от ряда факторов: правильности выполнения технологической операции, размеров исходной цепи, состояния деталей штамповой оснастки (штампов, вкладышей, ножей и т.д.).



Рис. 10.24. Цепочка до (*а*) и после (*б*) уплотнения

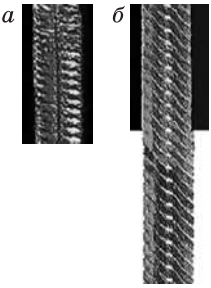


Рис. 10.25. Цепь до (*а*) и после (*б*) сколотки



Рис. 10.26. Пресс для сколотки

Для осуществления сколотки применяют штампы специальных конструкций (рис. 10.27), в которых осуществляется сжатие цепочек в поперечном сечении.

Сколотка позволяет получить десятки видов цепей с различными рисунками из одной исходной базовой модели (см. рис. 10.28 на цветной вклейке между с. 192 и 193). Некоторые из них получают многократной последовательной сколоткой на штампах разных видов. В частности, модель «брилл» сколачивается из якорной одинарной цепи при помощи штампа с двумя вкладышами; модели «элика одинарная», «элика двойная» и другие сколачиваются в штампе с использованием ножа и различных вкладышей; модель «кобра»

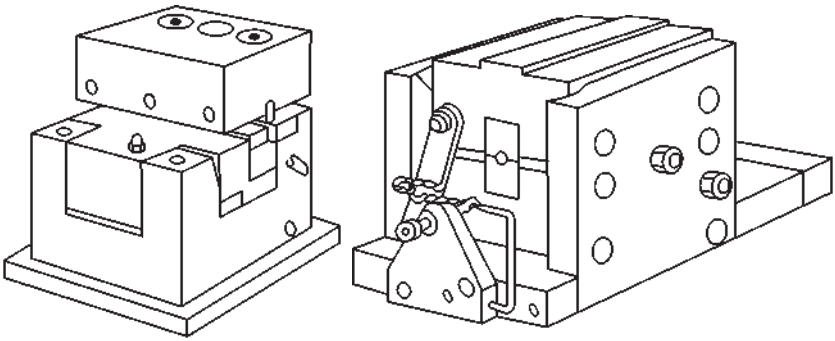


Рис. 10.27. Штампы для сколотки

сколачивается в аналогичном штампе в два этапа путем смены ножей и вкладышей. Существуют модели цепочек, которые требуют замены оснастки до четырех раз.

В результате пластической деформации при сколачивании цепочек в них возникают остаточные напряжения от наклепа, которые могут вызвать в дальнейшем при механической обработке разрушение кристаллических связей и разрыв звеньев. Чтобы избежать подобных нежелательных явлений, после сколотки цепи подвергают *термической обработке*, т.е. отжигу, в результате чего материал обретает необходимую пластичность. Отжиг выполняют в муфельной печи непрерывного действия (рис. 10.29).



Рис. 10.29. Печь для отжига цепи

Уплотненная после сколотки цепочка теряет гибкость и становится весьма жесткой. Для возвращения гибкости цепь подвергают *размягчению* между вибрирующими роликами на специальном станке (рис. 10.30). В процессе размягчения образуются зазоры между звеньями, которые придают цепи гибкость, не нарушая декоративность



Рис. 10.30. Станок для размягчения цепи

рисунка плетения. Станок для размягчения оснащен приводом вращения протяжных роликов и протягивания цепочки. Смена оснастки позволяет расширить разнообразие обрабатываемых цепей и размягчать как тонкие, так и крупные цепи.

После обработки цепь становится симметричной, не перекручивается и обладает одинаковыми свойствами вдоль всей длины (рис. 10.31). Размягченная до необходимой степени гибкости цепь свободно соскальзывает с пальцев рук от действия собственного веса.

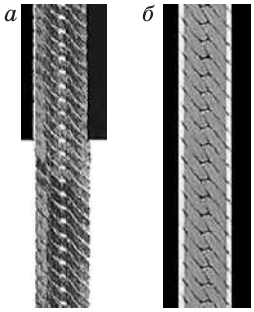


Рис. 10.31. Цепь до (*а*) и после (*б*) размягчения

После размягчения осуществляется *калибровка* цепи путем ее прокатки при помощи вальцов. Этим обеспечивается равнотолщинность цепочки по всей длине. При необходимости получения более точной толщины цепи повторяют операцию сколотки, но уже при небольшом усилии сжатия.

Декоративные свойства и усиление металлического блеска на сколоченной цепочке достигаются в результате *механической обработки* при нанесении на ее лицевую поверхность алмазной грани и орнаментальных рисунков (рис. 10.32). Специальные станки для нанесения алмазной грани (рис. 10.33) позволяют обработать плоские и наклонные поверхности цепочек, кромки, снять фаски и осуществить скоростное «сатинирование» поверхности.

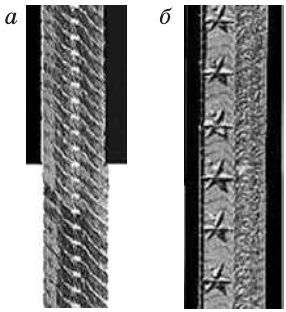


Рис. 10.32. Цепь до (*а*) и после (*б*) алмазной огранки



Рис. 10.33. Станок для нанесения алмазной грани

Усиление металлического блеска достигается увеличением количества отражающих кромок на поверхностях фасок. Таким образом, могут быть получены шесть, восемь или даже двенадцать граней на поверхностях цепочки.

Так называемая алмазная грань образуется в результате скоростного резания вращающимся алмазным резцом по поверхности цепи. При этом цепь на станке перемещается под вертикальной резцовой головкой с алмазным инструментом, разматываясь с катушки. Резцовая головка вращается от электрошпинделя со скоростью до 20...35 тыс. об/мин. Цепочка может наклоняться под различными углами с помощью поворотных зажимов, что позволяет обработать ее по горизонтальной плоскости или под углом в зависимости от вида установленных зажимов. Станок позволяет установить дополнительно резцовую головку для одновременной обработки двух поверхностей, уменьшая тем самым число рабочих ходов. Вторая горизонтальная головка может наносить на поверхности цепочки различные рисунки (в виде звездочек, волнистых линий, крестов, треугольников, двойных линий, квадратов и т.д.). Станок позволяет обрабатывать также выпуклые и вогнутые поверхности. Качество обработки оценивается яркостью блеска поверхности.

Особый интерес представляет возможность нанесения алмазной грани на элементы цепи типа «шариковая», состоящей из отдельных звеньев в виде шариков или цилиндриков. На каждом звене

такой цепи можно получить до 32 граней. Обработка программируется при помощи компьютера. В результате обработки цепь изменяет внешний вид, отражая свет множеством ограненных плоскостей сферы.

На плоской поверхности цепочки можно выполнить рельефный узор в виде волн с заданной амплитудой. Такой узор получают механической обработкой цепочки на токарном станке (рис. 10.34). Цепочка, намотанная на длинный барабан, обтачивается резцом, оставляющим волнообразный след на поверхности цепи. На станке используется оригинальный способ фиксации цепи — приморáживание к барабану с помощью гликоля, поступающего из холодильника. Гликоль охлаждает цепь до температуры –20 °С, и вода, подаваемая на поверхность барабана, образует ледяной слой, который и фиксирует каждое звено цепи. Обработка цепи выполняется тремя алмазными резцами: подрезным, черновым и чистовым. Подрезной резец удаляет слой льда с поверхности изделия, черновой проводит предварительную обработку металла, а чистовой — конечную, чистовую обработку. Величину общего припуска делят на несколько проходов из-за возможности отрыва цепи от поверхности барабана.



Рис. 10.34. Токарный станок для огранки

Для повышения качества обработки можно использовать токарные станки с ЧПУ, которые позволяют в соответствии с программой осуществлять автоматическую смену инструментов, задавать

число черновых и чистовых проходов, учитывать тепловые деформации барабана по диаметру при охлаждении и нагреве.

Окончательно достижение блеска, снижение шероховатости поверхности и удаление заусенцев осуществляется при непрерывной полировке цепочки на специальном полировальном станке (рис. 10.35). Обработка на станке выполняется полировальным кругом, покрытым абразивной пастой. Усилие прижима полировального круга и количество пасты на нем регулируются в зависимости от толщины снимаемого припуска.



Рис. 10.35. Станок для полировки цепи

После полировки цепочку очищают от жиров абразивной пасты в ультразвуковой ванне, промывают и сушат.

Полученную длинномерную цепь необходимо в дальнейшем разделить на цепочки заданной длины и провести оконцовку путем закрепления зажимов с замочками.

Способ *разделения длинной цепочки на мерные части* зависит от типа производства. В условиях массового производства разделение цепей осуществляют на автоматических станках-автоматах. В условиях мелкосерийного производства экономически оправдана ручная резка с применением различных режущих инструментов.

Оконцовка свободного конца выполняется зажимом, изготовленным из согнутой тонкой пластинки (рис. 10.36). Для этого на специ-

альном станке (рис. 10.37) к свободным концам цепочек припаивается вырубленная и сложенная вдвое тонкая пластинка-лепесток, к которой затем крепится колечко с замочком. Лепесток может быть закреплен на цепочке также сваркой.

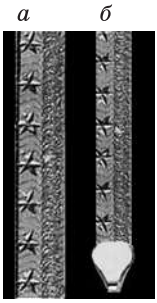


Рис. 10.36. Цепь до (*а*) и после оконцовки (*б*)



Рис. 10.37. Станок для оконцовки цепочек

Колечко, надеваемое на зажим, выполняется из проволоки диаметром 0,8 мм и может иметь круглую, овальную или любую фантазийную форму. На колечках ставится клеймо-именник и клеймо пробы.

Установка и крепление замочков осуществляется на автоматизированном станке. Способ соединения концов цепочек с замочками зависит от формы, размеров и типа используемых замочков. Существует два способа соединения концов цепочек и соответственно два типа специальных станков. Эти станки позволяют осуществить изготовление соединительных колечек, их установку и пайку к конечным звеньям цепи. Тип замочков выбирают соответственно по типу цепочки. Шпрингельные замочки применяют для тонких и легких цепочек, а для крупных, особенно плоских, используют карабиновые замочки.

После пайки удаляют следы оксидного слоя отбеливанием в 10...15%-ном растворе серной кислоты при температуре 80 °С. Затем цепочки повторно полируют вручную на шлифовально-полировальном станке.

11 ТЕХНОЛОГИЯ ЗАКРЕПКИ КАМНЕЙ

Вставки в ювелирных изделиях являются непременным декоративным атрибутом, придающим красочность и игру света. В качестве вставок используются различные драгоценные и ювелирно-поделочные камни. Форма вставок исторически видоизменялась, начиная с простых полукруглых форм. В современных условиях производства получают сложные, многогранные (до ста и более граней) вставки.

11.1. Разновидности вставок и способов закрепок

В зависимости от формы все вставки можно разделить на две группы: в виде полусферических кабошонов и в виде многогранников.

Кабошонные вставки изготавливаются в основном из непрозрачных, а в некоторых случаях и из прозрачных камней, тогда как огранные вставки — преимущественно из прозрачных и самоцветных камней. Кабошоны имеют полусферическую форму с одной или с двух сторон. Во всех случаях форма камней называется кабошонной (рис. 11.1).

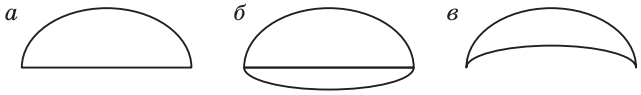


Рис. 11.1. Кабошонная форма вставок:
а — простая; *б* — выпуклая; *в* — выпукло-вогнутая

Ограненные вставки имеют большое число разновидностей форм. Существуют различные виды специальной огранки, которые присущи камням определенной группы. В зависимости от оптических свойств каждый из видов камней может иметь характерные для него форму, углы наклона боковых граней и различное число граней. Так, бриллианты, изготовленные из алмазов, могут иметь 17, 37 и более граней (рис. 11.2–11.4).

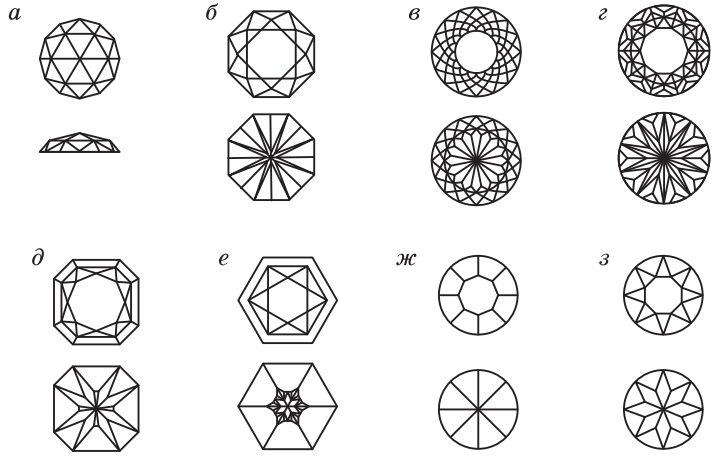


Рис. 11.2. Формы огранки бриллиантов:
а — «антверпенская роза»; *б* — «хэлпи-8»; *в* — португальская огранка; *г* — «магия»; *д* — «подсолнух»; *е* — «огненная роза»; *ж* — круглая 17-гранная; *з* — круглая 33-гранная

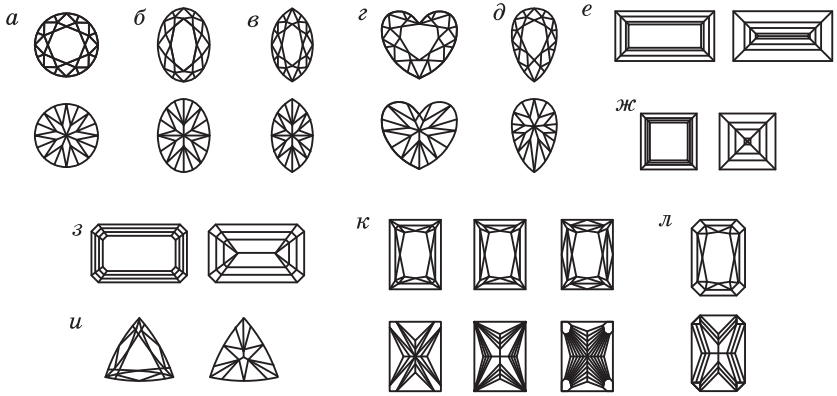


Рис. 11.3. Формы огранки других драгоценных камней:
а — круглая; *б* — овал; *в* — маркиз; *г* — сердце; *д* — груша; *е* — багет; *ж* — квадрат; *з* — изумруд; *и* — бриллиант; *к* — «принцесса» прямоугольная; *л* — «радиант»

Специфичную огранку имеют изумруды и прочие драгоценные камни. В настоящее время продолжается поиск новых разновидностей форм огранки камней, которые могут дать наибольший оптический эффект.

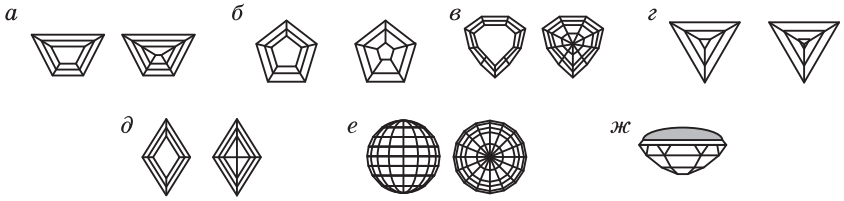


Рис. 11.4. Фантазийные формы огранки:
а — эполет; *б* — пятиугольник; *в* — щит; *г* — треугольник; *д* — ромб;
е — «бусина»; *ж* — смешанная (верх — кабошон, низ — фацетная)

Существуют различные способы закрепка вставок. Выбор способа закрепки зависит от формы ограненных камней, их размеров и количества в одном изделии. Вставки закрепляются в посадочные места, подготовленные для этого в материале изделия, или в специальные оправы различных форм (рис. 11.5).

Вставки в ювелирных изделиях должны быть надежно установлены по базирующим поверхностям и закреплены. ***Базирующими поверхностями*** служат нижняя и боковая поверхности вставок. Зажим вставки осуществляется по ее верхней части путем обжима по периметру каста или путем прижима на отдельных участках механическим способом.

Оправы для установки и закрепления вставок называют ***кастами***. Они являются переходным звеном между металлической основой украшения и вставкой. Существуют следующие способы закрепки камней: глухие, ободковые (царговые), крапановые, корнеровые, кармезиновые и пазовые.

Глухие касты служат оправами для непрозрачных камней. Нижняя часть таких камней имеет гладкую плоскую поверхность. Глухие касты надежны. Толщина боковых стенок каста составляет 0,25... 0,35 мм, а толщина основания (донышка) — 0,8...1,0 мм. Высота каста должна быть больше высоты рундиста камня на 1,5...2,0 мм с целью свободного и надежного обжима вставки по всему периметру.

Ободковые касты (рис. 11.6, *а*; 11.7, *а*) применяют для прозрачных камней, чтобы усилить их оптические свойства. Конструктивно они выполняются, как и глухие касты, однако имеют сквозное дно, через которое может проникать луч света. С внутренней стороны каст имеет обжимной поясок для посадки вставки. Высота



Рис. 11.5. Разновидности оправ с различными формами камней

каста, как и в предыдущем случае, должна быть больше высоты рундиста камня на 1,2...2,0 мм. Толщина боковой стенки при установке небольших вставок обычно составляет 0,3...0,5 мм, а при закрепке крупных камней — 0,5...0,8 мм. Для закрепки камней округлой формы используется цилиндрическая или коническая трубка, которая называется *царгой*.

Крапановые касты отличаются от двух предыдущих видов закрепок тем, что камень крепится не по всему периметру рундиста, а только в отдельных точках специальными элементами — выступающими стойками, которые называются *крапанами* (рис. 11.7, *б*, *в*). Применение крапановых кастов целесообразно для закрепки прозрачных камней. Они позволяют усилить оптические свойства, яркость и цве-

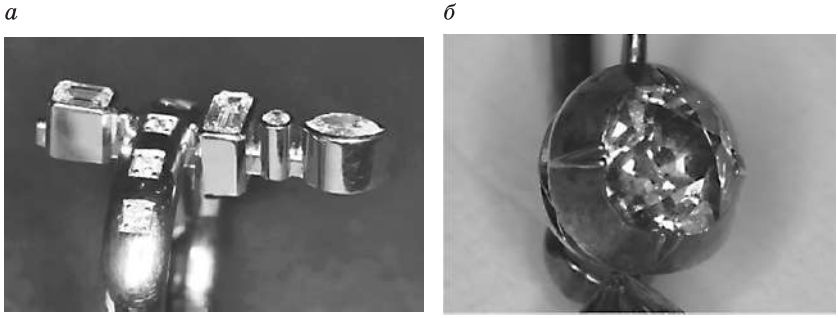


Рис. 11.6. Ободковый (*а*) и открытый корнеровый (*б*) каст

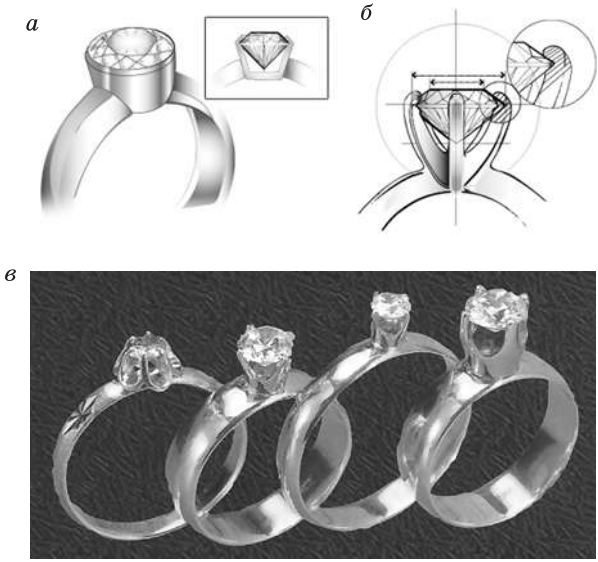


Рис. 11.7. Касты закрепок:
а — ободковый открытый; *б* — крапановый; *в* — разновидности колец с крапановой закрепкой

товые качества вставок. Крапановый каст конструктивно можно разделить на две части: верхнюю и нижнюю. Они могут быть цельнолитыми или состоять из отдельных спаянных элементов. Базирование вставки в крапановой закрепке осуществляется по рундисту и нижним угловым граням.

К крапановой закрепке относятся оправы типа «шатон», напоминающие форму короны с конусным ободком. Выступающие зубцы крапана позволяют базировать и закреплять вставки по периметру. Верхняя часть такой оправы составляет две трети высоты каста, а нижняя — оставшуюся одну треть. Верхняя часть служит для закрепления вставки, а нижняя часть представляет собой шипы, называемые *боганами*, и служит основанием оправы. В качестве крапанов часто используют унифицированные заготовки-галерейки (гладкие или фасонные полоски с одинарными или парными крапанами в виде зубчиков для закрепки камней).

Корнеровая закрепка формируется из материала ювелирного изделия путем подрезки и закатки закрепочных элементов. Она применяется для закрепки маленьких вставок. Не полностью подрезанный и приподнятый слой усеченной стружки металла, образованный в виде стойки (корня стружки), называют «пеньком» или *корнером*. Из подрезанной стружки формируют полусферический закрепочный элемент в виде шляпки заклепки.

Корнеровые касты делятся на открытые и встроенные. Открытый корнеровый каст формируется в глухом высоком касте (рис. 11.6, *б*), а встроенный образуется в отверстии металла.

Существует несколько разновидностей корнеровой закрепки: «каре», фаденовая, тиктовая (или «паве») (см. рис. 11.8 на цветной вклейке между с. 192 и 193).

Каст «каре» представляет собой гнездо в отдельных квадратах под одну вставку. Постановка корнеров осуществляется резанием и отгибанием несрезанной до конца стружки на примыкающей к вставке части металла. Закрепка в касте «каре» предусматривает постановку четырех корнеров вокруг вставки.

Фаденовый каст отличается от «каре» тем, что вставки в изделие устанавливаются последовательно в ряд так, чтобы обеспечить их плотное прилегание друг к другу. Каждая из вставок зажимается корнерами в двух или четырех точках.

Тиктовая оправа, или каст «паве»*, образуется при плотном размещении камней. Камни в ней располагаются либо в шахматном порядке, либо рядами, смещенными относительно друг друга, с целью более плотной упаковки вставок. Корнеры при таком виде закрепки формируют из металла в промежутках между камнями, подобно закрепке «каре».

* Название образовано от фр. pavé — булыжная мостовая.

Кармезиновая оправа является более сложным, комбинированным способом закрепки камней (см. рис. 11.9 на цветной вклейке между с. 192 и 193). Она отличается тем, что содержит большой центральный цветной камень, а по его периметру закрепляется ряд мелких вставок. Закрепка центрального камня и мелких камней по его периметру может быть выполнена различными ранее рассмотренными способами.

Сравнительно новой разновидностью закрепки драгоценных камней является *пазовая* закрепка [17]. Она представляет собой способ закрепки бриллиантов в канавку или желоб, который образуется в самом металле изделия. В эту канавку размещают бриллианты и закрепляют их, поджав боковыми стенками паза (рис. 11.10). Такой способ закрепки носит английское название «channel», т.е. «канал», которое отражает сущность этого способа (бриллианты, размещенные в канавке в ряд, образуют как бы «течение» камней в канале).

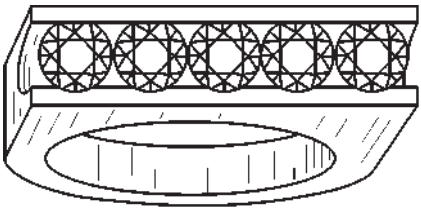


Рис. 11.10. Кольцо с пазовой закрепкой

Пазовая закрепка осуществляется в сплошном материале. Она может быть выполнена в тех случаях, когда изделие имеет толщину металла, достаточную для установки бриллиантов по высоте. Ширина паза должна составлять до 3/4 диаметра вставок, а толщина стенок паза — не менее 0,75 мм, чтобы обеспечить надежность закрепления. В некоторых случаях расстояние между стенками паза может быть увеличено. Размеры паза для установки бриллиантов фантазийной формы зависят от формы камней.

Закрепка особо крупных камней в подвесных украшениях может осуществляться нетрадиционным способом — обжимом проволокой по периметру. Закрепка очень маленьких вставок может выполняться с помощью вставной втулки, схема которой приведена в 10.3.

11.2. Инструменты для закрепки камней

Операция закрепки камней состоит из ряда последовательно выполняемых переходов обжимки и закатки металла. Они сопровождаются резанием и пластическим деформированием обрабатываемого металла. Для резания металлов используют такие инструменты, как штихели, сверла, фрезы (боры), надфили, кусачки и т.д. Для осуществления пластического деформирования металла при закатке и обжимке краев оправ применяют специальные инструменты: давчики, корневертки, обжимки-обдавки, корнейзеры (корнайзеры), накатки (мелиграфы), закрепочные молотки.

Давчик выполнен в виде концевого инструмента, но без режущей кромки. Им осуществляют обжатие, закатку и вдавливание металла. Давчиками обжимают все виды вставок, кроме вставок круглых форм. В зависимости от формы каста и вида закрепки давчики могут иметь различную конфигурацию рабочей части.

Давчик состоит из деревянной ручки и металлического стержня с рабочей частью на конце (рис. 11.11). Рабочая часть давчиков имеет различные конструктивные формы в зависимости от функций. Она может быть выполнена с желобком для предотвращения возможного соскальзывания с крапана при обжатии или без желобка; с насечкой для обжатия плоскостенных глухих кастов; в виде массивных крапанов для обжатия тонкостенных кастов и др. Давчики изготавливают из легированных сталей для выполнения глухой и крапановой закрепки и из меди для выполнения корнеровой закрепки.

Корневертка предназначена для деформирования срезанного и поднятого штихелем корнера в виде полусферической шляпки (головки заклепки) над вставкой. На рабочем торце она имеет

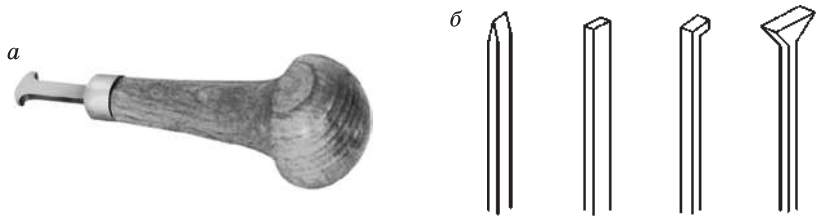


Рис. 11.11. Внешний вид (*а*) и формы рабочей части (*б*) давчиков

сферическое углубление. Корневертки выпускаются наборами, которые состоят из деревянной ручки грушевидной формы и комплекта стальных стержней различного размера (рис. 11.12, *а*). Они изготавливаются из закаливаемых углеродистых инструментальных сталей марок У8...У12. Сферическая форма рабочей части корневертки образуется путем деформирования специальным штампом, который называется ***фионом*** (рис. 11.13). Фион представляет собой стальную плиту с полусферическими шипами разного размера. Он позволяет восстановить профиль корневертки при ее износе в процессе эксплуатации. Перед восстановлением рабочий конец корневертки отжигают пламенем горелки. Затем корневертку устанавливают на шип фиона и ударом молотка по верхнему торцу восстанавливают требуемый профиль, после чего ее снова подвергают закалке.

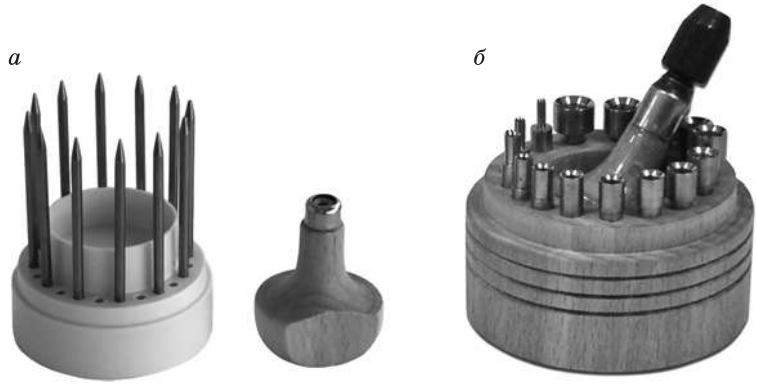


Рис. 11.12. Набор корневерток (*а*) и обжимок (*б*)

Обжатие камней круглой формы в глухих кастах осуществляют ***обжимкой-обдавкой*** **(*обжимным пуансоном*)**, выполненной в виде стального стержня с деревянной ручкой. Рабочая часть обжимки изготовлена с внутренним коническим углублением и может иметь различные исполнительные размеры.

Корнейзер **(*корнайзер*)** — инструмент, предназначенный для нанесения декоративной полоски (гризанта) по кромке изделия пластическим деформированием. Гризант применяется при фаденовой закрепке камней в тех случаях, когда на верхушке изделия образу-

ется тонкая обрамляющая кромка вокруг вставок. Корнейзер — это ручной инструмент длиной 60...70 мм, рабочая часть которого подпилена с боков до образования желобка, а с торца имеется сферическое углубление. Внутренний диаметр углубления корнейзера равен $d = 0{,}6...0{,}8$ мм, а глубина углубления составляет $h = 1/3d$. Корнейзеры могут иметь рабочие концы с плоскоопиленной или круглой рабочей частью. Они выпускаются в двух модификациях: с деревянной ручкой или с цанговым зажимом.



Рис. 11.13. Фионы

***Накатка* (*мелиграф*)** предназначена для деформирования (накатки) фактурированного рельефа. Накатка узора мелиграфом является более производительным способом, чем способ нанесения гризанта корнейзером. Накатка состоит из ручки, кронштейна и установленного в нем вращающегося ролика. Накатные ролики являются сменными и отличаются номерами типоразмеров.

Закрепочные молотки применяют преимущественно при поджатии толстых крапанов и недрагоценных материалов.

Помимо перечисленных инструментов, при закрепке вставок применяют также вспомогательные инструменты и приспособления, облегчающие выполнение закрепочных операций. К ним относятся различные виды ручных (в том числе деревянных) тисков, китт-штоки, вахсбайны, ферейберы, пинцеты и различные виды плоскогубцев.

Деревянные тиски используют для работы с мягкими металлами, так как они не вызывают деформаций изделий.

Китт-штоки, изготовленные из древесных материалов, применяют для закрепления изделий на их торцовой поверхности с помощью пасты-китт, которую предварительно разогревают пламенем горелки. Китт-штоки могут иметь различные размеры сечения.

Вахсбайны — деревянные или пластмассовые стержни с грушевидной рабочей частью. Они служат для переноса небольших вставок и их установки в посадочные места оправок. Фиксация камней

осуществляется на рабочем конце грушевидной формы при помощи воска.

Ферейберы — инструменты для пластического деформирования металла, рабочая часть которых имеет коническую форму с округленным концом.

Пинцеты используются для переноса и ручного зажима деталей. Они бывают различных видов: с лопаточкой для камней, с тремя ответвлениями, изогнутой формы для захвата жемчуга, прямой формы для захвата бусин и т.д.

11.3. Приемы закрепки камней

Операция закрепки ювелирных камней заключается в установке вставки в посадочное место и ее закреплении путем обжатия оправы над линией рундиста. Закрепление вставки обеспечивает ее неподвижность лишением шести степеней свободы. Традиционно базирование вставок для закрепки осуществляется по поверхностям, расположенным ниже линии рундиста, и по периметру рундиста. Нижняя часть вставок с плоской, призматической или конической поверхностью служит опорной поверхностью. Рундист выполняет функцию направляющей поверхности. Закрепление вставок осуществляется силовым замыканием закрепочных элементов по поверхности, расположенной над линией рундиста. Количество точек зажима круглых вставок должно быть не менее двух, а прямоугольных — не менее четырех.

Способ закрепки камней зависит от геометрической формы вставок и их прозрачности. Камни, не обладающие прозрачностью, изготавливаются различной формы по периметру (круглой, овальной, прямоугольной или многогранной) и, как правило, с плоским основанием. Для подобных вставок предпочтительными являются глухой и ободковый способы закрепки, позволяющие улучшить эстетические свойства верхней поверхности вставки. Закрепка прозрачных камней осуществляется другими способами (крапановый, корнеровый или пазовый), которые позволяют усилить оптические свойства вставок и показать игру света, яркость цвета камня.

Закрепка камней выполняется вручную или с помощью специальных механизированных приспособлений, использование которых

целесообразно в условиях серийного производства. Рассмотрим приемы закрепочных работ.

Закрепка в глухой и ободковый каст проводится обжатием верхних краев оправы по всему периметру рундиста в направлении вставки (рис. 11.14). Вставку укладывают в каст, выполняют пригонку по размеру и обжимают по периметру. При этом обжатие осуществляется сначала по нескольким противоположным точкам оправы, а затем по всей оставшейся части оправы. Закрепку вставок круглой формы выполняют давчиками или обжимкой.

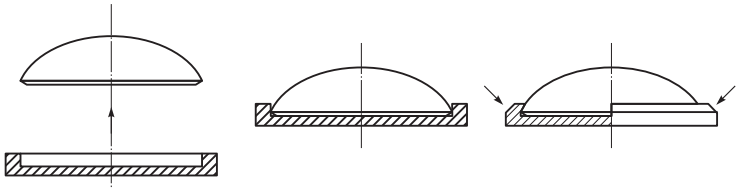


Рис. 11.14. Последовательность выполнения глухой закрепки кабошона

Закрепку многогранных камней проводят в несколько приемов. Сначала, во избежание образования складок, прижимают углы вставки, а затем — боковые стороны. Операцию завершают подрезкой федана, т.е. края верхушки, и при гризантной отделке накаткой накатником.

При закрепке плоских камней в перстнях или в так называемых «зеркальных» оправах требуется получить одинаковую высоту камня и оправы. Это достигается обжатием каста вокруг поверхности камня, срезанием лишней выступающей части оправы и полированием пояска ободка для придания блеска.

Закрепка оправы «венчиком» применяется для формирования ободка фасонной формы в виде лепестков цветка. Закрепку осуществляют при помощи острого давчика или маленькой отвертки по отдельным равнорасположенным точкам оправы так, чтобы между этими точками образовались дуги полуокружности в виде лепестков цветов.

Крапановая закрепка обеспечивает базирование и закрепку вставок на трех или более стойках-крапанах. На них предусматривают ступенчатые уступы, которые являются опорными точками для

базирования. Выступающие свободные концы крапанов над рундистом служат для обжатия и закрепления вставок.

Образование уступов до одного уровня по высоте с внутренней стороны крапанов достигается механической обработкой резанием (*всечкой*) штихелем или специально заточенным надфилем, а также литьем в отливке. Концы крапанов, возвышающиеся над рундистом, используются для фиксации путем их загибания в сторону коронку камня. Высота верхней части крапана для загиба зависит от размера камня и составляет 0,5...1,0 мм. Закрепка вставок осуществляется обжатием с противоположных сторон давчиками или обжимкой соответствующего размера (рис. 11.15). После закрепления вставки выполняют отделку крапанов для достижения одинаковой высоты, а затем их полировку.

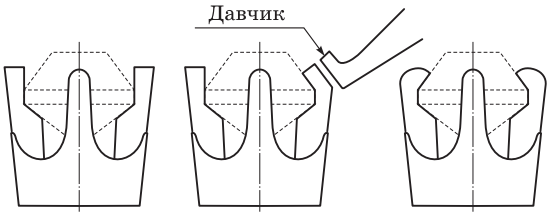


Рис. 11.15. Схема закрепки камней крапанами

Закрепка вставок с плоским основанием может осуществляться крапанами по схеме, представленной на рис. 11.16.

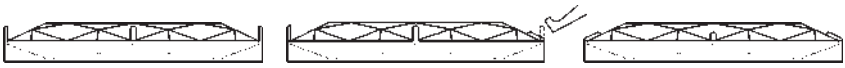


Рис. 11.16. Последовательность закрепки вставки с плоским основанием крапанами

Крапаны могут быть образованы также присоединением пайкой (патент РФ № 2122336 от 1998 г.); в них затем устанавливают вставки и закрепляют.

Корнеровая закрепка напоминает способ соединения заклепками. Корнеры располагают по периметру вставки. Сформированные корнеры, как и заклепки, обеспечивают замыкание элементов при сборке. Корнеры формируются срезанием и вертикальным отгиба-

нием корня стружки, а затем его пластическим деформированием (закаткой) для придания декоративной полусферической формы головки, расположенной над павильоном вставки. Базирование вставки осуществляется по пояску, выполненному в виде уступа (ложа), полученного либо механической обработкой, либо литьем в отливке.

Изготовление посадочного пояска и закрепку камней выполняют в следующем порядке (рис. 11.17):

- сверлят отверстие;
- зенкуют и фрезеруют конический поясок под размер вставки;
- осуществляют впасовку камня, т.е. подгонку посадочного пояска юстировочным штихелем;
- подрезают узкую полоску металла штихелем для образования корнера;
- формируют сферическую головку корнера;
- проводят полирование металла, примыкающего к вставке.

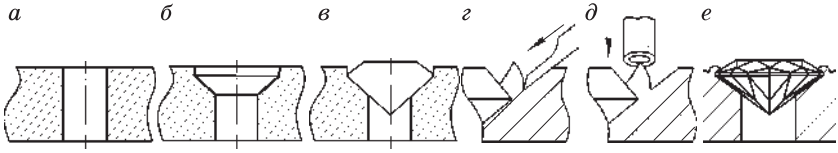


Рис. 11.17. Переходы операции закрепки камней в оправу корнерами: *а* — сверление; *б* — зенкование и фрезерование отверстия; *в* — впасовка камня; *г* — образование корнера; *д* — формирование сферической головки; *е* — отделка поверхности

Отверстия, полученные литьем, как правило, требуют доработки по размеру и форме вставки фрезерованием или впасовкой штихелями. Посадочные места для камней некруглой формы обрабатываются и доводятся вручную штихелями.

Закрепка вставки в оправу «каре» осуществляется на прямоугольной пластине или прямоугольном контуре изделия установкой и закреплением камня по четырем диагональным точкам, расположенных по периметру. Для удобства размещения корнеры устанавливаются в углах прямоугольного контура.

Существуют разновидности способов закрепки в оправу «каре» [1]. Первый способ заключается в том, что устанавливают четыре

корнера — по одному в каждом углу (рис. 11.18, *а*). В этом случае выполняют надрезку корнера и формирование декоративных граней по обе стороны крапана. Второй способ заключается в том, что вокруг вставки диагонально ставят не четыре, а двенадцать корнеров, т.е. по три с каждой стороны (рис. 11.18, *б*). Примыкающие к вставке четыре корнера являются закрепочными, а остальные корнеры, равноотстоящие от закрепочных корнеров, — декоративными.

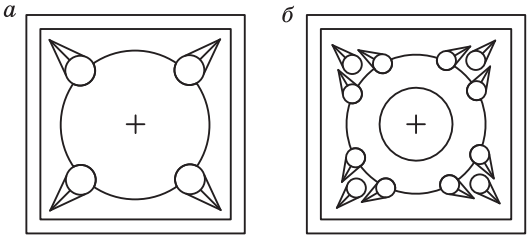


Рис. 11.18. Схемы закрепки камней в оправу «каре»

Технологическая операция постановки корнеров может отличаться последовательностью выполнения приемов. В одном случае сначала осуществляется подготовка корнеров, затем — закрепка и только потом — подрезка и зачистка. В другом случае зачистку и подрезку проводят до закрепки вставок. Этот метод считается более сложным и требует высокой квалификации рабочего.

Фаденовая закрепка (рис. 11.19) применяется для камней, расположенных плотно друг к другу в ряд. Плотное расположение камней позволяет использовать один корнер для фиксации сразу двух соседних камней. В зависимости от количества корнеров, приходящихся на каждый камень, различают фаденовую закрепку с двумя и четырьмя корнерами. Стружка может подниматься различными приемами в зависимости от направления штихеля: к центрам вставок; вдоль фадена; перпендикулярно оси расположения вставок; к центрам соседних камней, направленным из одной исходной точки.

При закрепке вставок двумя корнерами штихель направляют к центру предыдущего отверстия либо вдоль фадена. Сформированным корнером затем выполняют закрепку сразу двух рядом расположенных камней. Такая схема закрепки, при которой каждый

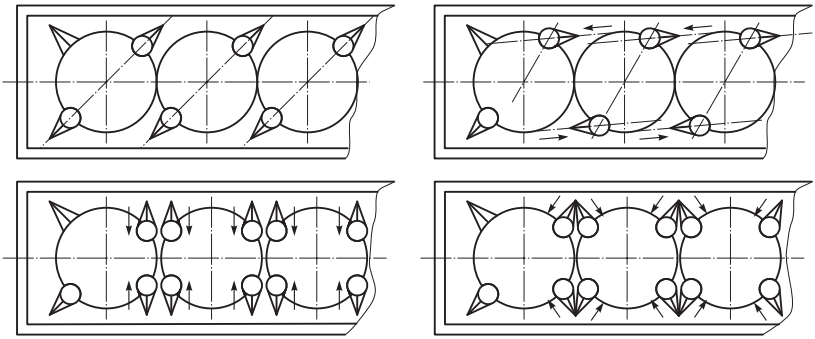


Рис. 11.19. Разновидности фаденовой закрепки камней

камень фиксируется в четырех точках, позволяет экономно использовать площадь закрепки и металл.

При закрепке вставок четырьмя корнерами последние формируются у каждой вставки независимо друг от друга; число корнеров удваивается, поэтому операция становится более трудоемкой.

Фаден-гризантная закрепка по способу фиксации камней является операцией фаденовой закрепки, которая завершается образованием гризанта накаткой мелиграфом или корнейзером. Этот метод используется в изделиях с камнями, расположенными в ряд на некотором расстоянии друг от друга. Корнеры устанавливают в промежутках между камнями.

Оправа «паве», которая также называется ***тиктовой***, представляет собой многорядный способ закрепки камней, расположенных в шахматном порядке. В оправе «паве» камни прилегают друг к другу плотно, касаясь рундистами, и потому такой способ закрепки требует тщательной предварительной разметки и выверки. Каждый камень при закрепке фиксируется в основном четырьмя корнерами. Существует и другая разновидность закрепки «паве», при которой камни располагают рядами, смещенными друг к другу на величину половины шага.

Закрепка «паве» может осуществляться двумя методами.

По первому методу закрепка выполняется поднятием металла в четырех точках в крестовидном промежутке, образованном между четырьмя камнями (11.20, *а*). Корнеры формируются в строгой последовательности юстировочным штихелем и затем обкатыва-

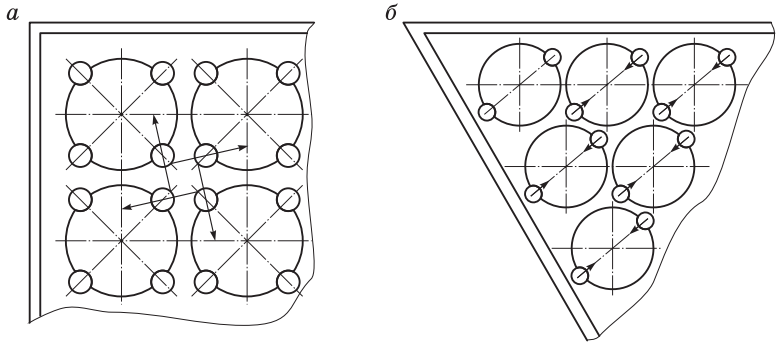


Рис. 11.20. Схема закрепки «паве» (*а*) и в оправу «паве» треугольной формы (*б*)

ются корнейзерами. Закатка корнеров осуществляется к каждому из прилегающих камней.

Второй метод применяют при закрепке камней в треугольную или ромбическую форму изделия (11.20, *б*). Он отличается от первого тем, что корнеры формируются без поднятия срезанного металла. Для этой цели штихелем в промежутке между камнями срезают две канавки, пересекающиеся перпендикулярно, которые образуют четыре пирамидальных выступа. Эти выступы закатывают корнейзером в сторону прилегающего камня. Камни в первом и последнем ряду закрепляют, как и при фаденовом способе закрепки.

При более плотной компоновке камней между ними образуется площадка треугольной формы. В этом случае каждый камень фиксируется двумя корнерами с противоположных сторон и поэтому данный способ закрепки похож на фаденовый. Корнеры надрезаются штихелями в направлении к оси отверстия, после чего закатываются корнейзерами.

Кармезиновая оправа (рис. 11.21) напоминает по компоновке камней цветок. В центре многокаменной закрепки располагается большой камень, а вокруг него венцом — ряд мелких камней. Кармезиновая закрепка является комбинированным способом закрепки камней в крупных изделиях. Центральный камень закрепляется по периметру крапанами, штифтами или ободком, а мелкие камни (как правило, бриллианты) — корнеровым или крапановым способом. Крапаны могут быть впаянными в изделие.

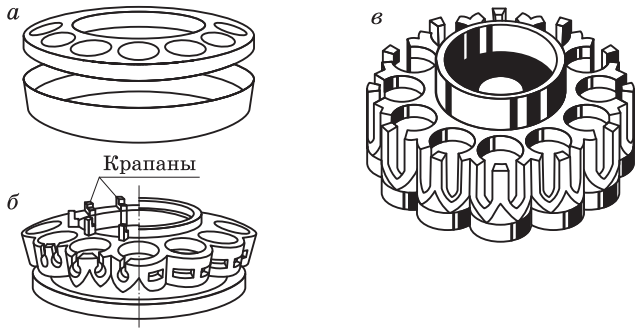


Рис. 11.21. Разновидности кармезиновой оправы:
а — верхушка с отверстием; *б* — с ободком и крапанами для центрального камня; *в* — с ободком для центрального и крапанами для мелких камней

Штифтовая (***гранатовая***) закрепка предполагает закрепку камня штифтами, которые устанавливают в просверленные отверстия по периметру вставки. Закрепку камней осуществляют, скругляя вершинки штифтов (рис. 11.22).

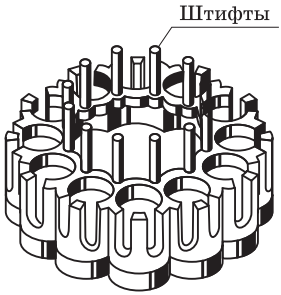


Рис. 11.22. Закрепка центрального камня штифтами в кармезиновой оправе

Пазовая закрепка — новый метод закрепки камней. Она заключается в обжатии вставок, размещенных в пазах, с двух сторон. Технологическая операция закрепки состоит из следующих переходов: осмотр, разметка, прорезание пазов, подготовка посадочных мест под вставки, установка бриллиантов, закрепка камней и финишная отделка (рис. 11.23).

Разметка выполняется для предварительной оценки количества размещаемых вставок и для наметки их местоположения. Для этого наносятся разметочные штрихи по предварительно прорезанному пазу. Затем сверлятся отверстия под вставки. Размер полученных отверстий должен составлять 2/3 диаметра бриллианта. Глубина опорного пояска для посадки вставок должна располагаться ниже уровня рудистов бриллиантов, т.е. посадочное место обрабатывается на глубину, в 1,5 раза превышающую высоту коронки. Отвер-

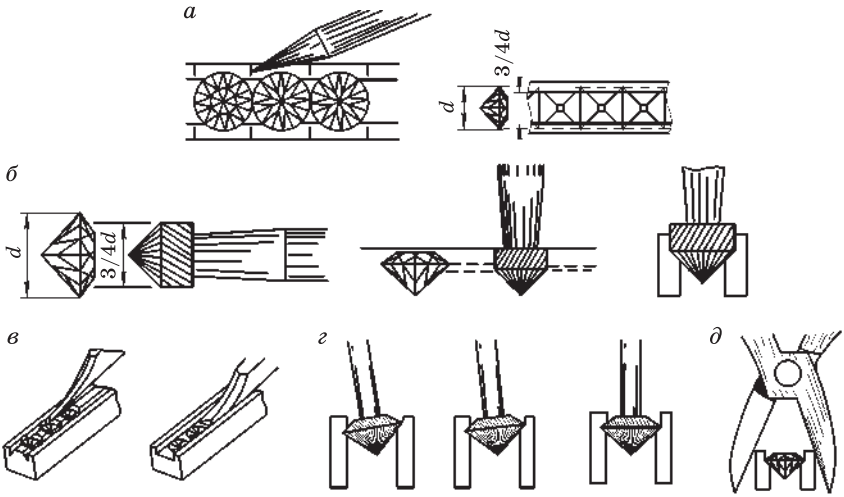


Рис. 11.23. Технологические переходы операции закрепки камней пазовым способом:
а — разметка посадочных мест под круглые и квадратные камни; *б* — фрезерование посадочного места; *в* — подрезка пазов штихелем; *г* — фрезерование углубления под вставки; *д* — закрепка вставок обжимом

стие в посадочном пояске обрабатывается фрезой диаметром, составляющим 3/4 диаметра бриллианта.

Затем осуществляют выборку паза, который может быть открытым, когда под бриллиантами остается свободное пространство, и закрытым — с опорным пояском на уровне павильона. Способ обработки посадочных мест в пазе зависит от формы бриллиантов и типа паза. Посадочные места для круглых бриллиантов обрабатывают фрезами, а выборку посадочных мест под квадратные и прямоугольные камни осуществляют другими инструментами: флахштихелем, квадратным надфилем или цилиндрической фрезой. Выбор инструмента определяется формой паза. В полученные пазы устанавливают бриллианты и затем проверяют точность их размещения.

Закрепка завершается обжатием вставок плоскогубцами или чеканами и финишной обработкой изделия (опиливанием, шлифовкой и полировкой) для придания ему эстетичного вида.

Обобщая изложенные ранее способы закрепки, можно представить *типовой технологический процесс закрепки*.

005 Перемещение.

1. Получить изделия в соответствии с нарядом.

2. Получить вставки по массе и количеству.

010 Контроль внешнего вида.

Проверить изделия на соответствие документации.

015 Закрепка.

1. Закрепить изделие в тисках.

2. Осмотреть вставки.

3. Разложить вставки по размерам в порядке закрепки их в изделие.

4. Формировать посадочное место под вставку сверлом, бором с диаметром, равным диаметру вставки, или шпицштихелем и флахштихелем.

5. Установить вставку в посадочном месте. Убедиться, что она плотно сидит в отверстии.

6. Закрепить вставку.

А. Для корнеровой закрепки приподнять боллштихелем штрих металла, продвинуть его на вставку и сформировать корнер в виде полусферы.

Б. Для крапановой закрепки или закрепки в глухой каст прижать крапаны или стенку каста обжимкой или давчиком.

В. Для клеевой закрепки произвести обезжиривание этиловым спиртом вставки и изделия, нанести тонкий слой клея марки «Суперклей» на склеиваемые поверхности и плотно прижать на 60 с.

7. Срезать глянцевую фаску «фаден» по всему верху изделия флахштихелем.

8. Зачистить следы инструмента щеткой крацовочной волосяной и металлической, полировальным диском.

9. Нанести гризантный рисунок накаткой.

10. Снять изделие, очистить от опилок зубной щеткой.

11. Протереть место крепления вставки этиловым спиртом.

020 Очистка ультразвуковая.

025 Контрольная.

Проверить качество крепления вставок. Контроль внешнего вида изделия.

030 Перемещение.

Сдать изделия на склад.

035 Сбор технологических отходов.

1. Очистить инструменты от пыли, опилок, стружки.

2. Промагнитить отходы.

3. Завернуть отходы в конденсаторную бумагу.

4. Положить отходы в гофту.

Наряду с традиционными методами закрепки камней, рассмотренными ранее, существуют и другие. В частности, возможен упро-

щенный способ закрепки в ювелирных и галантерейных изделиях, который применяется для закрепки камня с контурной канавкой по периметру (патент РФ № 2035889, 1984 г.). На камень размещают предварительно изготовленный захват длиной, превышающей линейный размер контура камня. Камень в оправе фиксируется С-образной стяжной скобой, которая охватывает концы длинномерного захвата, образуя петлю для подвеса.

Другой способ (патент РФ № 893567) заключается в том, что вставки маленьких размеров закрепляют в предварительно установленной в металле изделия втулке (рис. 11.24).



Рис. 11.24. Закрепка камня при помощи вставной втулки

Нижний торец втулки развальцовывают в отверстии изделия, а в верхнюю часть устанавливают вставку. После этого выступающую над камнем верхнюю часть втулки обжимают по всему периметру вставки.

При проведении закрепочных операций на металле и вставках могут возникать различные виды *дефектов*. Они образуются, как правило, по субъективным причинам: несоблюдение технологического режима при плавке, штамповке и пайке; неаккуратность закрепщика. Характерными дефектами являются перекос вставок из-за некачественной юстировки гнезда и неравномерного обжатия; поломка крапанов, вызванная дефектами литья или пережогом при пайке; шатание вставок в касте в результате неплотного обжатия вставки или несоответствия каста размеру вставок и т.д.

12 ДЕКОРАТИВНО-ОТДЕЛОЧНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Декоративно-отделочная обработка имеет как декоративное назначение, так и в ряде случаев функциональное (защита поверхности от окисления).

Различают два технологических метода декоративной отделки и художественной обработки ювелирных изделий:

1) давлением;

2) резанием.

12.1. Декоративная отделка и художественная обработка давлением

Декоративная отделка и художественная обработка давлением является наиболее производительным методом. Обработка давлением может быть осуществлена вручную или на технологическом оборудовании с использованием технологической оснастки. Ручные методы отделки применяют при изготовлении изделий в малых количествах. Механизированную обработку осуществляют при больших объемах производства на различных видах технологического оборудования: прессах, прокатных вальцах, волочильных станах и пр. На них выполняют такие технологические операции, как вальцовка художественных изделий, скручивание, листовая штамповка, волочение профилей и фасонных изделий, прокатка фасонных профилей и раскатка форм, холодное выдавливание фасонных поверхностей, художественная ковка и штамповка и др.

***Рифление* (*гризант*)** проводится с помощью накатника (мелиграфа) — инструмента-ролика с характерным фактурным рельефом на цилиндрическом пояске. Вдавливанием накатников достигается копирование рельефного узора накатника на поверхности материала. На миниатюрных ювелирных поверхностях накатка осуществля-

ется вручную и используется, например, при создании рельефных гребешков по периметру изделия или на операциях фаден-гризантной закрепки вставок. На цилиндрических поверхностях накатка выполняется на токарных станках, где накатник устанавливается в специальную державку вместо резца. При вращении детали и продольной (или поперечной) подаче накатника на поверхности изделия образуется рельефный узор.

Чеканка — метод холодного пластического деформирования листового металла, применяемый для получения рельефного декоративного изображения на поверхности изделия. Чеканку осуществляют на пластичных листовых материалах толщиной 0,4...1,0 мм из золота, серебра, меди, томпака, мельхиора и алюминия. Чеканка пластичного алюминия допускает использование листов толщиной до 3 мм. Для изготовления крупных рельефов может быть использована и малоуглеродистая сталь. Отожженная и протравленная сталь, применяемая при чеканке, называется *декопиром*.

Для повышения пластичности все металлические пластины перед чеканкой отжигают согласно приведенным рекомендациям (см. 1.7). При обжиге в муфельных печах уровень необходимой температуры для отжига устанавливается регулятором в зависимости от вида материала. В противном случае необходимый уровень нагрева определяют визуально по состоянию материала. При обжиге меди, латуни и стали нагрев производят до появления темно-красного цвета. При отжиге алюминия требуемый уровень температуры оценивают косвенно, прочертив на пластине линию мылом. Начало чернения этой линии свидетельствует о необходимости прекращения отжига. После отжига на пластине образуется окалина, которую удаляют отбеливанием в водном растворе кислоты или щелочи. Медь, латунь и сталь обрабатывают в 10%-ном растворе серной кислоты, а алюминий кипятят в водном растворе щелочи NaOH (1 чайная ложка питьевой соды на 1 стакан воды) до тех пор, пока поверхность не станет матово-белой.

Чеканку традиционно применяют для отделки ковшей, кубков, церковной утвари (окладов книг, икон, евхаристических сосудов), накладок на прикладах оружия, декоративных изделий, скульптуры и т.д. В условиях единичного и мелкосерийного производства чеканка осуществляется вручную с помощью чеканов и молотков.

Чеканы представляют собой инструменты в виде стержней с разнообразным рабочим профилем (боем) на рабочем торце. Используются следующие виды чеканов (рис. 12.1):

- канфарники — чеканы, предназначенные для мелких работ, в основном для перевода рисунка с бумаги на металл, а также для образования фона точками; их рабочая поверхность может быть острой или тупой;
- расходники — обводные чеканы, которые применяют для воспроизведения контура рисунка; рабочая часть может быть острой или полукруглой с разным радиусом закругления;
- лощатники — чеканы, используемые для выравнивания участков;
- пурошники — чеканы с круглой и сферической головкой для выколотки полукруглых форм;
- бобошники — чеканы, похожие на пурошники, но с продолговатым овальным и бобовидным рабочим торцом для образования углублений;
- трубочки — чеканы с вогнутой полусферической формой торца, различных диаметров и глубины; образуют на заготовке выпуклый сферический отпечаток;
- рисунчатые — чеканы, подобные лощатникам, предназначенные для получения рисуночных отпечатков с целью создания фактур и фонов;
- сечка — остро заточенные чеканы, типа зубил для просекания фона или срубания излишков металла;
- фигурные (пуансоны) — чеканы с фрагментами рисунка, например в виде букв, цифр и т.д.; применяются для нанесения фраг-

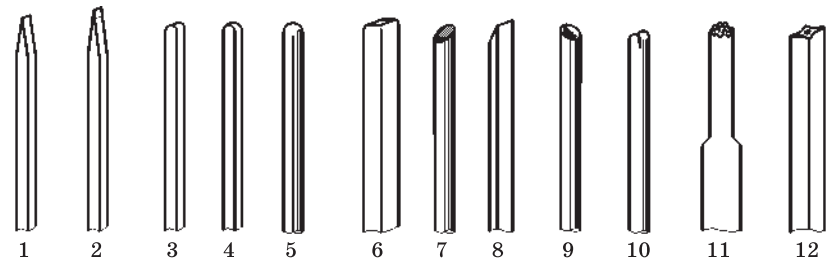


Рис. 12.1. Разновидности чеканов:
1, *2* — расходники; *3–5* — пурошники и бобошники; *6–7* — лощатники; *8* — сечка; *9–12*— фигурные

ментов, метрически повторяющихся элементов орнамента, для чеканки надписей, рисунков;

- специальные — используются для чеканки сосудов, окладов икон и пр.

Для выколотки участков изнутри полости детали применяются различные по конфигурации длинные и изогнутые чеканы («крюки», «трещотки») с различными формами рабочих концов.

Молотки для чеканки имеют специальную форму. С одной стороны они выполнены с плоским торцом, а с другой — со сферическим для выколотки углублений. Они имеют иную, чем у традиционных молотков, форму рукояток. Рукоятка выполнена слегка плоской, изогнутой, с утолщением на конце. При длительной работе с таким молотком руки не устают.

Чеканы и молотки изготавливаются из углеродистой инструментальной стали марок У7, У8 и У10. По конструктивным размерам они делятся на чеканы для мелких ювелирных работ (сечением до 3...4 мм), средних (6...8 мм) и крупных (15...20 мм).

Для выполнения чеканки могут понадобиться тиски для зажима, а также другие слесарные инструменты и приспособления. Чеканку проводят на подкладочной основе, в качестве которой используются пластичные материалы: мешки, наполненные песком; толстая листовая резина; листовой свинец; стальные чугунные плиты.

В качестве вспомогательных материалов для чеканки служат натуральные или искусственные смолы с 5...10 % наполнителя (воск и канифоль). Они предназначены для варки и наложения смолы, отжига заготовки, очистки.

Последовательность выполнения чеканки (рис. 12.2):

1) перевод рисунка на металл кернением точек канфарником;

2) углубление контуров расходником;

3) опускание фона лощатником;

4) выколотка рельефа с обратной стороны после переклейки на обратную сторону бобошником и пурошником;

5) проработка деталей снова с лицевой стороны различными чеканами;

6) канфарение (зернение) или отделка фона точками.

Последним этапом чеканки является шлифование и полирование рельефа. С помощью этих операций достигается металлический

блеск на изделиях для придания объемности. Шлифование может проводиться вручную или на станках с применением шлифовальных шкурок, эластичных шлифовальных кругов, а полирование — войлочными или текстильными кругами.

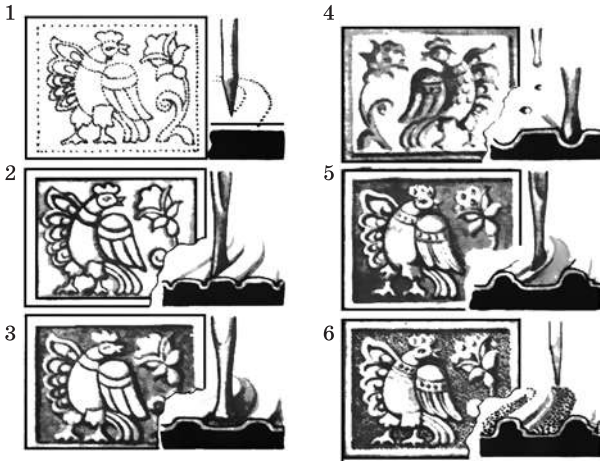


Рис. 12.2. Последовательность выполнения чеканки

Басма (в переводе с тюркского означает «тиснение») — разновидность тиснения в декоративно-прикладном искусстве, которая заключается в копировании пластическим деформированием тонкого листа (фольги) по рельефу на бронзовой матрице (рис. 12.3). Такой метод декоративной отделки представляет собой, по сути, операцию тиснения металла: он известен еще с 1-го тысячелетия н.э.. Его используют для тиражирования рельефных рисунков при изготовлении накладок, височных украшений, окладов икон и пр.

Тиснение выполняется в следующем порядке. Для повышения пластичности перед деформированием металлические заготовки предварительно подвергают отжигу. После отжига заготовки из листов меди и латуни, скрученные предварительно в рулоны, резко охлаждают в воде, чтобы воспрепятствовать образованию окалины. На матрицу укладывают деформируемый лист, на него — свинцовую пластину, по которой бьют молотком так, чтобы на листе в результате деформации копировалась форма матрицы.

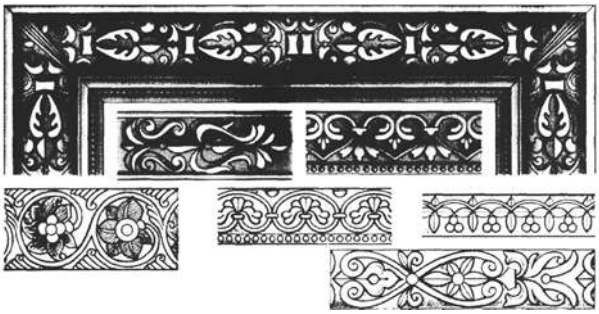


Рис. 12.3. Басма

Прокатка заключается в вальцевании двух листов металла, между которыми располагают деформированную проволоку, фактрированную ткань, сушеный лист растения и т.д. В результате пластической деформации на листе отпечатывается соответствующий декоративный рисунок.

12.2. Декоративная отделка и художественная обработка резанием

Декоративная отделка и художественная обработка резанием лезвийными и абразивными инструментами является наиболее распространенным методом отделки поверхностей. Она выполняется удалением стружки с поверхности металла следующими способами.

Гравирование узоров и орнаментов на поверхности применяют для получения сложных фасонных рисунков вручную штихелями или на специальных станках и приспособлениях.

Матирование поверхности относится к абразивным методам обработки и заключается в придании поверхности особого декоративного эффекта матовости. Матирование осуществляется на специальных пескоструйных установках воздействием на поверхность струей воздуха с песком.

Шлифование и ***полирование*** поверхностей также относятся к абразивным методам обработки связанным и свободным абразивом. Эти операции применяют как способ достижения матовости или блеска на поверхности материала.

Крацевание — вид механической обработки материала вращающимся инструментом — крацовкой, выполненной в виде круглой вращающейся щетки из проволоки, закрепляемой с помощью насадки в бормашинке. Для крацевания применяют жесткую нейзильберовую или латунную проволоку диаметром от 0,15 до 0,4 мм. При вращении крацовки со скоростью не менее 3000 об/мин концы проволоки на щетке наносят многочисленные мелкие царапаны на обрабатываемой поверхности. В результате обработки крацовкой на поверхности образуется легкая матовость со следами однонаправленных рисок.

Насечка (таушировaние) — способ декорирования недрагоценных, твердых металлов драгоценными и мягкими цветными металлами. Насечка представляет собой инкрустацию фонового металла набивкой узорами из цветного или драгоценного металла. Ее применяют в основном для отделки холодного и огнестрельного оружия (рукоятей ножей, сабель, прикладов и пр.). В качестве фона для таушированияиспользуют черненую сталь, медь, серебро, а набиваемым металлом является мягкий металл — золото или серебро. Сущность насечки заключается в запрессовке проволоки или полосы металла с рельефным рисунком в подготовленное углубление в металле.

Все виды таушированияможно разделить на две группы:

- инкрустация (врезное тауширование);
- набивное (поверхностное) тауширование.

Среди этих видов наиболее распространенным является *инкрустация*, т.е. тауширование с укладкой золотой или серебряной проволоки.

Процесс таушированиясостоит из следующих операций:

1) нанесение рисунка на металлическую поверхность;

2) обработка узорчатого углубления по полученному рисунку;

3) укладка декоративного металла в полученное углубление;

4) закрепление декоративного металла обжатием по боковым сторонам.

Узорчатое углубление получают различными способами: травлением, обработкой резанием, вырубкой зубилом, обработкой чеканом. Наименее трудоемким среди них является травление.

При обработке резанием углубление для инкрустации может быть получено фрезерованием или гравированием. Фрезерование осуществляется фрезой соответствующего профиля на пантографе, копировально-фрезерном станке или станке с ЧПУ. Вручную рисунок получают с помощью ручной бормашинки, штихеля или зубила.

В образовавшемся углублении вручную проводят поднутрение боковых сторон штихелями (рис. 12.4, *а*). Поднутрение выполняется подрезкой сначала с одной стороны канавки, потом — с другой стороны. После этого подчищается дно канавки на глубину 1,0...1,5 мм. В полученное углубление укладывают проволоку, выполняют подчеканку, а потом набивку, деформируя ее в канавке.

Обработку зубилом (рис. 12.4, *б*) применяют для получения более широких углублений с целью укладки проволоки или полос листового декоративного металла. В образовавшемся проеме удаляют оставшуюся часть металла.

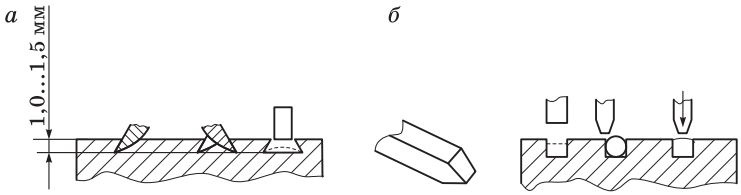


Рис. 12.4. Обработка углубления:
а — штихелем; *б* — зубилом

Набивное (*поверхностное*) *тауширование* заключается в закреплении фигурного листа в углублении основного металла. Для лучшего скрепления листа с основанием углубления его предварительно обрабатывают для придания шероховатости или для образования насечек (штихов), как у напильников, которые позволяют сцепить лист с основанием. Вырезанный и подготовленный декоративный лист металла вставляется в углубление выпуклостью вверх и вбивается плоским чеканом.

12.3. Другие способы декоративной обработки

К числу своеобразных методов получения эффектного цветного декоративного рисунка на металлических материалах относится технология ***макуме-гане***. В переводе с японского языка это означает «текстура древесины на металле» («макуме» — текстура древесины, «гане» — металл) [33]. Данная технология позволяет получить разнообразные декоративные цветные и черно-белые рисунки в виде полос, пятен (см. рис. 12.5 на цветной вклейке между с. 192 и 193).

Технология макуме-гане была разработана и использовалась в Японии еще в Средние века. Забытый метод вновь возродился в конце XIX в. на новых принципах технологии изготовления. Обновленная технология макуме-гане осуществляется на современных видах оборудования: прокатных вальцах, электрических печах, металлорежущих станках, прессах и пр.

В основе технологии макуме-гане лежит диффузионная сварка в твердой фазе многослойно упакованных в брикет разнородных металлов. Металлы укладываются в брикет с определенной последовательностью так, чтобы слои металлов с низкой температурой плавления размещались между слоями металлов с более высокой температурой плавления. Брикет может состоять, например, из меди, серебра, шакудо (сплав на медной основе с содержанием до 15 % золота), золота и прочих металлов. Полученный брикет сдавливается, подвергается термической обработке, после чего проколачивается деревянным молотком.

Во время нагрева в слоях металла образуется эвтектический сплав меди с серебром, золотом и другими металлами, который плавится и связывает металлы между собой. В тех случаях, когда соединяемые металлы не образуют эвтектики, между ними укладывают третий промежуточный слой, который может образовать эвтектику с каждым из этих металлов.

В получаемом декоративном металле медь является основной составляющей. Она хорошо патинируется, деформируется, обрабатывается. Кроме меди, используют сплавы шакудо (которые также хорошо патинируются), латунь, нейзильбер, кобальт.

Полученный после соединения диффузионной сваркой брикет подвергают прокатке, после чего в нем вырезают канавки нужной формы или отверстия на глубину не менее трех слоев и затем проковывают. Эту процедуру сопровождают термической обработкой для смягчения металла. Заготовку из многослойного металла подвергают деформации не менее четырех раз. После окончательной выколотки и обработки поверхностных слоев металлу придают цвет химической обработки по методике японской патины Рокушо. Полученные таким способом декоративно оформленные металлы используются для оформления украшений, холодного оружия, сувениров. Особый эффект достигается с увеличением числа слоев, которое может доходить до 100 и более.

13 ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ МЕТАЛЛОВ

Ювелирные изделия относятся к группе художественных изделий с высокими эстетическими свойствами. Для этой цели в украшениях, во-первых, применяют самоцветные камни и другие декоративные материалы, а во-вторых — эстетические свойства достигаются декоративной отделкой металлов технологическими приемами.

Декоративно-защитные покрытия служат для придания изделиям декоративных свойств, а также для защиты от атмосферного воздействия изделий из серебра, медных сплавов, которые темнеют, покрываясь пленкой окислов.

13.1. Методы нанесения декоративных покрытий. Подготовка поверхности под покрытие

По виду покрытий все методы декоративно-защитного покрытия можно разделить на следующие виды:

1) нанесение лакокрасочных покрытий;

2) создание оксидных пленок (оксидирование, синение, воронение и т.п.);

3) нанесение металлических покрытий;

4) нанесение эмалей и черни.

В качестве ***лакокрасочных покрытий*** используются краски, а также бесцветные лаки (лакирование), воск (пассивирование), ингибиторы.

Лакирование — это покрытие изделия длительного хранения (сувениров, антиквариата и пр.) слоем бесцветного лака. *Пассивирование* воском заключается в нанесении тонкого слоя воска на поверхность изделия из серебра, чтобы защитить его от воздействия воздуха. В последние годы для защиты галантерейных изделий из медных сплавов, серебра и низкопробного золота стали применять также

различные *ингибиторы* (от лат. inhibeo — задерживать), т.е. вещества, замедляющие или предотвращающие течение химических реакций и воздействие окружающей среды.

Создание оксидных пленок и, в частности, ***оксидирование*** заключается в образовании тонкой химически стойкой к потускнению защитной пленки. Оксидированию подвергают изделия как из драгоценных, так и из недрагоценных металлов. Оксидирование осуществляется химическим и электрохимическим методом. По цвету защитной пленки оксидирование может быть цветным и бесцветным (*пассивирование*).

Воронение стали (оксидирование, синение, чернение) — процесс получения на стали слоя оксида Fe_3O_4 толщиной 1...10 мкм. Его применяют для защиты металла от коррозии и в качестве декоративного покрытия. От толщины слоя покрытия зависит цвет, называемый цветом побежалости. Цвет покрытия сменяет друг друга по мере роста толщины пленки (желтый, бурый, фиолетовый, синий, серый). Воронение может быть щелочным, кислотным, термическим. Щелочное воронение осуществляют в щелочных растворах с окислителями при температуре 135...150 °С, кислотное — в кислых растворах химическим или электрохимическим способом. Термическое воронение заключается в окислении стали при высоких температурах в расплавленных солях при 400...800 °С, в воздушной среде при 310...450 °С с предварительным нанесением на поверхность тонкого слоя масляного лака и т.д.

Нанесение металлических покрытий занимает среди перечисленных методов покрытия ведущую роль.

В зависимости от функционального назначения металлические покрытия можно разделить:

- на защитные (коррозионно-стойкие, теплозащитные, износостойкие и пр.);
- конструктивного назначения;
- технологического назначения (для пайки, сварки и пр.);
- декоративные.

В основе методов нанесения покрытий лежат физико-химические процессы. Существующие в настоящее время методы нанесения покрытий можно сгруппировать по видам (рис. 13.1).

Плакирование. Покрытие при плакировании образуется в результате пластического деформирования материала изделия и на-



Рис. 13.1. Методы нанесения покрытий

носимого на изделие слоя материала с высокой пластичностью (рис. 13.2, *а*). Данный метод применяют при производстве полуфабрикатов (листов, лент, прутков и др.).

Погружение в расплавленные среды. Сущность метода заключается в погружении изделия в металлические и солевые расплавы (рис. 13.2, *б*). В качестве покрытий используют, как правило, легкоплавкие металлы. При погружении изделия в солевые расплавы покрытия получают в результате обменных реакций между расплавом и поверхностью изделия:

$$CrCl_2 + Fe = FeCl_2 + Cr.$$

Данный метод применяется также и при нанесении эмалевых покрытий.

Наплавка заключается в нанесении на поверхность изделия расплавленного присадочного металла методами сварки плавлением (рис. 13.2, *в*, *г*). Наплавка широко применяется в машиностроении для восстановления изношенных деталей, а также для придания поверхностям износостойкости, прочности и других свойств.

Дуговая наплавка заключается в использовании тепла электрической дуги, которая возникает между изделием и плавящимся электродом. Газопламенная наплавка осуществляется плавлением металла в струе горящего газа.

Метод *нанесения порошковых покрытий* заключается в образовании слоя металла из порошка, который упрочняется высокотемпературным спеканием, сплавлением, электроконтактным привариванием и др.

Метод *высокотемпературного спекания* имеет ограниченное применение в связи с тем, что температура плавления материала изделия должна быть существенно выше температуры спекания наносимого материала (рис. 13.2, *д*). Сущность этого метода заключается в соединении порошкообразных металлов в плотное покрытие при высоких температурах (не достигающих температуры плавления).

При покрытии поверхности изделия путем *оплавления порошков* температура плавления порошков должна быть значительно ниже температуры плавления материала изделия.

Покрытие при *газотермическом напылении* образуется из направленного потока дисперсных частиц размером 10...200 мкм, наносимых на поверхность изделия (рис. 13.2, *ж*). Поток частиц образуется при расплавлении порошков или проволоки.

Различают следующие методы напыления: плазменное, газопламенное, дуговая металлизация и высокочастотная металлизация.

Вакуумное конденсационное напыление (*осаждение*) осуществляется потоком частиц, находящихся в атомарном, молекулярном или ионизированном состоянии (рис. 13.2, *з*). Поток частиц образуется при термическом испарении материала, ионном распылении или взрывном испарении (распылении).

Ионно-плазменное напыление основано на ионизации потока напыляемых частиц, а способ вакуумного конденсационного напыления реализуется при введении в поток реактивного газа. Достоинством метода является высокое качество покрытий и возможность получения покрытия толщиной от десятков нанометров до сотен микрометров.

Газофазное осаждение осуществляется нанесением покрытий из газовой фазы посредством диссоциации соединений при их нагреве и осаждении одного или нескольких элементов на поверхность изделия (рис. 13.2, *и*). В результате разложения термически неустойчивых галоидных, карбонильных, металлоорганических и прочих соединений на изделии образуется металлическое покрытие.

Принцип осаждения можно представить следующим образом:

$$\text{МеГл} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Me} + \text{H}_2\text{Гл},$$
$$\text{Me(CO)}_n \rightarrow \text{Me} + n\text{CO},$$

где МеГл — галоидное соединение металла.

Электролитическое (*гальваническое*) *осаждение* осуществляется в ваннах с электролитом из положительно заряженных ионов металла (рис. 13.2, *к*). В качестве электролита обычно используют соли осаждаемого металла. Катодом является изделие, а анодом — пластины из осаждаемого металла. На изделие может быть нанесено покрытие как из чистого металла (никеля, хрома, золота, серебра и т.д.), так и из сплавов.

К разновидности электролитического осаждения можно отнести процесс получения композиционных электролитических покрытий (КЭП) из электролитов (суспензий). Покрытие формируется из высокодисперсных неорганических или органических порошковых частиц размером 0,1...10,0 мкм и катионов металла.

Электрофоретическое покрытие (катофорез) формируется на изделии (катоде) за счет направленного движения коллоидных частиц или макроионов под действием внешнего электрического поля. Катофорез нашел применение в ювелирном производстве при нанесении защитного покрытия на изделия из сплавов серебра.

Еще одной разновидностью электролитического осаждения, при которой анодом в электролите служит изделие, является оксидирование. Существуют различные виды оксидирования: анодирование, хроматная пассивация и пр. Наибольшее распространение нашло анодирование на изделиях из алюминия.

Химическое осаждение является процессом металлизации в растворах. Металлическое покрытие образуется восстановлением металла в результате реакции восстановления.

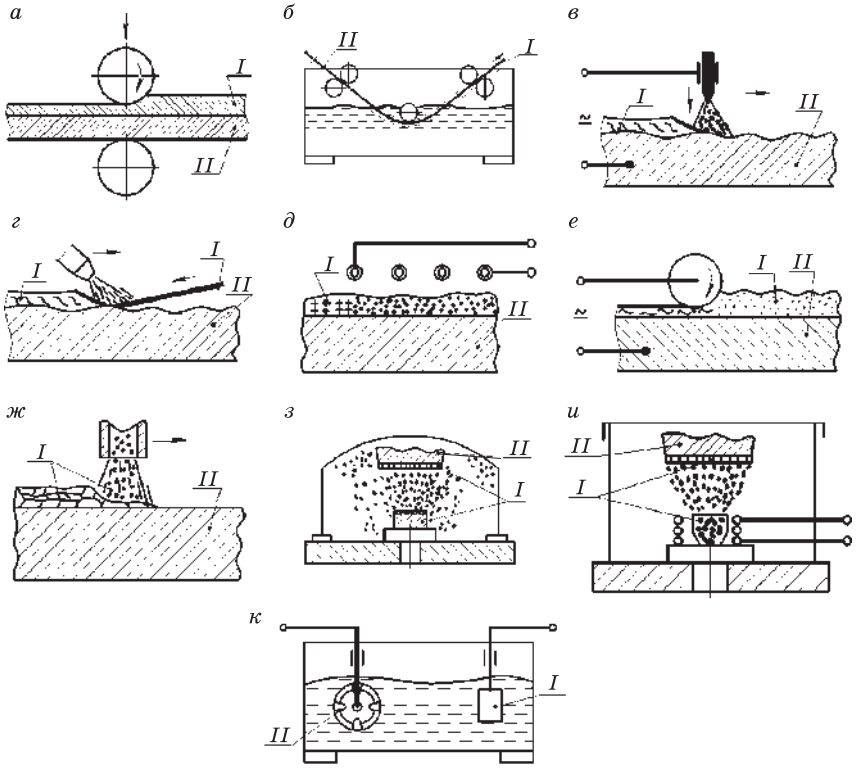


Рис. 13.2. Схемы нанесения неорганических покрытий (*I* — материал покрытия; *II* — изделие):
а — плакирование; *б* — погружение в расплавленную среду; *в* — дуговая наплавка; *г* — газопламенная наплавка; *д* — высокотемпературное спекание; *е* — электроконтактное приваривание; *ж* — газотермическое напыление; *з* — вакуумное конденсационное напыление; *и* — газофазное осаждение; *к* — электролитическое осаждение

Металлопокрытия получают:

1) погружением металла в расплавленный металл покрытия;

2) напылением;

3) химическим способом (в результате взаимодействия химических реактивов с поверхностью металла);

4) электрохимическим (гальваническим) способом (в результате электролиза).

Эмалирование и *чернение* осуществляется при термическом воздействии на металл. Эмаль — это стекловидное покрытие, чернь — это сульфидные соединения серебра и свинца черного цвета. Эмалирование и чернение более подробно рассматриваются в 13.6, 13.7.

Нанесению покрытий на изделие предшествует ***предварительная подготовка поверхности***. Это связано с тем, что образовавшийся масляный и оксидный слой препятствует диффузии и тем самым снижает качество покрытия на поверхности изделия.

Подготовка поверхности под покрытие может осуществляться механическим, химическим, ультразвуковым или электрохимическим способом.

Механический способ заключается в удалении поверхостного слоя металла обработкой резанием лезвийными или абразивными инструментами.

Химический способ обработки поверхности является наименее трудоемким. Он заключается в обезжиривании поверхности изделий растворами, т.е. в удалении масляного слоя, образовавшегося на предшествующих операциях. Обезжиривание проводят в щелочных растворах, в состав которых входят едкая щелочь, фосфаты, силикаты, кальцинированная сода. Минеральные жиры в щелочном растворе не разрушаются, но образуют под его воздействием водные эмульсии, что облегчает их дальнейшее удаление с поверхности металла. Сила сцепления жиров с поверхностью металла довольна большая. Поэтому в щелочные обезжиривающие растворы добавляют специальные добавки-эмульгаторы (жидкое стекло, стеарин, смачивающие поверхностно-активные добавки), которые понижают поверхностное натяжение на границе двух фаз. Одним из важных условий, гарантирующих полное удаление с поверхности изделий омыляемых и неомыляемых жиров, является повышение температуры щелочных растворов. Мыла, получающиеся в результате обезжиривания, растворяются в горячих щелочах значительно лучше, чем в холодных. Рекомендуемая температура щелочных растворов составляет 60...90 °С.

Интенсификация процесса обезжиривания достигается *ультразвуковой* очисткой изделий в ультразвуковых моющих установках, в которых возбуждаются колебания частот в диапазоне от 18 кГц и более. Механизм действия ультразвуковой очистки основан на явлении кавитации — образования в жидкости микроскопических

заполненных газом пузырьков, которые, быстро захлопываясь, создают очень высокие местные давления. Возникающие при этом гидравлические удары настолько сильны, что они срывают с поверхности металла прочно приставшие пленки жира и механические загрязнения. Кавитационные пузырьки способны проникать в узкие щели, поры, очистка которых другими методами не дает хороших результатов. Ультразвуковая очистка особенно эффективна при очистке изделий из твердых материалов, трудно подвергающихся механической очистке. Очистка ведется в основном за счет колебаний среды. В качестве жидкостей при ультразвуковой мойке могут использоваться щелочные растворы с пониженной концентрацией компонентов или готовые порошки для работы в ультразвуковой ванне.

Ультразвуковая очистка ювелирных изделий широко используется после операций штамповки (для удаления остатков машинного масла), шлифования, полирования, глянцевания (для очистки от шлифовально-полировальных паст), а также литья (для удаления остаточного слоя формовочной смеси). Процесс ультразвукового обезжиривания включает следующие операции: приготовление щелочного раствора, загрузка изделий в ванну, предварительная очистка, промывка в воде, окончательная очистка, окончательная промывка в воде и сушка на воздухе.

Процесс *электрохимического* обезжиривания отличается высокой производительностью и высоким качеством очистки. Его проводят после полировки, предварительной химической или механической очистки и после монтажа изделий на подвески для удаления остатков жировых загрязнений перед декапированием или покрытием.

Электрохимическое (электролитическое) обезжиривание применяют для обработки металлических изделий, так как в основе этого способа лежит принцип действия электролиза. В качестве электролита используют растворы различного состава. Наиболее распространенные составы электролитов и режимы химического и электрохимического обезжиривания благородных металлов приведены в табл. 13.1, 13.2.

Изделия служат одним из электродов — катодом или анодом. В первом случае на поверхности обезжириваемых деталей бурно выделяются пузырьки водорода, во втором — кислорода. В течение первых секунд они разрывают и удаляют пленку жировых загряз-

нений. Щелочной раствор выполняет вспомогательную роль, образуя эмульсию с частицами масла. В отличие от химического обезжиривания в крепких растворах щелочей скорость электрообезжиривания почти не зависит от температуры и концентрации электролита и определяется плотностью тока. Вторым электродом служат пластины из никелированной или нержавеющей стали. Переключение на анод позволяет выполнить дополнительную очистку кислородом и частичное устранение вредного воздействия водорода. При этом нельзя допускать длительной передержки процесса, так как это приводит к насыщению изделий водородом и потемнению поверхности. Обезжиривание деталей из меди и ее сплавов, а также из драгоценных сплавов рекомендуется проводить на катоде, так как на аноде они оксидируются и чернеют. В процессе эксплуатации электролитических установок рекомендуется регулярно удалять пену жиров и масел с поверхности электролита и заменять загрязненный раствор новым.

Таблица 13.1

Состав электролитов для обезжиривания благородных металлов, %

Состав раствора, г/л	Химическое обезжиривание			Электрохимическое обезжиривание		
	Золочение	Серебрение	Родирование	Золочение	Серебрение	Родирование
NaOH (KOH)	10...20	20...30	20	20...40	15...30	5...10
Na_2CO_3	—	20...30	25	20...30	20...30	30...50
$Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$	—	50...60	80	50...60	50...60	30...50
Na_2SiO_2	—	5...10	1...50	5...10	5...10	1...5

Таблица 13.2

Режимы обезжиривания благородных металлов

Режим	Химическое обезжиривание			Электрохимическое обезжиривание		
	Золочение	Серебрение	Родирование	Золочение	Серебрение	Родирование
Температура, °С	100	100	15...20	70...90	70...80	70...80
Время, мин	2...4	20...30	2...3	2...15	1...15	3...5
Плотность тока, А/дм^2	—	—	—	3...10	1,5...2,0	3...10

После обезжиривания изделия промывают сначала в горячей воде (50...70 °С), а затем в холодной (из драгоценных металлов — в дистиллированной).

13.2. Химические методы декоративно-отделочной обработки металлов

В основе химических методов обработки декоративных покрытий лежит протекание химических обменных реакций, при которых происходит либо растворение поверхностного слоя металла, либо осаждение вещества из среды. Эти процессы обусловили практическое применение химических методов:

- химическое травление;
- осаждение покрытия на поверхность заготовки (серебрение, золочение и пр.);
- оксидирование металлов;
- патинирование и декоративная отделка недрагоценных металлов.

Химическое травление

Химическое травление является одим из самых распространенных методов обработки металлов и получения декоративных элементов благодаря простоте, возможности проникновения химических реактивов в труднодоступные места, отсутствию пыли, шума и пр. Химическое травление обладает в то же время рядом недостатков: потеря металла, наличие вредных паров кислот.

Химическая глубинная обработка применяется для удаления части металла с целью получения рельефа поверхности. Она может быть использована и для получения сквозных отверстий в заготовках, глубинных декоративных орнаментов в виде узких прорезей при отделке оружия, церковной утвари и прочих художественных изделий из металлов. Декоративные рисунки и орнаменты применяют также перед чернением и эмалированием, нанесением металлических покрытий гальваническим осаждением.

Получение декоративных рисунков на изделиях представляет определенную сложность. Одним из возможных способов получения

подобных рельефных углублений является химическое воздействие на металл *травлением по прорисованному рисунку*. Он не требует применения специального оборудования и позволяет получить сложные рисунки по трафарету (рис. 13.3). Для этой цели на металл при травлении наносится защитный лаковый слой, которым может служить черный битумный лак с добавкой воска и канифоли. На нем прорисовывают орнамент, а затем прорезают и очищают иглой или шабером рисунок по контуру. Изделие погружают в ванночку с раствором кислоты, травят до достижения требуемой глубины канавок, вынимают из ванны, промывают водой и сушат. Химический состав кислоты зависит от вида обрабатываемого материала. Так, травление стали осуществляется раствором концентрированной азотной кислоты HNO_3, разбавленной в 850 мл воды; серебра — смесью концентрированной азотной и соляной кислот; серебра и латуни — концентрированной азотной кислотой, разбавленной в 700 мл воды; алюминия — в растворе хлористого железа $FeCl_3$ (200 г соли и 800 мл воды).



Рис. 13.3. Схема травления

При погружении заготовки в ванну с раствором происходит растворение незащищенных участков материала. Длительность воздействия определяет глубину обработки. Скорость травления может изменяться в пределах 0,6...1,0 мм/ч и зависит от ряда факторов. Шероховатость поверхности после обработки составляет Ra 5...10 мкм.

Метод *трафаретной печати* заключается в получении рисунка на плоской поверхности. Для этого участки поверхности, где должен быть рисунок, покрывают защитной кислотостойкой маской, а незащищенные участки вытравливают и заполняют отделочным декоративным материалом (патент DE 3802872 A1).

Травление *алюминия* имеет некоторые особенности. Оно осуществляется в растворах щелочей, которые удаляют сначала оксидную пленку, а затем основной металл:

$$Al_2O_3 + 2NaOH + 3H_2O = 2Na[Al(OH)_4];$$

$$2Al + 6H_2O = 2Al(OH)_3 + 3H_2;$$

$$Al(OH)_3 + NaOH = Na[Al(OH)_4].$$

Один из способов нанесения декоративных орнаментов заключается в химическом травлении металлов и нанесении в полученные углубления металла другого цвета гальваническим осаждением (патент RU 2194427, 2001 г.). Перед травлением металл полируют и покрывают тонким слоем химически стойкого материала, по которому иглой процарапывают рисунок. Поверхность изделия предварительно подвергают травлению по нанесенному рисунку орнамента для получения канавок требуемой глубины, а затем промывают в воде. Декоративный рисунок другого цвета в углубленных участках получают гальваническим способом, т.е. наращиванием отделочного металла (золота, серебра, меди) до уровня основной плоскости изделия. В результате получается изделие с декоративным рисунком металла другого цвета. После гальванической обработки защитный слой химически стойкого покрытия с изделия смывается. Такой способ позволяет получить изделие, инкрустированное двумя разными металлами, а также подвергать изделия термической обработке.

В качестве химически стойких материалов используют лаки, в том числе битумные, или специальные составы, которые обладают высокими адгезионными свойствами и могут быть легко удалены после использования. Например, можно применять состав (патент RU 2160794, 1998 г.), который содержит электроизоляционное пленкообразующее вещество (толуол и сополимер этилена с винилацетатом), а в качестве органических растворителей для его удаления после травления — бутилацетат, этанол и бутанол, т.е. сополимер бутилметакрилата с метакриловой кислотой (19,8...26,7); сополимер этилена с винилацетатом (0,85...1,0); толуол (14,5); бутилацетат (36,1...39,5); этанол (7,2...8,0); бутанол (14,5...15,8); органический краситель (0,1...0,2).

Схожий комбинированный способ получения декоративного рисунка, имитирующего серебро или золото, заключается в том, что на поверхность изделия химическим методом наносят глубинный рисунок. В полученное углубление наносят защитное покрытие методом хромирования или никелирования и затеем поверхность покрытия оксидируют (патент РФ 2193976, 2002 г.). В результате покрытие, полученное хромированием, приобретает цвет серебра, а покрытие, полученное никелированием, — цвет золота.

Химическое осаждение металла

Нанесение покрытий химическим осаждением металла основано на восстановлении ионов осаждаемого металла из раствора в результате взаимодействия с восстановителем. Покрываемый металл — восстановитель, окисляясь, отдает свои электроны; ионы металла в растворе присоединяют эти электроны и осаждаются на поверхности. Данный способ часто применяют для никелирования, омеднения, покрытия ювелирных изделий и бижутерии двуокисью титана, алюминием, но чаще всего — серебром и золотом.

Химическое серебрение. Покрытия из серебра можно получить вакуумным, термическим или катодным напылением, а также электрохимическим и химическим нанесением растворов или паст. Наибольшее применение получили технологические процессы химического серебрения материалов (в том числе ювелирных камней) растворами путем восстановления некоторых комплексных соединений серебра определенными реагентами — восстановителями.

Существуют различные составы для химического серебрения, отличающиеся входящими в них комплексообразующими веществами, восстановителями или соотношением этих компонентов. В качестве комплексных солей чаще всего используются цианидные ($KAg(CN)_2$) или аммиачные (NH_4Cl, $(NH_4)_2SO_4$) соли серебра благодаря доступности и удобству работы. Реакция восстановления ионов серебра до металла может быть схематично описана следующим уравнением:

$$Ag^+ + Red^- = Ag + Ox,$$

где Ag^+ — ион серебра; Red^- — ион восстанавливающего вещества; Ag — металлическое серебро; Ox — окисленная форма восстанавливающего вещества.

Технологический процесс химического серебрения состоит из следующих трех основных операций:

1) подготовка поверхности обрабатываемых изделий;

2) приготовление растворов;

3) серебрение.

Подготовка поверхности изделий к серебрению включает обезжиривание, промывку водой для полного удаления обезжиривающего состава, активирование и промывку дистиллированной водой. Как правило, активирование проводится 1...3%-ными (20...30 г/л)

растворами двухлористого олова $SnCl_2$. Процесс активирования заключается в осаждении гидроокиси олова, которая удерживается на поверхности обрабатываемого изделия за счет сорбционных сил. Время обработки для создания прочной адсорбционной пленки на поверхности составляет 5...10 мин. Затем изделия промывают для удаления выпавшего осадка гидроокиси олова. Для промывки изделий после активирования следует использовать дистиллированную воду (5...8 °С), так как светлые и плотные слои серебра особенно хорошо образуются на охлажденной поверхности.

Для химического серебрения обычно *готовят два раствора*: раствор комплексной соли серебра и восстановитель.

В качестве растворов комплексных солей чаще всего используют аммиачные или железосинеродистые (цианистые) комплексы серебра, в качестве восстановителей — инвертированный сахар, глюкозу, сегнетову соль, пирогаллол, формалин, гидразин и некоторые другие вещества. Наиболее распространенным является комплексный серебряно-аммиачный раствор с инвертированным сахаром.

Известно три способа приготовления растворов комплексных солей серебра.

По первому способу навеску азотнокислого серебра $AgNO_3$ растворяют в 50...100 мл дистиллированной воды, затем добавляют раствор аммиака. Полученный раствор хранят в колбе из темного стекла. Раствор, защищенный от действия света, устойчив в течение почти неограниченного времени.

По другой методике навеску $AgNO_3$ растворяют в дистиллированной воде и добавляют раствор гидрата окиси натрия NaOH. Осадок отделяют декантацией, после чего к нему приливают концентрированный раствор NH_4OH; после полного растворения приливают ранее слитую водную часть раствора и перемешивают до образования прозрачного раствора серебряно-аммиачной соли. Готовый раствор фильтруют через вату. Данный раствор готовится непосредственно перед использованием. Все остатки рабочих растворов должны быть немедленно вымыты или обработаны 3...5%-ным раствором соляной кислоты, так как сухие осадки серебряно-аммиачной соли (азиды серебра) взрывоопасны.

По третьему способу серебро связывают в железистосинеродистом комплексе, для чего раствор $AgNO_3$ обрабатывают раствором хлористого натрия NaCl до полного осаждения AgCl; осадок отмы-

вают водой до полного удаления ионов NO (по индикатору дифениламину). Свежеприготовленный осадок AgCl заливают кипящим насыщенным раствором железистосинеродистого калия и кипятят до перехода белого творожистого осадка в серо-зеленый. Затем добавляют 30...40%-ный раствор углекислого натрия и смесь кипятят в течение 3 ч. Образовавшуюся гидроокись железа отделяют фильтрованием, разбавляют дистиллированной водой до нужного объема и разбавленной соляной кислотой (1 : 1), доводят pH до 7...8. Серебро в растворе находится в виде цианистого комплекса, но свободного циана в электролите не содержится.

Восстановителем для хорошего сцепления серебряного покрытия является раствор инвертированного сахара, который получают растворением сахара-рафинада в дистиллированной воде; в него вводят 10%-ный раствор серной кислоты. Этот раствор нагревают до кипения и поддерживают слабое кипение на водяной или песчаной бане в течение 5...6 ч до получения темно-желтого раствора.

Процесс *серебрения* может осуществляться двумя основными способами: в кюветах и путем нанесения растворов распылением.

В первом случае растворы серебра и восстановителя смешивают и заливают в кювету с изделиями; затем кювету энергично покачивают. Процесс начинается с восстановления отдельных точек — центров восстановления. От этих центров металлическое серебро выделяется в виде тонких нитей, растущих в разные стороны. При большом количестве центров кристаллизации соседние серебряные частицы постепенно сращиваются друг с другом, образуя металлическое покрытие. Для получения плотных осадков серебра поверхность материала должна быть предварительно обработана веществами, каталитически ускоряющими восстановление ионов серебра. Для равномерного поступления ионов серебра к слою диффузионного взаимодействия и получения плотных мелкозернистых осадков поверхность необходимо обработать раствором хлорида олова. На изделиях через некоторое время образуется быстро утолщающийся налет серебра, просвечивающийся голубым светом. Изделия обмывают сначала дистиллированной водой, затем спиртом и сушат. Особенно качественные (с зеркальной поверхностью и высокой адгезией) покрытия получаются, если изделия предварительно охлаждены до 10...12 °С и рабочие растворы подаются в кювету также охлажденными.

Второй способ серебрения осуществляется с помощью ручных пистолетов-распылителей и регулируемых сопел. Рабочие растворы смешиваются непосредственно в воздухе над обрабатываемыми изделиями. Рабочими растворами могут быть те же растворы, что и для серебрения в кюветах, но более разбавленные.

Химическое золочение. Процесс химического золочения существенно не отличается от процесса химического серебрения. Растворы химического золочения содержат водорастворимую соль золота, восстановитель и комплексообразователь.

Для получения тонких (0,05...0,08 мкм) слоев золота можно использовать раствор химического золочения, содержащий цианоаурат калия $KAu(CN)_2$, комплексообразователь Трилон-Б ($C_{10}H_{14}O_8N_2Na_2 \cdot 2H_20$ — двухводная динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты) и деминерализованную воду (патент РФ № 2166561 от 2000 г.). В раствор добавляют гидроокись металла, способного образовывать с цианидом двойные комплексные соединения типа $K_mM(CN)_n$, где M — металл, $m = 1, 2, 3$; $n = 2, 4, 6$. При этом количество гидроокиси металла берут не менее 1/4 моля на каждый моль используемого цианоаурата калия. Вводимые гидроокиси, являющиеся комплексными соединениями, образуя двойные цианиды типа $KM(CN)_4$, связывают высвобождающиеся при реакции перекомплексации дицианоаурат калия — свободный цианид:

$$4K(CN) + M(OH)_2 \rightarrow K_2M(CN)_4 + 2KOH.$$

Результатом реакции является дополнительное снижение толщины золотого покрытия из-за уменьшения концентрации KCN, способного травить саму основу.

Для химического золочения может быть также использован раствор золотоорганического соединения, который наносится на поверхность с последующим обжигом при температуре 450...500 °С (патент РФ № 2182190, 2002 г.). Такой способ позволяет наносить тонкий (0,05...0,1 мкм) слой золота на алюминий, нержавеющую сталь, титан и никель; слой можно наращивать в толщину до 1,5 мкм и более. Количество золота в растворе составляет 10...15 %. Для алюминия температура обжига равна 450 °С , для титана — 460 °С, для никеля — 470 °С, для нержавеющей стали — 500 °С.

Цианидные растворы токсичны. В связи с этим используют нецианидные соли золота, а в качестве восстановителя — третичный

аминоборат. Так, например, раствор может состоять из воды, цианоаурата (III) щелочного металла и комплексообразователя (патент US 4142902, 1989 г.). В качестве последнего могут быть использованы этилендиаминотетраметиленфосфорная кислота или 1-гидроксиэтилен-1,1-дифосфорная кислота. Для получения тонких покрытий золота на металле рекомендуется раствор, в который входят 0,5...1,0 г/л цианоаурата, 8,0...21,0 г/л комплексообразователя и деминерализованная вода (патент РФ № 2114213). В качестве катионов могут использоваться литий + натрий (калий или аммоний). В качестве комплексообразователя могут выступать этиленгликоль-бис (2-аминоэтиловый эфир), тетрауксусная, нитрилотриуксусная, этилендиаминтетрауксусная кислоты или их соли. Такой раствор приводит к образованию системы, представляющей собой комплекс золота, содержащий в качестве лиганда цианид и комплексон. Система под действием катализатора способна окислить цианид, образовывая на поверхности металла-катализатора плотное тонкое прочное покрытие.

Оксидирование металлов

Декоративная химическая отделка металлов позволяет защитить поверхности от окисления и потускнения. Для этой цели применяют способ «белого» кипячения, при котором сплав кипятят в серной или соляной кислоте, чтобы снизить содержание меди в поверхностном слое, в результате чего изделие приобретает матовый оттенок.

Оксидирование ***серебра*** позволяет получить защитно-декоративный слой стойкой и равномерной пленки сульфида на поверхности серебряных изделий. Этот процесс обычно осуществляют обработкой серебряных изделий в растворах сульфида аммония или в полисульфиде калия, который называют серной печенью. Серную печень получают сплавлением полисульфида калия в течение 15...20 мин с поташом. В фарфоровой чашке смесь расплавляют при постоянном помешивании и постепенном добавлении в серу сухого поташа K_2CO_3 в соотношении 1 : 1 (1 : 2). При доступе воздуха происходит взаимодействие между компонентами расплава и образуется коричневая вязкая масса:

$$4K_2CO_3 + 6S + O_2 = 2K_2S + 2K_2S_2O_3 + 4CO_2.$$

С сульфидом калия K_2S соединяется избыточная сера с образованием полисульфида:

$$K_2S + 3S = K_2S_4.$$

Образовавшаяся серная печень является смесью полисульфидов калия с тиосульфатом калия. В больших кусках она достаточно хорошо сохраняется, а в мелкодробленом виде на воздухе быстро оплывает и теряет свою активность, поэтому хранить ее желательно крупными кусками в сосудах из темного стекла, закрытых хорошо подогнанной резиновой пробкой.

Вместо поташа для приготовления серной печени можно использовать соду. Но тогда полученное соединение образует на серебре не черные, а светло-серые оттенки.

Технология получения оксидированных серебряных изделий состоит из следующих операций:

1) обезжиривание изделий;

2) оксидирование изделий в соответствующем растворе;

3) промывка изделий;

4) механическая обработка выступающих рельефов на черненной поверхности (этим достигается контрастный металлический блеск и декоративный эффект поверхности).

Для получения различных оттенков образовавшейся сульфидной пленки на серебряных изделиях рекомендуют применять составы растворов серной печени, изменяя состав добавок. В частности, для получения более плотной и ровной пленки бархатисто-черного цвета в раствор серной печени можно добавлять несколько капель селенистой кислоты. Оттенки коричнево-черного цвета получаются при добавлении в раствор серной печени йодистого калия. Серовато-коричневый цвет образуется обработкой изделий последовательно в нескольких растворах. Для этого обезжиренные и тщательно промытые изделия вначале погружают в концентрированный раствор $FeCl_2$ для образования слоя хлорида AgCl, а затем ополаскивают водой и погружают на 1...2 мин в 2...3%-ный раствор едкого натрия NaOH. Хлорид серебра частично переходит в гидроокись, которая, распадаясь, образует мелкодисперсное серебро, окрашивающее поверхность в коричнево-серые тона.

Покрытия других цветов на поверхности серебряных изделий могут быть получены другими химическими способами. Так, при

погружении серебряных изделий в кипящий раствор, состоящий из концентрированной соляной кислоты HCl, йодистого калия KI и воды в соотношении 3 : 1 : 1, появляется зеленовато-серый оттенок.

Для окончательного придания оксидированным изделиям с тусклыми пленками красивого блеска их подвергают легкой полировке или просто протирке мягкой ветошью, смоченной в венской извести.

Получить цветные пленки на поверхности ***золотых изделий*** химическим методом в сульфидных растворах, предназначенных для чернения серебра, не удается. Поэтому пленки черного цвета на золотом рельефном изображении получают с помощью электролитического процесса золочения в обычном цианистом электролите с добавлением окислителей. Для этого в цианистый электролит золочения добавляют 0,5 г/л двухромокислого калия $K_2Cr_2O_7$. С выпуклых частей рельефа пленка при полировке снимается, и чернь остается только в углублениях рельефа.

Патинирование и декоративная отделка недрагоценных металлов

Нанесение декоративного слоя на поверхность изделий из недрагоценных металлов (меди, латуни, томпака, нейзильбера, алюминия и стали) называется ***патинированием***. Данная операция заключается в получении оксидной или сульфидной пленки на поверхности изделий для придания благородных оттенков. Патинирование может осуществляться химическим и электрохимическим способами. Подробное описание режимов патинирования и растворов для патинирования приведено в работах [9, 10].

Патинирование как химический метод часто применяют для придания изделиям вида под старину. Патина усиливает рельефность рисунка. Она может придать изделию различные цвета: от светло-коричневого до темно-серого или синевато-стального. Перед патинированием поверхность изделия шлифуют, полируют, отбеливают в 10%-ном растворе соляной кислоты, а затем промывают и сушат.

Патинирование *меди* проводится в растворе, содержащем гипосульфит натрия и концентрированную серную кислоту (5 г на 1 л воды), или в водном растворе серной печени. Раствор наносят после

чистовой полировки. После патинирования выполняют окончательную полировку изделия, не доводя поверхность до зеркального блеска.

Серную печень готовят из смеси порошковой серы с поташом в соотношении 1:2. Полученную смесь разогревают и плавят в течение 15 мин; в результате она спекается и темнеет, приобретая темно-бурый цвет. Охлажденную серную печень измельчают в порошок и применяют в виде раствора (10...20 г порошка на 1 л воды).

Патинирование следует осуществлять при соблюдении технологических режимов. Передержка металла в растворе приводит к образованию интенсивного черного цвета, который затем сохраняется на поверхности непродолжительное время. Концентрация и соотношение химических веществ в растворе также оказывают влияние на насыщенность и тональность цвета.

При обработке *стали* с целью ее окрашивания в черный цвет используется комбинация термического и химического воздействия. Этот процесс носит название ***воронение***, которое больше известно по черноватому цвету оружия. Воронение осуществляется в растворе двухромокислого калия (хромпика) $K_2Cr_2O_7$ в количестве 100 г/л. Изделия выдерживают в течение 20 мин в указанном растворе и сушат при высокой температуре над раскаленными углями. Воронение повторяют еще несколько раз до достижения требуемого отлива. Затем металл протирают маслом. Воронение можно выполнить с помощью термической обработки. Для этого стальное изделие необходимо раскалить докрасна и опустить в машинное масло.

Цвет окраски, получаемый химическим способом, и составы химических растворов представлены в табл. 13.3.

Патинирование для окрашивания металлов можно проводить даже соками растений. Известны, например, способы чернения и травления различных металлов чистотелом, который содержит 4,3 % органических кислот: хелидиновую, яблочную, янтарную и лимонную.

Для изготовления большого ассортимента бижутерийных и сувенирных изделий применяют *алюминий* и *его сплавы*. Достоинством алюминия является антикоррозионная стойкость, малый удельный вес, серебристый цвет, блеск. В отличие от других недрагоценных металлов, декоративную отделку алюминия осуществляют анодированием, тонированием графитом, температурным тонированием, подкраской и копчением.

Таблица 13.3

Зависимость цвета окраски металлов от состава химических реагентов

Металл	Состав реагентов или среда воздействия	Цвет окраски
Сталь	Гиперсульфит и уксуснокислый свинец	Синий
	Хлористое железо, железный купорос и азотная кислота	Черно-коричневый
	Двухромокислый калий	Черно-синий (вороненая сталь)
	Закаливание и охлаждение в масле	Черный
Медь	Серная печень	Черный
	Серная печень и хлористый натрий	Серый
	Медный купорос с хлористым цинком	Коричневый и красно-коричневый
Латунь	Гиперсульфит с кислотами	Черный, коричневый
	Хлорокись меди с нашатырным спиртом	Оливковый, коричневый, черный
	Сернистый калий	Оранжево-красный
Алюминий	Пигменты (раствор красителя)	Любой
	Олифа с прокаливанием	Коричневый
	Скипидар с прокаливанием	Оливковый

Декоративная обработка алюминия может выполняться комбинацией химического, механического и температурного воздействия на металл. Тонирование графитом применяется для чеканных изделий. Операция выполняется вручную. При этом необходимо отполировать поверхность, покрыть ее тонким слоем мастики, припудрить тонким слоем порошка графита, втереть мастику в поверхность ветошью до получения серого цвета, протереть выступающий рельеф тканью, смоченной в бензине, и полировать поверхность шерстяным материалом.

Золотисто-желтый и коричневые цвета на алюминии можно получить прокаливанием изделия, покрытого слоем олифы или растительного масла. Изделие протирают маслом и помещают над огнем

таким образом, чтобы пламя не касалось поверхности, а затем медленно охлаждают. Простым способом получения золотисто-желтого или коричневого цвета алюминия является окрашивание пигментами (масляными красками, тушью, битумным лаком). После окрашивания выступающие части рельефа поверхности следует протереть.

Температурное тонирование позволяет получить сероватый оттенок алюминия. Для этого поверхность чистят и полируют, покрывают растительным маслом (или олифой), прогревают горелкой по всем участкам, положив пластину горизонтально.

13.3. Технология электрохимических методов обработки

В ювелирном производстве все более широкое применение находят различные современные прогрессивные методы обработки заготовок, которые позволяют интенсифицировать технологические процессы обработки, повысить качество поверхности. Одними из них являются методы, основанные на использовании электрической энергии при химическом, тепловом и механическом воздействии на объекты производства.

По признаку химического воздействия электрического тока электрохимические методы обработки (ЭХО) подразделяются на электрохимическую размерную и электрохимическую отделочную обработку.

Развитие современных технологий позволило использовать методы ЭХО в машиностроении, а также в ювелирном производстве, так как они обладают рядом достоинств: не требуют значительных механических усилий, имеют простую кинематику процессов, большие возможности для интенсификации процессов, относительно просты в эксплуатации, позволяют механизировать и автоматизировать основные и вспомогательные процессы производства. Однако электрохимические методы имеют некоторые ограничения по применению, вызванные повышенной энергоемкостью, требованиями по электробезопасности, обслуживанию и ремонту.

Электрохимические методы обработки основаны на кристаллизации металлов из водных растворов их солей или на растворении

металлов при прохождении постоянного электрического тока. Электрохимическая обработка может проходить с удалением металла (*размерная и отделочная обработка*) и с нанесением слоя металла на поверхность изделия в результате электролиза (*гальванические покрытия*). Электрохимическая обработка осуществляется в стационарном или проточном электролите [50].

Электрохимические методы обработки металлов с удалением слоя с поверхности разделяются на два вида (рис. 13.4). К первому виду относятся методы обработки, в которых припуск удаляется только за счет электрохимического растворения. При этом образуются легкорастворимые в воде соединения, которые выпадают в растворе электролита и затем удаляются из зоны обработки. В ходе технологического процесса инструмент не изнашивается. Ко второму виду относятся методы, в которых вместе с электрохимическим растворением происходит удаление припуска за счет дополнительного механического или электротермического воздействия. Дополнительное воздействие обусловлено образованием при анодном растворении на поверхности заготовки труднорастворимых соединений (пленок). В этом случае инструмент изнашивается.



Рис. 13.4. Классификация методов электрохимической обработки

Электрохимическая обработка удалением материала

Электрохимическая обработка с удалением материала заключается в растворении анода-заготовки. При обработке достигается изменение размеров, формы и качества поверхности. Сущность метода заключается в передаче электронов металлом анода-заготовки и переходе ионов металла в раствор:

$$Me^0 - ne^- = Me^{n+}.$$

Процесс электрохимической обработки характеризует зависимость тока I от напряжения U на электродах. Обобщенная кривая этой зависимости представлена на рис. 13.5.

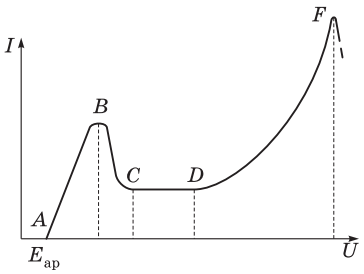


Рис. 13.5. Обобщенная анодная поляризационная кривая

Точка A на оси соответствует равновесному электрическому потенциалу на аноде E_{ap}, при дотижении которого начинаются процессы в электролите. На участке AB кривой сила тока незначительна, и потому в этой области производительность обработки не достигает высоких значений. В точке A достигается равновесное состояние, при котором начинаются процессы в электролите. На участке BC наблюдается пассивация обрабатываемой поверхности анода с образованием оксидных пленок. С увеличением напряжения толщина пленки растет, поэтому сила тока падает. На участке CD наступает равновесие между скоростями образования и растворения оксидной пленки. Участок DF — область перепассивации, когда повышение напряжения приводит к разрушению оксидных пленок. На этом участке достигается большая сила тока. Она характеризуется резким повышением производительности обработки. Данный участок используют для осуществления электрохимической обработки металлов. Напряжение в этой области составляет 6...30 В, а производительность обработки — 0,001...0,01 мм/с.

В ювелирном производстве широкое применение нашли различные методы ЭХО.

Электрохимическое объемное копирование. Сущность этого метода заключается в последовательном удалении материала заготовки растворением в электролите. В процессе обработки инструмент посту-

пательно перемещается в сторону заготовки, в результате чего заготовка «копирует» форму электроинструмента.

Согласно закону Фарадея, масса M вещества, растворенного в электроде, определяется зависимостью

$$M = kI\tau_э,$$

где k — электрохимический эквивалент вещества, г/(А · мин); I — сила тока, проходящего через электролит, А; $\tau_э$ — время электролиза, мин.

Электрохимический эквивалент металла можно вычислить, зная атомную массу A и валентность n, по формуле

$$k = \frac{CA}{n},$$

где C — универсальная постоянная ($C = 6{,}2176 \cdot 10^{-4}$ г/(А · мин)).

Объем растворенного металла $V_о$ и линейный съем $V_л$ определяются по формулам

$$V_о = k_v I\tau_э\eta_а;$$

$$V_л = \frac{V_о}{S} = kD\tau_э\eta_а,$$

где k_v — объемный электрохимический эквивалент ($k_v = k / \rho$, где ρ — плотность метала, г/см^3); $\eta_а$ — коэффициент выхода металла по току; S — площадь обрабатываемой поверхности, см^2; D — анодная плотность тока, А/дм^2.

Скорость электрохимического растворения $v_л$, см/мин, определяется по формуле

$$v_л = k_v D\eta_а.$$

Для осуществления ЭХО используют водные растворы солей — хлоридов, нитратов и сульфатов натрия и калия (NaCl, $NaNO_3$, Na_2SO_4, KCl). Для повышения производительности обработки в них добавляют электропроводные, буферные, поверхностно-активные и депассивирующие добавки. Буферные добавки регулируют концентрацию гидроксид-ионов OH^- в электролите, а депассивирующие предохраняют анод от образования на нем оксидных пленок.

Для осуществления ЭХО применяют различные виды оборудования. Одним из них является настольный электрохимический станок

модели СНЭ-20МК, основанный на использовании процессов размерной электрохимической обработки металлов (рис. 13.6). Он позволяет снимать копии и воспроизводить уникальные изделия с высокой точностью. Износ электрода-инструмента минимален, в связи с чем отсутствует необходимость в специальных эрозионно-стойких материалах для его изготовления. Станок состоит из исполнительного устройства, электродного блока и насосной станции. Он оснащен также системой слежения за межэлектродным зазором.

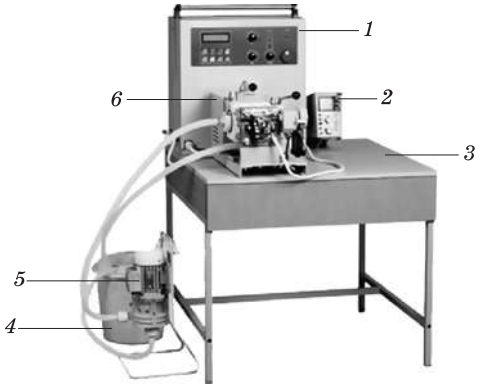


Рис. 13.6. Электрохимический станок модели СНЭ-20МК:
1 — источник технологического тока; *2* — осциллограф; *3* — стол; *4* — емкость с электролитом; *5* — насосная станция; *6* — электродный блок

Станок имеет следующие технические характеристики: достижимая повторяемость размеров при прямом копировании в заготовке электрода-инструмента — 0,01 мм; наибольшая площадь обработки — 20 см^2; наибольшая производительность — 200 мм/мин.

Станок позволяет изготавливать различные рельефные инструменты:

- матрицы и пуансоны для штамповки ювелирных изделий, памятных медалей, значков, сувениров, фурнитуры для швейных изделий, галантереи и обуви;
- инструменты к ультразвуковым станкам для изготовления гемм, инталий из ювелирных камней;
- клейма для маркировки изделий и пр.

Достоинством станка является возможность обработки металлическими образцами изделий, припаянными легкоплавкими при-

поями к электроду-инструменту; изделиями, полученными гальванопластикой, механической обработкой и граверными работами на заготовках из термообработанных сталей. При этом достигается высокое качество обработанной поверхности (шероховатость Ra = 0,2 мкм), исключающее проведение дальнейших доводочных операций.

Электрохимическое полирование. Высокое качество поверхности достигается электрохимическим полированием изделий. Оно является одним из прогрессивных методов финишной обработки ювелирных изделий.

Электрохимическое полирование осуществляют при помощи специальных установок (рис. 13.7), состоящих из электронного блока управления и емкости для электролита. Максимальная сила тока в ванне регулируется, как правило, в пределах от 0,1 до 30,0 А.



Рис. 13.7. Общий вид установки для электрохимического полирования

Электрохимическое полирование представляет собой химическую обработку изделий в ванне с электролитом под воздействием электрического тока, в результате которой происходит химическая реакция между электролитом и обрабатываемым изделием. Метод основан на принципах электролиза непроточным электролитом при обратной полярности электродов, т.е. заготовку подключают к аноду, а электродом-катодом служит металлическая пластина из свинца, меди или стали. Обрабатываемое изделие погружают в водный раствор электролита, нагретый до температуры 40...80 °С, и прикладывают положительное по отношению к электролиту электрическое напряжение 10...20 В. Электролитом служат растворы кислот или щелочей. Под действием электрического тока между поверхностью

обрабатываемого изделия и электролитом образуется парогазовый слой, который представляет собой «электролитическую плазму» и обеспечивает протекание химической реакции между материалом изделия и парами электролита. В процессе этих реакций происходит анодирование поверхностного слоя металла с одновременным химическим травлением образующегося окисла. Травление протекает на вершинах микрогребешков шероховатой поверхности, где образуется тонкий слой оксида. Когда процессы анодирования и травления взаимно уравновешиваются, происходит сглаживание неровностей. Электрическое напряжение поддерживает существование парогазового слоя и обеспечивает прохождение тока, но при этом часть напряжения падает на парогазовом слое, а не в электролите.

В состав электролитов могут входить сернокислый аммоний $(NH_4)_2SO_4$ или калий, гидроокись натрия NaOH, алюмокалиевые квасцы $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, цитрат аммония, этилендиаминтетрацетат натрия, хлорид аммония NH_4Cl, хлорид железа $FeCl_3$. На границе металл — электролит протекает электрохимическая реакция. Под действием этой реакции достигается растворение металла с поверхности изделия. При этом на аноде происходит растворение в первую очередь выступающих микрогребешков поверхности детали. Растворяющийся в процессе полирования материал переходит в раствор электролита в виде растворимых солей. Эти соли постепенно накапливаются в рабочем растворе электролита, загрязняют его и приводят к снижению производительности, что требует замены использованного электролита на новый. Катодами служат металлы, не растворяющиеся в данном электролите. Шероховатый рельеф выравнивается, образуется гладкий волнистый рельеф. Угол отражения падающих лучей на различных точках поверхности после обработки становится одинаковым, в результате чего визуально поверхность воспринимается как блестящая.

Электрохимическое полирование нашло применение при обработке труднообрабатываемых, цветных и благородных металлов; тонкостенных пластин, трудоемких для механической полировки; фасонных поверхностей (например, ювелирных изделий), а также при полировке поверхности под гальванические покрытия. Метод позволяет очистить поверхность механически обработанных изделий от оксидных пленок и всех видов загрязнений. Сглаженная поверхность имеет низкую шероховатость (до Ra = 0,08...0,02 мкм) и яркий блеск.

Разновидностью электрохимической полировки является *электролитно-плазменная полировка*, которая характеризуется более высокими напряжениями. К достоинствам этого метода относится возможность обработки поверхностей без механического воздействия на обрабатываемую деталь, одновременной обработки группы изделий. Производительность и суммарная эффективность метода выше по сравнению с механической обработкой в 5–6 раз.

Процесс электролитно-плазменной обработки состоит из двух параллельных стадий обработки в электролите:

1) окисление всех компонентов материала анода в результате взаимодействия с ионами O^- и гидроксильными группами OH^-;

2) избирательное сглаживание шероховатости оксидных слоев на поверхности анода в результате ионно-пучкового (химического) распыления (травления).

При прохождении электрического тока высокого напряжения через деталь *2* (рис. 13.8), погруженную в нагретый электролит *3*, вокруг ее поверхности образуется парогазовая оболочка *5*, которая приводит к значительному увеличению сопротивления между деталью и электролитом. В результате этого сила тока резко уменьшается, а напряжение от источника питания *1* прикладывается фактически к образовавшейся парогазовой оболочке. Из-за высокой локальной напряженности электрического поля возникает частичная ионизация газа с протеканием электрического тока через парогазовую оболочку в виде импульсных электрических разрядов. Разряды осуществляются на микровыступах, что приводит к удалению материала в этих местах и сглаживанию шероховатой поверхности. При этом важно, чтобы процесс протекал стабильно, что достигается различными способами. Один из предлагаемых способов заключается в использовании в качестве электролитов слабых растворов солей. Полируемый металл переходит в раствор в виде солей, легко гидролизуется с образованием нерастворимых гидроокисей или основных солей, которые легко удаляются из раствора обычной фильтрацией. Другой способ заключается в том, что в раствор электролита подают повышенное напряжение (до 200...400 В). Однако в ряде случаев, например при обработке сплавов титана, при напряжении 300...400 В происходит не травление, а оксидирование поверхности. Для этих случаев электрохимическое полирование рекомендуется осуществлять в два этапа (патент РФ 2168565, 2001 г.). На первом этапе к изделию прикладывают электрическое

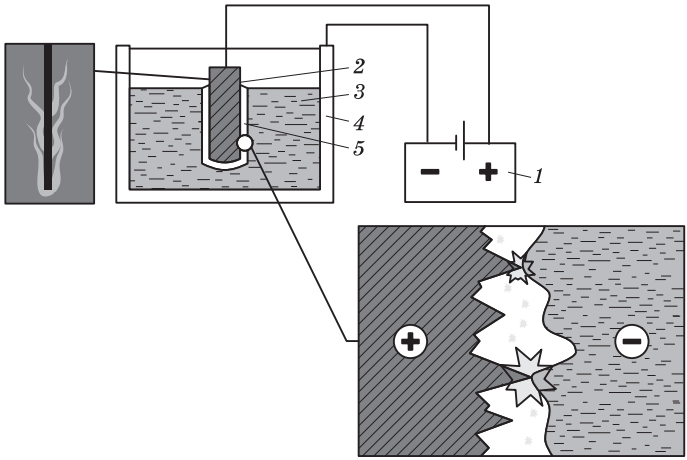


Рис. 13.8. Схема электролитно-плазменной обработки:
1 — источник питания; *2* — обрабатываемая заготовка; *3* — электролит;
4 — ванна; *5* — оболочка из пара и газа

напряжение 90...190 В и выдерживают в течение 0,1...5,0 с, а на втором напряжение увеличивают до 200...400 В и поддерживают уже до окончания процесса.

Интенсификация процесса обработки может быть достигнута в результате использования импульсного униполярного тока. Данный способ применяется для полирования сплавов серебра (патент РФ 2227818, 2004 г.). Электролитом является раствор тиосульфата натрия $Na_2S_2O_2 \cdot 5H_2O$. Обработка осуществляется при подаче в течение 5...8 мин электрического импульса прямоугольной формы длительностью $(2...5) \cdot 10^{-3}$ с, скважностью 1,25...3,0, амплитудной плотностью тока 8...12 А/см^2. Большая концентрация тиосульфата натрия, являющегося комплексообразователем для ионов серебра, позволяет формировать прианодный вязкий слой, экранирующий микровпадины на анодной поверхности. Это явление и позволяет осуществлять преимущественное растворение микровыступов, сглаживая высоты микронеровностей поверхности и приводя к появлению блеска.

В качестве электролита для полирования импульсным током может быть использован также 10%-ный раствор хромового ангидрида CrO_3 в концентрированной ортофосфорной кислоте H_3PO_4 при плотности тока 200...600 А/дм^2. Хорошие показатели дает анодное

растворение в водном растворе цианистоводородной соли при обработке импульсным током длительностью 0,3...3,0 с, с интервалами импульса 5,0...10,0 с и начальной плотностью тока 20...200 А/дм^2. Электролит содержит 20...60 г/л AgCN, 30...50 г/л KCN и до 40 г/л K_2CO_3.

Состав электролита при электрохимической полировке зависит в первую очередь от вида обрабатываемого металла. Так, для электрохимического полирования серебра можно использовать аммиачно-нитратный электролит при анодной плотности тока 10...15 А/дм^2 или раствор тиосульфата натрия концентрацией 600...1300 г/л при плотности тока 4...5 А/дм^2. Для полирования алюминия рекомендуется использовать состав, состоящий из водного раствора соли, органической кислоты и многоатомного спирта общей концентрацией не более 6 % (патенты РБ №№ 7291, 7570, 8424). Для полирования сплавов титана применяют серную, азотную, хромовую, а также плавиковую кислоту либо ее соли; для сплавов меди — раствор двух солей общей концентрацией не более 2...5 %.

Электрохимическая обработка нанесением покрытия

Металлические покрытия по назначению могут быть защитными, декоративными, защитно-декоративными и функциональными. Твердость получаемых гальванических покрытий различна. Ее значение для покрытий золотом достигает 0,4...0,98 ГПа, серебром — 0,6...1,4, для родиевых покрытий — 5,0...9,5, золото-медных — 2,4...2,5, медных — 0,8...3,0 ГПа.

Теоретические основы гальванических процессов. Гальванотехника является областью прикладной электрохимии, рассматривающей процессы электролитического осаждения металлов на поверхность металлических и неметаллических изделий. Гальванотехника основана на кристаллизации металлов из водных растворов их солей при прохождении постоянного электрического тока. Положительно заряженные ионы металлов взаимодействуют с электронами и разряжаются на поверхности покрываемых изделий:

$$Me^{n+} + ne^- \rightarrow Me^0\downarrow.$$

В ходе технологического процесса образуются осадки металла, которые адгезируют на поверхности заготовки вместе с примесями

в виде газов (водорода, кислорода, азота), а также в виде твердых включений (углерода, серы и пр.).

В гальванотехнике различают методы гальваностегии и гальванопластики.

Гальваностегия (от «гальвано» — имени итальянского физиолога Л. Гальвани и греч. stegē — покрываю) — нанесение на изделия металлических покрытий электрическим осаждением. При гальваностегии анодом является металл, растворяющийся в электролите для компенсации осаждаемого металла, катодом — изделие.

Гальванопластика (от «гальвано» и греч. plastikē — ваяние) — получение точных металлических копий методом электролитического осаждения на металлическом или неметаллическом оригинале. Как правило, гальванопластику применяют для изготовления изделий с резко выраженной фактурой или текстурой, а также для получения полых изделий. Исходной заготовкой может служить алюминиевая фольга или проволока, на которые при высокой плотности тока наносится покрытие заданной толщины. В результате осаждения металла получается толстый слой материала.

Электропроводной средой для осуществления гальваностегии и гальванопластики является ***электролит*** — водный раствор кислых или цианистых солей металла покрытия, проводящих электрический ток. В основе электролиза лежит ***электролитическая диссоциация*** — распад кислот, солей, щелочей на ионы, несущие положительный и отрицательный заряды. Когда число ионов равно, раствор является *нейтральным*. При подаче постоянного электрического тока с постоянным напряжением в растворе возникает движение ионов. Положительные ионы — *катионы* — движутся к катоду и осаждается на нем. На катоде выделяется водород и металл. Отрицательные ионы — *анионы* — движутся к аноду и растворяют его. Аноды могут быть растворимыми и нерастворимыми. Первые растворяются и переходят в раствор в виде ионов. Анодом служит, как правило, металл покрытия, который осаждается на катоде. Растворяясь в электролите, он компенсирует количество ионов в растворе. Нерастворимые аноды не посылают свои ионы в раствор, а служат для передачи электронов в раствор электролита. В качестве анода в этих случаях применяют свинец, графит, платину, нержавеющую сталь.

Металлы с неметаллами образуют молекулы химических соединений, например соль NaCl. Количество протонов и электронов

определяет порядковый номер химического элемента. Так, натрий имеет 11-й порядковый номер, а хлор — 17-й. Расположение электронов в атомах для этих элементов следующее: Na — 2 + 8 + 1, Cl — 2 + 8 + 7.

В водном растворе молекулы кислот, солей и щелочей распадаются на ионы. Отдав один электрон, натрий становится положительным ионом Na^+, а хлор — отрицательным ионом Cl^-. При этом частицы молекул отделяются друг от друга, возвращая замещаемые электроны. Такое явление называется ***электролитической диссоциацией***. Часть распадающихся ионов снова соединяется в молекулы. Поэтому диссоциация является реакцией равновесия.

Существует два метода осаждения металла:

1) метод восстановления с добавлением в раствор восстановительного вещества;

2) метод погружения, когда осмотическое давление выше упругости растворения.

Осмотическая теория основана на образовании разности электрических зарядов при погружении металла в электролит. Эта разность потенциалов возникает на границе слоя металл — раствор и зависит от свойств металла.

На границе металл — раствор образуется напряжение, вызывающее переход металла в раствор или выделение металла в ионы. Оно называется *электродным потенциалом*. По этому признаку все металлы образуют электрохимический ряд напряжений в порядке возрастания их нормальных потенциалов. В этом ряду металлы располагаются относительно водорода с нулевым потенциалом так, что слева от водорода металлы имеют отрицательные потенциалы, а справа — положительные:

K (–2,92); Na (–2,71); Mg (–2,38); Al (–1,66); Zn (–0,76); Cr (–0,71);

Fe (–0,44); Ni (–0,23); Sn (–0,14); Pb (–0,12); **H (0);** Sb (+0,25);

Cu (+0,34); Hg (+0,7); Ag (+0,8); Au (+1,5).

Считается, что осмотическое давление благородных металлов (находящихся справа от водорода в электрохимическом ряду) больше упругости растворения, а упругость растворения недрагоценных металлов больше, чем осмотическое давление.

Для осуществления электролиза, когда в паре находятся два отрицательных металла, катодом является металл с меньшим потенциалом. То есть, чтобы покрытие было анодным, покрытием должен быть металл, стоящий справа от водорода в электрохимическом ряду наряжений. Если металл покрытия имеет положительный потенциал, а металл изделия — отрицательный, то покрытие будет катодным. Например, стальная деталь имеет катодное покрытие оловом и анодное покрытие цинком. Золочение и серебрение для всех металлов, находящихся в приведенном элетрохимическом ряду, является катодным покрытием.

Метод погружения называется ***ионным обменом*** или ***цементацией***. Это значит, что недрагоценный металл, погруженный в раствор соли драгоценного металла, вытесняет драгоценный металл. Два недрагоценных металла — железо и медь — взаимодействуют между собой в растворе $CuSO_4$ следующим образом:

$$Fe^0 \rightarrow F^{2+} + 2e^-;$$

$$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu^0.$$

Производительность процесса покрытия зависит от ряда факторов, определяющих режим обработки: напряжения на электродах U, анодной $D_а$ и катодной $D_к$ плотности тока, вида тока и пр. При гальванических покрытиях металлов плотность тока различна. Так, при золочении ее принимают равной 10...30 А/м^2, при хромировании — (1...2) $\cdot$ 10^3 А/м^2.

Ток на ванне I (А) определяется по формуле

$$I = D_к S,$$

где $D_к$ — катодная плотность тока, А/дм^2; S — площадь поверхности покрываемых деталей, дм^2.

Напряжение на ванне U (В) может быть рассчитано по формуле

$$U = (1 + \beta)\,[E_а - E_к + (1 + \alpha)RI],$$

где β — коэффициент, учитывающий потери напряжения на контактах деталей с повесочными приспособлениями; $E_а$, $E_к$ — потенциал на аноде и катоде соответственно, В; α — коэффициент, учитывающий потери напряжения в электролите за счет газонаполнения; R — сопротивление электролита, Ом.

Время τ для осаждения металла заданной толщины δ определяется из закона Фарадея:

$$\tau = \frac{\rho\delta}{i_к q \cdot BT},$$

где ρ — плотность металла, г/см^3; $i_к$ — средняя катодная плотность тока, А/дм^2; q — электрохимический эквивалент металла, г/(А · ч); ВТ — выход по току, %.

Одним из главных показателей качества гальванического покрытия является равномерность наносимого слоя металла. Неравномерность покрытия характеризуется *разнотолщинностью*, т.е. различной толщиной покрытия на различных участках поверхности.

Качество гальванических покрытий зависит от степени кислотности и щелочности электролитов. *Нормальный раствор* — это раствор, в котором в одном литре растворителя содержится количество вещества, равное его эквивалентной массе. *Насыщенный раствор* — это раствор, содержащий максимальное количество вещества в растворе. Кислотность электролита зависит от концентрации водородных ионов Н, а щелочность — от концентрации гидроксильных ионов ОН. Концентрацию водородных ионов называют *водородным показателем концентрации* pH.

Водородный показатель pH определяется по формуле

$$pH = \lg [H^+],$$

где $[H^+]$ — концентрация ионов водорода, моль/л.

В нейтральной среде концентрация ионов водорода и гидроксид-ионов одинакова и составляет $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ моль/л. Поэтому для нейтральных сред pH = 7. Для кислой среды pH < 7, для щелочной pH > 7. Концентрация pH 7 соответствует нейтральному раствору дистиллированной воды; pH 1, pH 2, pH 3 — сильнокислому раствору; pH 4, pH 5, pH 6 — слабокислому; pH 8, pH 9, pH 10 — слабощелочному; pH 11...pH 14 — сильнощелочному.

Величину pH контролируют электрометрическим или калориметрическим методом. Для гальванических процессов применяют следующие значения pH: никелирование — pH 5,2...5,6; блестящее никелирование — pH 3,5...4,5; меднение — pH 0,9...1,5; цинкование — pH 4,3...4,6; серебрение — pH 10,8...11,8; кадмирование — pH 10,0...12,2; обезжиривание — pH 13,5.

Технология гальванических процессов. Оборудование. Качество гальванического покрытия характеризуется структурой, толщиной и равномерностью покрытия. Хорошего качества покрытие получается при мелкозернистой структуре, которая образуется при очень высокой скорости зарождения центров кристаллизации. Этому способствует повышение плотности тока до определенного предела, после чего образуется кристаллический порошок. Понижение концентрации раствора также способствует повышению числа центров кристаллизации, однако при этом замедляется производительность процесса покрытия. Поэтому в такой раствор вводят нейтральную соль, чтобы сохранить хорошую проводимость электролита. Повышение температуры электролита ускоряет движение ионов, но способствует росту зерна. Поэтому для уменьшения размера зерна в электролиты вводят некоторые органические соединения: клей, желатин, фенол и т.п. Снижение качества поверхности может наблюдаться из-за плохой подготовки поверхности, загрязнения электролита анодным шламом, примесями. Уменьшение пористости покрытия достигается увеличением толщины пленки и применением многослойных (двух-, трехслойных) покрытий различными металлами. При этом следует учитывать, что чем сложнее форма покрытия изделия, тем меньше должна быть плотность тока.

Перед проведением электролизного покрытия поверхность необходимо подготовить. Подготовка поверхности заключается в ***обезжиривании*** для удаления пленок окислов, жира и загрязнений механическим, химическим или электрохимическим способом. *Механический* способ заключается в удалении слоя поверхности обработкой резанием (крацеванием, шлифованием, полированием, галтованием, пескоструйной и дробеструйной обработкой). *Химическая* подготовка поверхности заключается в воздействии на поверхность химическими растворами щелочей, кислот и кислых солей. Для *электрохимического* обезжиривания используются индустриальные очистители.

Электрохимическое обезжиривание проводят с целью удаления жиров с поверхности изделия химическим воздействием щелочными растворами. Детали подвешиваются на катодную штангу. Пузырьки водорода, образующиеся на катоде, способствуют разрушению жировой пленки. Процесс очистки ускоряется при добавлении в раствор, разогретый до 80 °С, силикатного клея и канифоли.

Электрохимическое ***травление*** может быть анодным и катодным. Процесс протекает в электролите, в качестве которого служат кислоты и соли соответствующего металла, а электродами являются пластины из свинца или кремнистого чугуна. Травление черных металлов осуществляется в соляной, серной кислоте или в их смеси. Травление цветных металлов проводится в два приема: предварительное и окончательное травление азотной или серной кислотой.

Травление в 5%-ном растворе серной или соляной кислоты, осуществляющееся для снятия окислов, образовавшихся при хранении и транспортировке изделий, называют *декапированием*.

Для проведения операций ***гальванического осаждения* (*покрытия*)** металлов применяются различные универсальные и специальные промышленные установки, отличающиеся техническими характеристиками. Если покрытию подвергается не вся поверхность, а лишь некоторая часть, то на непокрываемые части наносят защитный лак, который электрически изолирует и защищает эти участки от осаждения металла. Затем лак подвергают сушке. После нанесения гальванопокрытий эти лаки смываются растворителями.

Универсальная гальваническая установка PANDORA RUGBY (рис. 13.9, *а*) предназначена для выполнения:

- гальванического электролитического покрытия металлом;
- патинирования;
- электрохимической очистки;
- электрохимической полировки.

Установка оснащена пультом управления с электронным регулятором напряжения. В результате гальванического воздействия предметы покрываются металлом толщиной 2...3 мкм. Установка имеет четыре ванночки из стекла для осуществления различных этапов нанесения покрытия: в первой ванне проводят обезжиривание анодом из нержавеющей стали при постоянном напряжении 7,5 В и силе тока 12 А, во второй ванне — промывку в дистиллированной воде, в третьей — нейтрализацию, в четвертой — нанесение гальванических покрытий. Ванночки содержат электроды из оксида титана.

Установка модели PRO-CRAFT (рис. 13.9, *б*) позволяет осуществлять гальваническое осаждение небольшого количества изделий.

Установка модели Rhodenette 2 (рис. 13.9, *в*) предназначена для локального родирования, золочения, серебрения и покрытия палладием. Она позволяет осуществить покрытие электрокарандашом как отдельных участков изделий, так и тонких контуров с помощью гигроскопичных фиброэлектродов.



Рис. 13.9. Гальванические установки:
а — модель PANDORA RUGBY; *б* — модель PRO-CRAFT;
в — модель Rhodenette 2

Виды покрытий и методы их нанесения. Технология покрытия позволяют осуществить процессы меднения, никелирования, хромирования, серебрения, золочения, анодирования, цинкования и кадмирования (цинкование и кадмирование в ювелирном деле не применяются).

Меднение является катодным покрытием, так как в электрохимическом ряду медь расположена после железа. Чистая медь как покрытие окисляется, теряет блеск и цвет, поэтому омедненный слой применяется как подложка под дальнейшее покрытие никелем или хромом. Толщина слоя меди составляет 3...15 мкм. Электролитами служат сернокислые и цианистые соли меди, так как они позволяют работать при более высоких плотностях тока (до 30 А/дм^2).

Никелирование является декоративным покрытием для стали и цветных металлов. Никелевое покрытие имеет высокую твердость (300...600 HV), поэтому оно наносится для повышения износостойкости поверхности изделия и ее отражательной способности (до 58...62 %). Никель расположен в ряду напряжений после железа, поэтому никелевое покрытие является катодным. Перед никелированием поверхность меднят.

Никелированием можно получить также и покрытие черного цвета, применяемое, например, на циферблатах часов. Цвет образуется сернокислым никелем в смеси с цинком и никелем.

Хромирование, как и никелирование, применяется для придания поверхности изделия серебристого блеска. Хром стоек к износу, атмосферному воздействию, действию кислот, щелочей, аммиака, растворов солей. Использование изделий с покрытием из хрома связано с его высокой твердостью и способностью сохранять свои свойства при высоких температурах (до 450 °С).

Хром расположен в ряду напряжений перед железом, поэтому для стали хромирование — это анодное покрытие. Анодом служат нерастворимые металлы и свинец. Хромирование осуществляют в цианистых ваннах; процесс сопровождается выделением вредных газов хромовой кислоты и водорода. Перед хромированием проводят меднение и никелирование.

Для ***серебрения*** применяют главным образом комплексные цианистые электролиты, так как растворы простых солей непригодны для электролиза из-за склонности образования грубокристаллических и неплотных осадков вследствие весьма малой катодной поляризации. Из-за токсичности химических реагентов, трудоемкости процессов осаждения серебра дальнейшее совершенствование процесса электролитического серебрения осуществляют по следующим направлениям:

1) замена ядовитых цианистых электролитов на безвредные нецианистые;

2) интенсификация процессов гальваноосаждения реверсией тока;

3) получение блестящих осадков непосредственно из ванны с применением блескообразующих добавок в электролиты;

4) замена механического полирования серебра на электрохимическое;

5) создание прочных пассивных пленок на изделиях из серебра для защиты их от потемнения.

В цианистых ваннах происходит контактное осаждение серебра, поэтому медные и латунные изделия предварительно амальгамируют или серебрят в электролите с повышенным содержанием свободного цианида и относительно низким содержанием серебра.

Основными компонентами цианистого электролита серебрения являются дицианоаргентат калия $K[Ag(CN)_2]$ и свободный цианид.

Дицианоаргентат получают растворением цианистого серебра AgCN или свежеосажденного хлористого серебра AgCl в цианистом калии:

$$AgCN + KCN = K[Ag(CN)_2];$$

$$AgCl + 2KCN = K[Ag(CN)_2] + KCl.$$

Процесс осаждения серебра из электролита сложен и состоит из трех этапов [41]. На первом этапе происходит электроосаждение серебра непосредственно из ионов $[Ag(CN)_2]^-$, на втором этапе разряжаются ионы $[Ag(CN)_2]^{2-}$.

До наступления первого этапа серебро выделяется по схеме

$$[Ag(CN)_2]^- \leftrightarrow Ag^+ + 2CN^-;$$

$$Ag^+ + e \rightarrow Ag.$$

При малом содержании свободного цианида на первом этапе серебро осаждается в следующей последовательности:

$$[Ag(CN)_2]^- \leftrightarrow AgCN + CN^-;$$

$$AgCN \leftrightarrow Ag^+ + CN^-;$$

$$Ag^+ + e \rightarrow Ag.$$

При большой концентрации цианида калия свободное серебро выделяется по схеме

$$[Ag(CN)_2]^{2-} \rightarrow Ag + 2CN^-.$$

Процесс осаждения серебра, соответствующий второму этапу, осуществляется таким образом:

$$H_3O^+ + e \rightarrow H + H_2O;$$

$$[Ag(CN)_2]^- \leftrightarrow AgCN + CN^-;$$

$$AgCN + H^+ + H_2O \rightarrow Ag^+ + H_3O^+ + CN^-;$$

$$[Ag(CN)_2]^- + H^+ + H_2O \rightarrow Ag^+ + H_3O^+ + 2CN^-;$$

$$[Ag(CN)_2]^{2-} + H^+ + H_2O \rightarrow Ag + H_3O^+ + 2CN^-;$$

$$H_3O^+ + CN^- \rightarrow HCN + H_2O.$$

На третьем этапе вместе с серебром выделяется водород:

$$H_2O + e \rightarrow OH^- + H;$$

$$H + H \rightarrow H_2.$$

Видно, что на ход процессов осаждения и, следовательно, на качество покрытий в первую очередь оказывает существенное влияние свободный цианид. Оптимальное количественное соотношение свободного цианида и серебра в электролитах серебрения колеблется от 1 : 2 до 1,1 : 1,0, в электролитах предварительного серебрения — от 20 : 1 до 50 : 1. Цианистые электролиты калия KCN имеют преимущество перед цианидом натрия NaCN, так как позволяют использовать более высокие плотности тока и получать осадки более высокого качества.

Для серебрения применяют различные типовые составы электролитов, которые приведены в табл. 13.4.

Таблица 13.4

Цианистые электролиты промышленного применения

Состав электролита	Концентрация, г/л	Температура, °С	Плотность тока, А/дм^2	Напряжение, В
AgCl KCN	33...39 20...35	15...25	0,5...1,0	2,0...2,5
$AgNO_3$ KCN	40...50 20...35	18...25	0,3...1,0	2,0...2,5
AgCN KCN K_2C0_3	25...45 13...45 20...60	18...30	0,3...1,5	2,0...2,5
Ag KCN K_2CO_3	28...30 26...28 28...38	15...22	0,3...1,0	2,0...2,5
Ag KCN	20 24	18...20	0,1	2,0...2,5
Ag KCN	35...40 30...35	50	0,2...0,5	2,0...2,5

Серебрение сопровождается карбонизацией щелочного цианида углекислотой, а образующийся углекислый натрий Na_2CO_3 вызывает ухудшение качества осадков. В результате на покрытии осаждаются отдельные кристаллы карбоната, приводящие к шероховатости и волнистости покрытий. Предельно допустимая концентрация карбонатов составляет 60 г/л, но в ряде случаев допускается до 100 г/л. Концентрация серебра в применяемых электролитах обычно колеблется в пределах 18...35 г/л, а для скоростных режимов электро-

лиза концентрацию серебра увеличивают до 75...80 г/л, что позволяет вести электролиз при более высоких плотностях тока.

Однако цианистые электролиты имеют ряд существенных недостатков: высокая токсичность; образование побочных продуктов, загрязняющих покрытия и сам электролит; значительная химическая агрессивность по отношению к защитно-изолирующим материалам. Кроме того, из-за плохой промывки осадка серебра от следов электролита образуются бледные, постепенно темнеющие пятна, возникающие вследствие образования гидроокиси серебра AgOH, переходящей в бурую окись серебра. В технической литературе приводятся данные об использовании электролитов, содержащих пирофосфатные, йодидные, синеродистые, роданистые, тиосульфатные, сульфитные, аммиачные и другие комплексные соли серебра. Однако на практике нашли применение лишь некоторые йодидные и железистосинеродистые электролиты. В связи с этим для нанесения светлых, блестящих покрытий из серебра в промышленном производстве большее распространение получил электролит Трилон Б (трилонатноаммониевый электролит, содержащий тетранатриевую соль этилендиаминтетрауксусной кислоты и соли аммония). В табл. 13.5 приведены некоторые составы электролитов и режимы серебрения.

Для приведенных в табл. 13.5 йодидных электролитов характерна высокая рассеивающая способность, устойчивость при эксплуатации, высокая плотность, мелкокристалличность осадков, возможность выполнения серебрения на цветных металлах без операции предварительного амальгамирования. К недостаткам йодистых электролитов относят пожелтение со временем осадков (покрытий) серебра вследствие разложения йодистого серебра, которое проникает в поры покрытия при разложении электролита:

$$K_2AgI_3 = AgI + 2KI.$$

По этой причине на отдельных ювелирных производствах получили применение электролиты железистосинеродистого серебрения (см. табл. 13.5). Они отличаются высокой катодной поляризацией, обусловленной низкой диссоциацией комплекса серебра, малой токсичностью, высокой рассеивающей способностью, более прочной адгезией серебра с основным металлом, мелкокристаллической структурой осадков и их устойчивостью к пожелтению при длительном хранении изделий. В состав этих электролитов рекомендуется вводить добавку роданистого калия KCNS в количестве 10...200 г/л.

Таблица 13.5

Йодидные и железистосинеродистые электролиты промышленного применения

Состав электролита	Концентрация, г/л	Температура электролита, °С	Плотность тока, А/дм^2
Ag_2SO_4 KI NH_4OH $Na_2P_2O_7$	30 600 75 60	18...25	0,25...0,35
K_2AgI_3 KI	80...100 230...300	До 28 °С	0,15...0,25
AgCl KI Желатин	60 450 1...2	25	0,1...0,2 (при реверсивном токе 0,3...0,4)
AgCl $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ Na_2CO_3 H_2O	3...15 6...35 6...35 1	15...20	0,1...0,3
AgCl $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ K_2CO_3	40 200 20	60...80	1,0...1,5 (катодная)

При оптимальном содержании роданида калия (80...100 г/л) анодный и катодный выходы по току приближаются к 100 %. Вследствие меньшей стойкости аниона $[Ag(CNS)_2]^-$ по сравнению с анионом CN^-, последний реагирует с роданистым комплексом по схеме

$$2CN^- + [Ag(CNS)_2]^- \rightarrow [Ag(CN)_2]^- + 2CNS^-.$$

В результате реакции устраняется возможность образования в электролите свободного цианида. Такой электролит называется роданидосинеродистым или дицианоаргентатнороданистым. Он обладает более высокой рассеивающей способностью, значительно превосходящей рассеивающую способность цианистого и железистосинеродистого электролитов, хорошей растворимостью серебряных анодов и высоким качеством получаемых осадков.

При серебрении изделий из сплавов меди требуется получить прочное сцепление между основным металлом и серебряным покрытием. С этой целью проводят либо амальгамирование, либо предварительное серебрение с большим содержанием цианида и малым

содержанием серебра. Амальгамированию легко подвергаются сплавы на медной основе, не содержащие значительного количества никеля. Перед этим изделия тщательно обезжиривают и промывают. Амальгамирование осуществляют погружением изделий на 3...5 с при температуре 15...25 °С в раствор, состоящий из 7,5 г/л хлористой ртути и 4 г/л хлористого аммония.

Изделия посудной группы подвергают предварительному серебрению в электролите с низким содержанием серебра и большим избытком свободного цианида. Такой электролит состоит из 2...3 г/л цианистого серебра AgCN, 45...50 г/л цианистого калия KCN, 3 г/л углекислого калия K_2CO_3. Изделия погружают в ванну на 20...40 с при плотности тока 1...2 А/дм^2, после чего их сразу переносят в ванну основного серебрения. Все цианистые электролиты серебрения содержат комплексную серебряную соль, свободный цианистый калий и поташ (соду). Комплексная соль серебра получается растворением в цианистом калии цианистого или хлористого серебра. Свободный цианистый калий позволяет более равномерно распределить осадок, так как повышает электропроводность и рассеивающую способность электролита. Он необходим также для нормального растворения анодов. Третий компонент — поташ (сода) — попадает в электролит с цианидами (которые частично бывают карбонизированными) или же накапливается в электролите вследствие гидролиза цианида и поглощения углекислоты из воздуха. Карбонаты повышают электропроводность раствора, анодную и катодную поляризацию. Они оказывают благоприятное влияние на рассеивающую способность электролита, особенно при незначительном содержании в электролите свободного цианида. В связи с различной растворимостью карбонатов натрия и калия допускается концентрация карбоната натрия до 45 г/л, а карбоната калия до 110 г/л.

Серебряные аноды для электролиза должны иметь высокую степень чистоты (99,9 %).

Серебряное покрытие обычно получается матовым, поэтому для достижения блеска поверхности в электролит вводят специальные блескообразующие добавки. Наиболее распространенными среди них являются серосодержащие вещества: тиосульфат натрия, сероуглерод, соединения меркаптанового ряда. В процессе эксплуатации ванн блескообразующая добавка быстро вырабатывается и их концентацию необходимо корректировать.

Традиционный способ серебряного покрытия обладает некоторыми недостатками, среди которых — вероятность получения пористых покрытий, не обладающих высокой твердостью. Это связано с тем, что в диффузионно контролируемой области процесс требует высокой плотности тока на катоде. Однако увеличение потенциала выше определенного уровня ухудшает качество покрытия: оно становится тусклым, грубым, шероховатым.

С целью повышения качества покрытия используют метод электролитического осаждения, при котором применяется пульсирующий ток с периодическим изменением полярности. Для этого через раствор пропускают реверсируемый электрический ток. Ширина импульсов характеризует продолжительность гальванического и диффузионного процесса. Прямые импульсы подаются при плотности тока 10...30 А/дм^2 с продолжительностью 0,5...300,0 с, а обратные — при плотности тока до 10 А/дм^2 с продолжительностью 0,5...150,0 с. В периоды подачи обратного импульса тока на подложку с изделием происходит шлифование (электрохимическое полирование) слоя покрытия, в результате чего наиболее интенсивно в раствор переходит металл с вершин шероховатой поверхности покрытия.

Другой разновидностью такого способа является серебрение импульсами тока прямой и обратной полярности, которые имеют одинаковую плотность тока (0,1...0,5 А/дм^2) при продолжительности импульсов тока прямой полярности 0,001...0,1 с и обратной полярности 0,0001...0,01 с; затем через каждые 10...150 циклов полярность тока изменяют и подают импульс прямого тока продолжительностью 10...180 с и плотностью тока 1,0...5,0 А/дм^2 (патент РФ 201347, C25d 5/18, C 25d 3/46 от 1987 г.).

В ювелирном производстве иногда может возникнуть обратная задача электролиза, заключающаяся в необходимости снять серебряное покрытие с забракованных изделий. В таких случаях применяют смесь, состоящую (по массе) из концентрированной серной кислоты и концентрированной азотной кислоты в соотношении 15 : 1. В смесь добавляют хлористый натрий и изделия выдерживают 3...10 мин. Из кислых травильных растворов серебро затем извлекается в виде хлористого серебра добавлением соляной кислоты. Рекомендуется сильно разбавить раствор водой и добавлять в него соляную кислоту до тех пор, пока не прекратится выпадение осадка. После отстаивания раствор декапируют, а осадок многократно

промывают для удаления кислоты. Для того чтобы из осадка удалить загрязнения, его обрабатывают «царской водкой» и затем снова отмывают от кислоты до нейтральной реакции промывных вод. Полученный осадок впоследствии можно использовать для приготовления электролита. Из отходов цианистых электролитов и промывных вод серебро можно извлекать с помощью анионактивных смол, например анионита АВ16Г в сульфатной форме.

Золочение является одним из основных гальванических процессов, применяемых в ювелирном производстве. Традиционный метод электроосаждения золота осуществляется из щелочных цианистых электролитов, которые, в зависимости от назначения, содержат 0,5...15,0 г/л золота, 15...90 г/л свободного цианистого калия и 50...100 г/л кислого фосфата калия (добавки, повышающие электропроводность). Процедура проводится при температуре электролита 55...65 °С и значении pH 11. Ванны с такими электролитами содержат растворимые золотые аноды. Покрытия, получаемые традиционным методом, имеют матовый оттенок. Однако такой метод отличается рядом недостатков, среди которых главным является токсичность электролитов. Отказ от цианистых электролитов золочения позволяет улучшить экологические условия труда, уменьшить опасность загрязнения сточных вод и окружающей атмосферы. В связи с этим в последние годы в гальванотехнике золочения ведутся поиски новых перспективных методов золочения. Они направлены на получение:

1) нетоксичных электролитов, не содержащих свободного цианистого калия;

2) блестящих гальванических покрытий, получаемых непосредственно в процессе осаждения, чем достигается снижение трудоемкости отделочных операций и сокращение потерь золота;

3) золотых покрытий различных цветов (от белого и светло-желтого до ярко-розового). Эта задача решается электроосаждением сплавов золота одновременно с другими металлами, которые позволяют улучшить физико-механические свойства покрытий. К ним можно отнести, например, покрытия из сплава золото — кобальт и золото — никель, которые по своим декоративным свойствам близки к покрытиям из чистого золота;

4) покрытий с улучшенными механическими характеристиками осажденного металла.

Комплексное решение этих задач позволило использовать кислые нецианистые электролиты, которые обеспечивают осаждение блестящих покрытий сплавами золото — кобальт и золото — никель. Применяемые для этих целей электролиты включают в себя дицианоаурат калия, слабые органические кислоты и их соли, простые соли никеля или кобальта.

Типовой технологический процесс золочения состоит из следующих операций:

1) обезжиривание в органическом растворителе;
2) сушка;
3) монтаж на приспособление;
4) обезжиривание (электрохимическое или химическое);
5) промывка в горячей воде;
6) промывка в холодной воде;
7) сушка;
8) демонтаж с приспособления;
9) взвешивание (100%-ное);
10) монтаж на приспособление;
11) декапирование;
12) промывка в холодной воде;
13) промывка в дистиллированной воде;
14) золочение;
15) первое улавливание;
16) второе улавливание;
17) третье улавливание;
18) промывка в холодной воде;
19) промывка в горячей воде (одновременно и для термообработки покрытий);
20) сушка;
21) демонтаж с приспособления;
22) взвешивание;
23) галтование;
24) промывка в холодной воде;
25) промывка в горячей воде;
26) сушка;
27) контроль.

Применение щелочных цианистых электролитов золочения позволяет равномерно распределить металл по поверхности покры-

ваемых изделий. С этой точки зрения кислые электролиты значительно уступают цианистым. В связи с тем что в кислых электролитах золочения золото нерастворимо как химически, так и электрохимически, в качестве анодов рекомендуется использовать нержавеющую сталь. Однако длительное взаимодействие нержавеющей стали с кислыми электролитами вызывает накопление в них ионов железа, никеля, хрома, которые могут включаться в покрытия и понижать содержание золота. Поэтому более целесообразным является применение анодов из платинированного титана.

Для предотвращения образования брака электролит периодически следует подвергать регенерации, для чего золотосодержащий раствор пропускают через ионообменную колонку для извлечения остатков золота с помощью ионообменного волокна марки ЦМ-А2. Сорбционная емкость волокна зависит от концентрации золота в растворе и составляет 19...20 % для растворов с массовой долей золота 6...13 г/л и 9...10 % для растворов с массовой долей золота 0,4...1,65 г/л. Ионообменное волокно ЦМ-А2 способно сорбировать золото, находящееся в растворе в виде цианистого комплекса. Извлечение золота осуществляется после окончания сорбции, т.е. поглощения золота из раствора. Для этого волокно промывают в 2...4 л воды, извлекают из воронки, отжимают, сушат при температуре 90...100 °С, сжигают и оставшуюся массу прокаливают на поддоне из нержавеющей стали с перфорированной крышкой при температуре 800...900 °С в течение 15...20 мин. Прокаленная масса сплавляется и анализируется на содержание в ней золота.

Золочение может осуществляться с использованием различных марок электролитов, готовых для применения. Широко распространенным является электролит «ЭЛГОЛ Ж» для электрохимического золочения изделий на основе благородных металлов, меди и сплавов никеля и кобальта. В его состав входит: золото — 10 г; комплексообразующая соль; добавка, корректирующая pH электролита; блескообразующая добавка — 2 г; смачивающая добавка — 0,5 г. Показатель pH электролита 3,8...5,0. Электролит может быть использован для нанесения золотых покрытий желтого цвета с концентрацией золота 99,5...99,9 %. Режим работы электролита: температура 25...50 °С, напряжение 2,2...2,8 В, плотность тока 1...3 А/дм^2. В качестве анодного материала рекомендуется использовать платину, платинированный титан.

Существуют и другие составы электролитов, которые разработаны специально для ювелирной промышленности для получения различной цветовой гаммы золотых покрытий: от красной (золото — медь) до зеленой (золото — кадмий).

При золочении поверхности недрагоценных металлов она приобретает матовость. Для получения блеска на поверхности металла в электролит, содержащий цианистый калий, добавляют блескообразующие добавки.

Осаждение покрытий сплавов золото — кадмий с массовой долей золота 89,0 ± 3,0 % и кадмия 11,0 ± 3,0 % осуществляется из электролитов, не содержащих свободного цианистого калия. С целью осаждения блестящих покрытий в состав раствора вводят блескообразующую добавку — триэтаноламин.

Гальванические методы позволяют получать покрытия золотом различных цветов. Данная цель может быть достигнута использованием электролитов, отличающихся своим составом (патент РФ № 2089402, 1994 г.).

Блестящее желтое покрытие из чистого золота с микротвердостью до 190 МПа можно получить, используя электролит следующего состава, г/дм^3:

- золото в виде цианистого комплекса — 8...10;
- кислота лимонная — 30...40;
- калий лимоннокислый трехзамещенный — 30...40;
- блескообразующая добавка Лимеда 3С-12 — 12;
- добавка УДА 1 в виде ультрадисперсного порошка — 10.

Золочение проводят при температуре 35...45 °С, кислотности раствора pH 4,5...5,0, анодной плотности тока 0,4...0,8 А/дм^2.

Для получения покрытия из сплава золото — серебро *зеленовато-желтого цвета* с содержанием серебра 30...50 % с микротвердостью 110...160 МПа рекомендуется электролит следующего состава, г/дм^3:

- золото в виде цианистого комплекса — 3,0...5,5;
- серебро в виде цианистого комплекса — 1,5...3,5;
- борная кислота — 10...15;
- калия пирофосфат — 85...125;
- блескообразующая добавка Лимеда 3С-12 — 1,2...1,5;
- блескообразующая добавка 3МК-2 — 0,3...0,5;
- добавка УДА — 0,5...10,0.

Температура электролита должна быть 32...40 °С, кислотность pH 9,2...9,5, катодная плотность тока 0,5...1,0 А/дм^2.

Электролит для получения *блестящего ярко-желтого покрытия* с красноватым оттенком с содержанием кобальта до 1,5 % и микротвердостью до 250 МПа содержит, г/дм^3:

- золото в виде цианистого комплекса — 6,5...8,5;
- кобальт в виде сернокислой соли — 1,5...3,5;
- калий лимоннокислый однозамещенный двухводный — 30...40;
- трилон А (этилен диаминтетрауксусной кислоты динатриевая соль) — 2,5...3,5;
- блескообразующая добавка Лимеда 3С-12 — 12;
- добавка УДА 1 — 18.

Температура электролита составляет 35...45 °С, кислотность — pH 4,5...5,0, катодная плотность тока 1,2...1,9 А/дм^2.

Блестящее покрытие от ярко-желтого до серо-желтого цвета с содержанием никеля 3,0...3,5 % микротвердостью до 260 МПа получают с помощью электролита следующего состава, г/дм^3:

- золото в виде цианистого комплекса — 4...7;
- никель в виде сернокислой соли — 4...9;
- калий лимоннокислый однозамещенный двухводный — 50...70;
- трилон А — 15...20;
- кислота муравьиная — 10...15;
- кислота борная — 15...25;
- блескообразующая добавка Лимеда 3Н 940 — 12;
- добавка УДА 1 — 0,5...30,0.

Температура электролита 38...42 °С, кислотность pH 3,6...4,0, катодная плотность тока 0,8...1,2 А/дм^2.

В ювелирном производстве может возникнуть обратная задача по удалению покрытия золота, которая также решается с помощью гальванического метода. Для этой цели применяют электролит, состоящий из 1 л воды, 85 г цианистого калия, 192 г фосфорнокислого бикарбоната натрия. Бракованное золотое покрытие с латунных изделий снимают электрохимическим методом при анодной плотности тока 8...10 А/дм^2 в концентрированной серной кислоте плотностью 1,84 г/см^3. Окончание растворения золота фиксируется по уменьшению силы тока. Катодом при этом служит свинец или нержавеющая сталь.

Иногда золочению подвергают не всю поверхность изделия, а лишь определенную часть согласно эскизу. Тогда поверхность, не покрываемая золотом (например, в изделиях с чернью), изолируется различными материалами. В частности, для кислых электролитов золочения рекомендуется применять лак АК-593. Для облегчения работы в него добавляют краситель — судан-11. Изоляционный лак на предварительно очищенные от жировых и других загрязнений поверхности изделия наносят кистью из щетины. Изоляция наносится в один-два слоя, причем при двукратном нанесении проводится промежуточная сушка на воздухе в течение 20...30 мин. Окончательную сушку лака осуществляют сначала на воздухе, а затем в сушильном шкафу в течение 10...20 мин при температуре 100...120 °С. После высыхания лак должен образовать ровную гладкую пленку без морщин и затеков. Снятие изоляционной пленки после золочения осуществляют погружением изделия в горячую воду, в которой пленка отслаивается.

Гальваническое родирование применяют для осветления изделий из белого золота и платины, защиты серебра от потускнения, а также для декоративного оформления изделий из желтого золота. Родиевое покрытие может придать изделиям из золота и серебра любой цвет от серебристо-белого до фиолетового и даже черного. Однако при пайке оно приобретает синевато-черный цвет и может растрескиваться. Родиевое покрытие имеет высокую износостойкость, но при толщине более 3 мкм становится хрупким и образует трещины. В таких случаях приходится снимать старое покрытие и наносить новое.

Перед нанесением покрытия предварительно отполированные до зеркального блеска изделия из золота обезжиривают в органических растворителях, химически обезжиривают, промывают в дистиллированной и проточной воде. Подготовка изделий из серебра и недрагоценных металлов имеет некоторые отличия и выполняется в следующем порядке: органическое обезжиривание, промывка в проточной воде, электролитическое обезжиривание, промывка в горячей воде (50...60 °С), химическая обработка, промывка в проточной воде, декапирование.

Для родирования применяют сернокислые и фосфорно-кислые электролиты с большим содержанием кислоты. В качестве анода ис-

пользуют нерастворимые платиновые и родиевые пластины. Электролиз в сернокислых электролитах протекает в течение 4...6 мин при температуре 30...40 °С и плотности тока 0,8...1,5 А/дм^2.

После родирования проводят промывку с улавливанием в дисцилированной и горячей воде, промывку в этиловом спирте и сушку при температуре 80...90 °С.

Анодирование алюминия проводят для придания изделию цвета золота. Анодная обработка алюминия позволяет получить покрытия толщиной от 5 до 100 мкм. Анодирование осуществляется в следующем порядке:

1) обработка в сернокислой ванне в течение 20...30 мин;
2) промывка;
3) загрузка в ванну закраски;
4) загрузка в ванну проявления;
5) промывка и уплотнение в кипящей воде в течение 30 мин.

Анодирование проводят в растворах серной кислоты, щавелевокислом электролите, хроматных растворах при анодной плотности тока 1,0...3,5 А/дм^2 в течение 0,3...3,0 ч при нормальной температуре. После анодирования осуществляют уплотнение в бихромате калия при температуре 70...80 °С в течение 10...12 мин. При необходимости окрашивания алюминия в золотисто-желтый цвет анодирование проводят в тиосульфате натрия или перманганате калия, в бронзовый цвет — в растворе сульфата кадмия, сульфата магния или сульфасалициловой кислоты при напряжении 10...20 В.

Контроль качества покрытий. К физико-механическим свойствам гальванических покрытий предъявляют ряд требований. Покрытия должны соответствовать ГОСТ 9.302–88 по толщине, пористости, прочности сцепления и др.

Контроль качества покрытий может быть выполнен визуально, а также различными методами, позволяющими оценить свойства количественными показателями.

Визуальный контроль изделий позволяет выявить различные дефекты, которые могут быть видны при рассеянном освещении: питтинг (точечные поры, образованные при выделении водорода), «подгары» и «вытяжки» (темные пятна и полоски на покрытии), неоднородность цвета и блеска, шероховатости. Причинами образования «подгаров» являются осадки, появляющиеся либо из-за чрезмерной плотности тока, либо из-за завышенной температуры

электролита. Бледные осадки золота образуются по причине завышенного содержания кобальта или никеля, либо сниженной концентрации золота в электролите, либо недостаточной концентрации кислотности электролита. Ухудшению качества покрытий способствует длительное использование раствора электролита с анодами из нержавеющей стали, а также образование и накопление ионов меди, цинка, железа, которые осаждаются с золотом на катоде, при золочении изделий из цветных металлов. Для устранения этих явлений золочение рекомендуется осуществлять при двигающейся катодной штанге.

Количественный контроль проводят главным образом для оценки ***толщины покрытия***. Все методы измерения толщины покрытий можно разделить на два вида: без разрушения и с разрушением изделия.

Неразрушающий контроль проводят для определения средней толщины покрытия. Он осуществляется *гравиметрическим методом* — взвешиванием на аналитических весах до и после получения покрытия. Средняя толщина покрытия $H_{ср}$, мкм, рассчитывается по формуле

$$H_{ср} = \frac{(m_1 - m_2)10\,000}{S\rho},$$

где m_1 и m_2 — масса детали до и после получения покрытия соответственно, г; S — площадь поверхности покрытия, см^2; ρ — плотность металла покрытия, г/см^3.

Толщина золотого покрытия на ювелирных украшениях, как правило, не превышает 1 мкм, кроме серебряных обручальных колец, у которых она равна 10 мкм. Норму наложения золота ΔP, г, на изделие устанавливают и рассчитывают по формуле

$$\Delta P = 10^4 HS\gamma,$$

где H — толщина золотого покрытия на изделии, мкм; S — площадь поверхности изделия, см^2; γ — плотность гальванического покрытия, г/см^3.

Контроль с разрушением предполагает разрушение или нарушение целостности покрытия химическим и физическим методом.

Химический анализ основан на *весовом* методе. Контроль содержания золота в покрытиях ювелирных изделий осуществляют при

золочении контрольных пластинок с последующим переведением покрытия с пластинок в раствор и количественном определении золота и легирующего металла. В качестве контрольных пластинок используются образцы из меди или родия. Для достоверности оценки точности результата привес золотого покрытия на изделиях должен составлять не менее 0,25...0,30 г. Учитывая, что ювелирные изделия имеют тонкослойное покрытие с массой осажденного золота всего в 20...30 мг, контрольные пластинки подвергают завешиванию в ванну золочения многократно. Из-за длительности и трудоемкости проведения контроля данный метод не получил применения для оперативного контроля содержания золота в каждой партии изделий.

Широкое распространение среди химических методов контроля нашел *капельный* метод, благодаря универсальности и простоте. Сущность метода заключается в растворении покрытия каплями раствора. Для этого на поверхность покрытия наносят каплю раствора, выдерживают заданное время, удаляют и снова наносят; так продолжается до тех пор, пока не появится основной металл. Погрешность метода составляет ±30 %, поэтому его дополняют гравиметрическим методом измерения.

Электроструйный метод контроля основан на растворении покрытия раствором, втекающим на поверхность детали в виде струи с определенной скоростью.

Кулонометрический метод контроля заключается в локальном анодном растворении постоянным током ограниченного участка гальванопокрытия с калиброванной поверхностью. Для контроля используется кулонометрический измеритель толщины металлопокрытий Лимеда-ДЭН, работающий в автоматическом режиме.

Потенциометрическое титрование гидрохиноном на контрольных пластинках из материала ювелирных изделий представляет собой ускоренный метод контроля технологических процессов и качества продукции. Данный метод является более точным, чем весовой. Он основан на объемно-аналитическом определении золота в хлоридных растворах. При титровании устойчивого комплексного хлорида золота гидрохиноном происходит восстановление золота до металлического состояния:

$$2NaAuCl_4 + 3C_6H_6(OH)_2 = 2Au + 3C_6H_4O_2 + 2NaCl + 6HCl.$$

Окончание титрования определяют по резкому изменению потенциала индикатора электрода вблизи точки эквивалентности.

К физическому методу можно отнести *металлографический* метод, который основан на определении толщины покрытия на поперечном шлифе при помощи микроскопа при 500...1000-кратном увеличении.

Определение ***пористости покрытий*** осуществляют следующими методами:

- наложение паст, химическое взаимодействие металла подложки с реагентом в местах пор;
- наложение фильтровальной бумаги;
- погружение;
- электрохимический метод.

Методы контроля ***прочности сцепления*** основаны на различии физико-механических свойств металла покрытия и основного металла. Метод контроля зависит от вида покрытия. Для контроля покрытий из драгоценных металлов применяют методы крацевания, навивки, растяжения (для покрытий на пружинах), нанесения сетки царапин, нагрева и изменения температур.

Измерение ***твердости металлопокрытий*** осуществляют вдавливанием алмазной пирамиды с помощью прибора ПМТ-3.

Контроль ***отражательной способности*** основан на определении четкости отражения поверхностью покрытия помещенных перед ней сетки или рисунка. По четкости отражения различают покрытия:

- зеркальные (четкость отражения соответствует изображению в зеркале);
- блестящие (отражение рисунка четкое, но несколько размытое);
- полублестящие (отражение рисунка нечеткое);
- матовые (отражение заметно слабо).

13.4. Электрофизические методы обработки материалов

Электрофизические методы обработки основаны на использовании электрической энергии, которая преобразуется в энергию разрядов, магнитострикционного и пьезоэлектрического эффектов, плазменной струи, электронного и оптического излучения. По дан-

ному признаку все электрофизические методы обработки материалов можно разделить на электроэрозионные, ультразвуковые, плазменные, ионно-лучевые, лазерные. По тепловому воздействию на изделие электрофизические методы обработки делятся на электроэрозионные, электроконтактные, плазменные и электронно-лучевые. По импульсному механическому воздействию они могут быть ультразвуковыми и электроимпульсными; по комбинированному воздействию — анодно-механическими, магнитоабразивными, плазменно-механическими, ультразвуковыми абразивными. Из перечисленных методов в ювелирной отрасли нашли широкое применение ультразвуковая, электроэрозионная и лазерная обработка (рис. 13.10).



Рис. 13.10. Классификация электрофизических методов обработки в ювелирной промышленности

Ультразвуковая обработка основана на воздействии механических колебаний ультразвуковой частоты (более 16 кГц) на заготовку, инструмент или среду, в которой ведется обработка. Действие ультразвука заключается в распространении упругих волн в твердых телах или жидкости. Характер этого воздействия может быть различным, поэтому ультразвук целенаправленно используется для осуществления механической обработки твердых материалов, соединения материалов, очистки поверхностей заготовок в жидкой среде и т.д. Достоинством ультразвуковых методов обработки является простота и небольшие удельные затраты энергии.

Ультразвуковые методы в ювелирном производстве нашли наибольшее применение при обработке камней, и в частности при

прошивке отверстий в камнях и стекле, а также при мойке и обезжиривании изделий после выполнения ряда технологических операций.

Ультразвуковые колебания распространяются в твердых телах в форме продольных, изгибных, крутильных, поперечных волн или их комбинаций. Эти волны характеризуются длиной и амплитудой колебаний.

Ультразвуковые системы состоят из генераторов ультразвуковых колебаний для преобразования тока частотой 50 Гц в электрический сигнал частотой 16 кГц и более и ультразвуковых преобразователей.

Возбуждение ультразвуковых колебаний в промышленных установках осуществляется в излучателях продольных колебаний (рис. 13.11). Колебательная система является резонансной, работающей на одной согласованной частоте. Она состоит из ультразвукового преобразователя *1* и волновода *5*. Преобразователь состоит из металлического отражателя *3* и пакета пьезокерамических пластин *4*. Ультразвуковой преобразователь *1* является источником механических колебаний. Он реализует обратный пьезоэффект, т.е. при подаче электрического тока на пьезокерамические пластины последние вызывают механические колебания той же частоты в волноводе. Волноводы могут иметь различную форму в продольном сечении: ступенчатую, коническую, экспоненциальную и пр. Закрепление колебательной системы осуществляется в узле продольных колебаний волновода при помощи фланца *2* с целью минимизации потерь механической энергии. Механические колебания усиливаются по величине (эпюра А) в волноводе и подаются на рабочий инструмент *6*.

Сущность ультразвуковых методов обработки заключается в использовании механических колебаний для интенсификации тех-

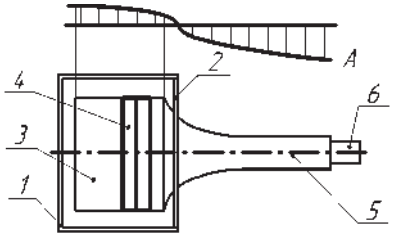


Рис. 13.11. Колебательная система для возбуждения продольных волн

нологических процессов в зоне контакта, кавитационных явлений в жидкости и пр. Механические эффекты основаны на возникновении знакопеременных напряжений в твердом (инструменте, детали) или жидком теле. Они используются при обработке металлов давлением и резанием, при очистке поверхности от загрязнений и пр. Повышение эффективности ультразвуковой обработки особенно заметно при резании труднообрабатываемых и хрупких материалов, на операциях пластической деформации пластичных материалов при прокатке и волочении и т.д. Воздействие ультразвуковых колебаний на пластичные материалы при их резании связано с повышением пластичности и снижением прочности.

Эффективность применения ультразвука при *абразивной* обработке обусловлена кинематикой и динамикой взаимодействия абразивных зерен с обрабатываемой поверхностью. При шлифовании эти процессы сопровождаются снижением сил трения и в то же время — повышением интенсивности съема материала. Обработка свободным абразивом сопровождается высокочастотным ударным воздействием вибрирующего инструмента на заготовку в условиях абразивной среды. Механическое воздействие инструмента приводит к хрупкому выкалыванию обрабатываемого материала и съему припуска. Данный принцип действия используется в ультразвуковых станках для прошивки отверстий, получения рельефных поверхностей гемм на поделочных камнях. Производительность обработки зависит от твердости обрабатываемого материала, вида и размерности абразивных частиц.

Промышленные установки для ультразвуковой абразивной обработки работают на частоте 20 ± 2 кГц при амплитуде от 3 до 10 мкм. Рабочим инструментом при прошивке отверстий служит стальная проволока. Станок состоит из ультразвуковой колебательной системы *1* со сменным инструментом *2*, емкости (ванны) с абразивной средой *3* и механизма подачи инструмента *4* (рис. 13.12). Все конструктивные части станка смонтированы на стойке и основании.

Обрабатываемое изделие размещается в ванне с абразивной средой. Вибрирующий инструмент подводится к обрабатываемому изделию и прижимается с определенным усилием. Для повышения производительности обработки материала создают принудительную циркуляцию абразивной суспензии. Станок предназначен для получения отверстий в бусинах из камней, жемчуга, янтаря, стекла, а также рельефов на геммах и инталиях.

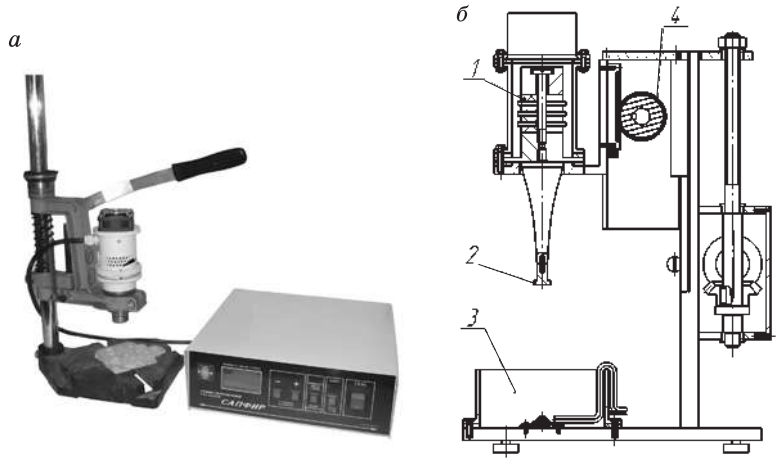


Рис. 13.12. Общий вид (*а*) и схема устройства (*б*) ультразвукового станка

Особо следует отметить возможность применения ультразвуковых систем в моечных машинах для очистки изделий от загрязнений, оксидов и масляных пленок. Очистку поверхностей заготовок в данном случае можно рассматривать как метод обработки тончайшего слоя поверхности материалов. Принцип работы моечных машин основан на кавитационных эффектах, возникающих от действия знакопеременных механических колебаний в жидкостях. Кавитационные пузырьки, двигаясь в направлении от источника колебаний и встречая на своем пути препятствия, ударяются о них и взрываются с огромной силой, разрушая тончайшие слои окислов или жировых пленок на поверхности препятствий. Достоинством данного способа очистки является воможность проникновения кавитационных пузырьков во все труднодоступные места, каналы и отверстия в изделии.

Промышленные ультразвуковые мойки используются при очистке бриллиантов и прочих ювелирных камней после огранки, поверхностей отливок от формовочной смеси после литья, при обезжиривании цепочек до и после пайки фуги, а также в ряде других случаев.

Ультразвуковая *лезвийная* обработка имеет высокую эффективность при обработке труднообрабатываемых металлических материалов и потому нашла применение в машинстроительной отрасли. В ювелирной технике она оказалась невостребованной.

Лазерная обработка. Лазер (от начальных букв фразы «**l**ight **a**mplification by **s**timulated **e**mission of **r**adiation») — источник электромагнитного излучения видимого, инфракрасного и ультрафиолетового диапазонов, основанный на вынужденном излучении атомов и молекул. Высокая температура излучаемого светового луча позволяет плавить любые материалы. Поэтому данную технологию используют для обработки рубинов, алмазов и прочих труднообрабатываемых камней, поверхностей, для сварки металлов и пр.

Световой луч, созданный в оптическом квантовом генераторе (лазере), направляется через оптическую систему. Применяют *твердотельные* и *газовые* лазеры, в которых активным веществом являются кристаллические или аморфные диэлектрики или газ. Наиболее распространенным материалом рабочих тел лазеров является синтетический рубин. Газовые лазеры на основе CO_2 по принципу действия являются импульсными и потому нашли меньшее практическое применение в технике.

Большой интерес для ювелирного производства представляет *лазерная гравировка*, позволяющая расширить ассортимент изготавливаемых изделий, существенно повысить производительность труда и качество гравировки и других видов текстурирования изделий, избавиться от потерь материала при гравировке. С помощью лазерной гравировки можно также создавать высокохудожественные украшения, выполнять индивидуальные эксклюзивные заказы в кратчайшие сроки.

Технология обработки поверхности лазерным лучом основана на удалении поверхностных слоев и изменении цвета или структуры материала в результате испарения частиц металла под воздействием высоких температур на ограниченном участке поверхности. Данная технология позволяет наносить рисунки, надписи, логотипы на различную ювелирную, сувенирную или представительскую продукцию (кольца, браслеты, бирки, брелоки, зажигалки, ручки, часы и пр.) из различных металлов, в том числе благородных. Лазерным лучом получают глухие и сквозные отверстия в труднообрабатываемых материалах (рубинах, алмазах и пр.), фасонные отверстия в материалах и т.д.

Эффективно использование лазеров для сварки легкодеформируемых деталей, когда надо обеспечить минимальную зону термического влияния, тонколистовых материалов и пр. Лазерный луч

позволяет осуществить закрепку камней локальной наплавкой металла в точке или вдоль заданной линии, сварку фуги цепочек, листов титана и алюминия.

Реализация лазерной обработки осуществляется на специальных лазерных установках. Примером подобного технологического оборудования является лазерная установка модели SISMA SMARK 500 (производства компании «Sisma», Италия) (рис. 13.13), которая позволяет наносить достаточно сложные изображения с разрешением от 0,1 до 1000 DPI, в формате bitmap или raster, толщиной линии всего 50...100 мкм (вплоть до переноса фотоизображений). С помощью нее можно наносить глубокие высокоточные нестираемые надписи и рисунки путем термического воздействия на поверхность изделий разнообразной формы.

Благодаря высокой точности позиционирования обрабатываемого изделия можно осуществить лазерную маркировку и клеймение проб и прочих надписей и изображений. Нанесенные лазерным лучом изображения долговечны, не стираются, так как выполняются на самом материале. Высокое разрешение позволяет получить изображение с высокой степенью защиты от подделок.

Установка SISMA SMARK 500 представляет собой лазерный генератор-маркировщик на диодах. Установку можно использовать и для резки металлов. Устройство подключается к персональному компьютеру, программное обеспечение которого позволяет переносить или рисовать изображения или создавать тексты. При вы-



Рис. 13.13. Внешний вид установки для маркировки модели SISMA SMARK 500

ходной мощности лазерного луча в 50 Вт максимальная скорость гравировки составляет 5000 мм/с.

Областью применения ***электроэрозионной обработки*** в ювелирной промышленности является производство сложнопрофильных инструментов и обработка труднообрабатываемых материалов. Данный метод заключается в обработке токопроводящих материалов импульсами электрического тока. Под воздействием электрического разряда возникает высокая температура (до 10 000 °С), разрушающая электроды. Напряжение на электродах достигает напряжения пробоя межэлектродного промежутка, оптимальный зазор между которыми составляет 75 мкм. Под воздействием электрического разряда возникает высокая температура (до 10 000 °С). Разряды проходят между выступающими точками микрорельефа поверхностей электродов, лежащими на минимальном расстоянии друг от друга. При высокой температуре разряда эти выступающие вершинки поверхности оплавляются и уносятся жидким диэлектриком. Следующий разряд происходит в другом месте. Жидкий диэлектрик, заполняющий межэлектродный промежуток, усиливает эффективность процесса. Производительность съема металла зависит от свойств материала (температуры плавления, теплопроводности), а также от режимов работы (энергии, длительности, амплитуды и частоты импульсов электрического тока) и не зависит от твердости обрабатываемого материала, поэтому данный метод может применяться для обработки труднообрабатываемых материалов.

Электроэрозионная обработка подразделяется на следующие разновидности: электроискровую, электроимпульсную и высокочастотную.

Электроискровая обработка применяется для изготовления точных деталей с высоким качеством поверхности, в частности штампов. Она осуществляется при обратной полярности и длительности импульса от 10 до 200 мкс. Обработка проводится при прямой полярности: электрод-инструмент является катодом, заготовка — анодом. Производительность черновой обработки составляет 100...500 мм^3/мин, чистовой — до 0,1 мм^3/мин. Обработка может выполняться профилированным инструментом методом копирования и непрофилированным инструментом (тонкой натянутой проволокой, перематывающейся с одной катушки на другую). Обработка методом копирования сопровождается износом электрода-инструмента.

Электроимпульсная обработка отличается от электроискровой использованием обратной полярности электродов и длительностью импульсов — от 500 до 10 000 мкс. Производительность составляет 5000...10 000 мм^3/мин. Инструмент изготавливается, как правило, из графита. Рабочее напряжение на электродах — 25...30 В, сила тока — 50...500 А.

Высокочастотная электроэрозионная обработка — наиболее производительный и точный метод чистовой обработки. Шероховатость поверхности после обработки Ra = 0,4...0,2 мкм не требует дальнейшей доводки поверхности. Съем металла составляет 1...20 мм^3/мин.

13.5. Нанесение покрытий напылением

Все существующие методы металлизации, отличающиеся друг от друга способом плавления металла, видом применяемой энергии, характером сырья и конструкцией аппаратуры, имеют общие принципы реализации. Одним из них является метод нанесения покрытий на поверхность с использованием высокоэнергетических частиц, называемый ***напылением*** [31]. Напыление имеет ряд достоинств по сравнению с другими методами металлизации:

- высокая производительность;
- хорошее качество покрытия;
- возможность получения декоративных покрытий, имитирующих свойства драгоценных металлов;
- экономичность.

Процессы нанесения покрытий проявляются либо в конденсации (осаждении) вещества на поверхность, либо в насыщении (внедрении, легировании, имплантации) веществом поверхностного слоя. По этому признаку методы напыления разделяются на два вида: ионно-вакуумный конденсационный и газотермический.

Ионно-вакуумный конденсационный метод основан на формировании покрытия в результате взаимодействия потока ускоренных частиц наносимого вещества с поверхностью заготовки. Эти частицы, состоящие из атомов и молекул и находящиеся в ионизированном состоянии, получают испарением или распылением материала покрытия. Процесс напыления осуществляют в вакуумной камере при

пониженном давлении (в пределах $10^{-1}...10^{-3}$ Па). Процесс нанесения покрытия состоит из трех стадий:

1) перевод твердой фазы в газообразную (пар);

2) формирование потока наносимых частиц, их ускорение и перенос на заготовку;

3) конденсация паров на напыляемых поверхностях заготовки.

Технологический процесс ионно-вакуумного нанесения покрытий состоит из двух операций: подготовки поверхности заготовки под напыление и собственно нанесения покрытия.

По способам получения парогазовой среды методы ионно-вакуумного напыления делят на две группы:

- методы, использующие термическое испарение вещества: терморезистивный, вакуумно-дуговой, электронно-лучевой и др.;
- методы, основанные на распылении материала, среди которых наибольшее применение нашел магнетронный метод.

Терморезистивный метод напыления осуществляется в вакууме с использованием нагрева напыляемого вещества, в результате которого оно расплавляется и испаряется в вакууме рабочей камеры. Поток частиц в виде ионов, атомов и капель при этом осаждается на поверхности изделия. Толщина покрытий невелика и находится в пределах 1...3 мкм. Технологическими параметрами процесса напыления являются расстояние между заготовкой и испарителем, которое выбирают в пределах от 20 до 500 мм в зависимости от размеров заготовок, и напряжение смещения электростатического поля между заготовкой и испарителем-анодом ($U_{см}$ = 10...40 кВ). Рабочее давление газа в камере $p = 10^{-2}...10^{-3}$ Па. Однако терморезистивный метод не позволяет получить равномерную толщину покрытия по всей поверхности. Он более предпочтителен для покрытия деталей небольших габаритов.

Напыление может быть осуществлено также *магнетронным* и *ионно-плазменным* методами.

Нанесение покрытий методом вакуумного конденсационного напыления с помощью магнетронной распылительной системы основано на распылении в вакууме материала покрытия и осаждении полученных паров на поверхность заготовки в электростатическом поле. В вакуумной камере размещают магнетронную распылительную систему. Она состоит из катода (напыляемый материал) и кольцевого анода, между которыми создается разность потенциа-

лов. Под катодом располагают постоянные магниты, образующие силовые линии магнитного поля. Над анодом-кольцом располагают заготовку, на которую подается отрицательный потенциал. При подаче напряжения смещения $U_{см}$ между анодом и катодом возбуждается «тлеющий разряд» у поверхности катода. Частицы начинают азимутальное перемещение вдоль силовых линий магнитного поля, в котором расположена и заготовка. Часть ионов распыленного вещества устремляются в ускоряющем магнитном поле к заготовке и формируют покрытие. Давление в рабочей камере составляет $p = 0{,}1$ Па, напряжение смещения $U_{см} = 25...100$ В. Метод позволяет обрабатывать бóльшие площади поверхности, чем предыдущий метод.

В ювелирном производстве вакуумным высокочастотным магнетронным напылением можно получить художественные рисунки любой цветовой гаммы толщиной до 300 мкм с нанесением поверх него цветообразующей оксидной пленки (патент РФ 2077858 от 1993 г.). Магнетронным методом можно получить покрытия с широким спектром цветов с различными оттенками: от темно-синего до светло-голубого, от светло-желтого до красно-желтого, от розового до фиолетового, от темно-зеленого до желто-зеленого, розовый разной интенсивности, сиреневатый с разными оттенками (зависит от толщины оксидного покрытия).

Нанесение ионно-плазменного покрытия представляет собой вакуумную технологию нанесения покрытий из металлов (титана, циркония, хрома, меди, алюминия, латуни и бронзы) и их соединений (нитридов, карбонитов, карбидов, оксидов). Покрытия разных цветов могут наноситься на изделия из различных термостойких материалов: металлов, стекла, керамики. Метод позволяет наносить с помощью трафарета комбинированные покрытия из титана, нитрида титана, циркония, карбидов и окислов металлов.

Разновидностью ионно-вакуумного конденсационного метода является нанесение покрытия методом *конденсации ионной бомбардировкой* (*метод КИБ*). Он основан на испарении материала покрытия с помощью дугового разряда в разреженном газе у торцовой поверхности катода и дальнейшем осаждении полученных паров на поверхность заготовки в электрическом поле. Напыляемый материал служит катодом, анодом — стенки камеры. Ток дугового разряда достигает 100 А. При горении основного разряда происходит

испарение материала с торца катода. Поток испаренных ионизированных частиц фокусируется, ускоряется в электромагнитном поле и наносится на заготовку, размещенную в рабочей камере. Режимы напыления: давление остаточных газов в камере $p = 10^{-3}...5 \cdot 10^{-3}$ Па; разрядный ток $I_{разр} = 30...100$ А; напряжение смещения $U_{см} = 300...1000$ В. Метод отличается высокой производительностью и возможностью групповой обработки изделий.

Метод ***газотермического напыления*** заключается в нанесении тонкого слоя материала на поверхность распылением жидкого или измельченного порошкообразного твердого вещества струей сжатого воздуха в условиях высоких температур. При газотермическом напылении покрытие формируется в результате взаимодействия потока ускоренных частиц, состоящих из ионов, атомов и молекул наносимого вещества, с поверхностью заготовки. Газотермический метод не требует создания вакуума. Ускоренное движение частиц создает газопламенный поток. Для нанесения покрытий применяют аппараты газопламенного типа для расплавления напыляемых материалов. Источником потока частиц является плазмотрон. В нем используется пламя газовых смесей из различных горючих газов и кислорода, образующих плазму. Плазма (от греч. plasma — вылепленное, оформленное) представляет собой ионизированный газ. В качестве горючих газов применяют ацетилен, водород, метан, пропанобутановые смеси, природный и нефтяной газ, которые позволяют наносить покрытия как из металлов с высокой температурой плавления, так и из тугоплавких неметаллических соединений. Водород, азот, гелий, аргон являются плазмообразующими газами. В качестве транспортирующего газа для напыления порошков используют кислород. Подобные газовые смеси позволяют получить высокотемпературное пламя. В частности, кислородно-ацетиленовая смесь позволяет достигнуть температуры до 2800 °С. Природный газ, пропанобутановые смеси являются более экономичными и доступными, благодаря чему их применяют чаще. Скорость расплавленных частиц при напылении составляет 300...500 м/с, что обеспечивает прочное соединение частиц с подложкой. Размеры порошка для напыления имеют малую дисперсию — всего 15...20 мкм.

Частицы распыленного металла закрепляются в углублениях микронеровностей поверхности и механически закрепляются на ней. При металлизации на поверхности образуется до 10...18 % пор по

объему. Степень пористости зависит от вида напыляемого металла, режима напыления и состояния поверхности металлизируемой детали. Для осуществления сцепления частицам металла придают значительную скорость перед ударом. Образование покрытия происходит в результате плавления и диспергирования металла при ударах частиц и сильном их деформировании. В результате удара частицы расплющиваются и образуется чешуйчатый слой. При газовом методе металлизации сырьем для плавления является проволока или дисперсный порошок, которые плавятся в газовом пламени. При ударе о поверхность металлические частицы налипают на нее и образуют покрытие.

Широкое применение данный метод нашел в машиностроении для придания поверхностям особых эксплуатационных свойств: износостойкости, теплостойкости и пр. Так, к примеру, покрытие поверхностей деталей машин слоем твердосплавного материала позволяет существенно повысить их износостойкость. Широкое применение нашло напыление режущей части лезвийных инструментов нитридом титана, позволяющее повысить их износостойкость в 3–5 раз. Плазменное нанесение жаростойких неметаллических материалов (тугоплавких оксидов, силицидов, карбидов, боридов и др.) на металлические изделия позволяет достигнуть высокой коррозионной стойкости изделий, работающих в моющих и дезинфицирующих растворах; высокой механической прочности; инертности при контакте с пищевыми продуктами, средами и тканями человеческого организма. Перечисленные качества напыленных поверхностей позволили использовать технологию напыления при изготовлении медицинских инструментов, изделий культурно-бытового назначения, оборудования для пищевой промышленности и т.д.

Одним из достоинств методов напыления является возможность получения покрытий с особыми декоративными свойствами поверхности заготовок. Такими свойствами, например, обладают напыленные покрытия металлами подгруппы титана. Так, покрытие нитридом титана используется на полированных поверхностях для декоративной имитации золота в зубопротезной практике, на столовых приборах, при декоративной отделке ювелирных изделий, изделий культурно-бытового назначения (рюмок, корпусов и браслетов часов, наградных призов) и пр.

Технологический маршрут напыления состоит из основных и вспомогательных технологических процессов, которые выполняются в следующей последовательности:

1) подготовка поверхности под напыление, заключающаяся в достижении необходимого качества поверхности механической обработкой абразивными методами обработки поверхности (шлифованием, полированием, электрохимической полировкой);

2) мойка изделий — удаление оксидных и жировых пленок с поверхности заготовок;

3) напыление, качество которого во многом зависит от режима напыления;

4) контроль качества изделий. Основными видами контроля являются осмотр внешнего вида, измерение толщины и шероховатости поверхности и пр.

Катодное распыление заключается в бомбардировке положительными ионами твердой мишени (катода) из наносимого материала с осаждением распыленных частиц на поверхности подложки. Источником положительных ионов является плазма электрического разряда, горящего в среде рабочего (инертного) газа.

Ионное осаждение частиц наносимого материала проводят в парообразном состоянии, которое ионизируется и ускоряется в электрическом поле. Ионизация потока испарившегося материала осуществляется внешним пучком медленных электронов, регулируемых плазменным пучком или в разряде.

Другим производительным методом является *высокочастотная металлизация*. Плавление металла осуществляется благодаря токам высокой частоты. Распылением расплавленного металла достигается большая степень дисперсности и более высокое качество напыленных покрытий. Плавление металла происходит на небольшую глубину. Индукционный нагрев металлов токами высокой частоты (около 70 кГц) позволяет получить нагревание на меньшую глубину. Для плавления применяют проволоку диаметром 5...6 мм. Скорость частиц при высокочастотной металлизации зависит от расстояния между соплом и поверхностью детали; на расстоянии около 0,1 м она увеличивается с 65 до 130 м/с. Температура частиц на расстоянии до 0,1 м колеблется в пределах 1200...1400 °С.

Электродуговое расплавление металла достигается с помощью электрической дуги между двумя или тремя электродами в виде

проволок из напыляемого металла. По мере плавления концов электродов происходит их перемещение с помощью специального механизма. Жидкий металл сдувается с концов проволок-электродов струей сжатого воздуха, дробится на мелкие брызги. Электрическая дуга, плавящая металл, горит в потоке сжатого воздуха. Горение дуги происходит непрерывно при постоянной подаче постоянного тока.

Тигельная металлизация существенно отличается от электродуговой или газовой по методу плавления и распыления металла. Металл плавится в тигле и затем подается в форсунку в расплавленном состоянии. Распыление осуществляется горячим сжатым воздухом или другим газом. Вытекая из центрального канала, расплавленный металл попадает в зону действия концентрической воздушной струи. Сорванный потоком сжатого воздуха расплавленный металл дробится на брызги, имеющие различные размеры.

Плазменное напыление применяется при металлизации поверхности распылением твердого вещества струей сжатого воздуха.

13.6. Чернение

Предметы из серебра с чернью известны с древних времен, о чем свидетельствуют обнаруженные изделия при раскопках греческих колоний и скифских курганов Северного Причерноморья, которые относятся к V–VI вв. до н.э.

Чернь представляет собой сплав сульфидов серебра, меди и свинца черного цвета с оттенками от серого до бархатисто-черного. Традиционно покрытие черного цвета в виде орнаментов и рисунков наносили в углубления серебряных изделий. Углубления для чернения получали гравированием, чеканкой или тиснением. Их заполняли порошком специального сплава и подвергали обжигу до расплавления, в результате чего сплав растекался и заполнял эти углубления. После этого поверхность полировали.

На протяжении длительного времени сложились различные составы черненого сплава и технологии его приготовления. Обычно чернь состоит из смеси серебра, меди и свинца в соединении с серой. Кавказская чернь имеет в своем составе еще и сульфид висмута, а некоторые разновидности черни включают также сульфид олова.

Технология изготовления черни по сути остается неизменной на протяжении долгого периода. Она заключается в следующем. В тигле расплавляют необходимое количество серебра и меди, вводят свинец и небольшое количество буры в качестве флюса. Снимая шлак, небольшими порциями добавляют серу. Сплав размешивают деревянной или керамической мешалкой. Потом снова добавляют флюс, перемешивают, удаляют шлак и готовый сплав сливают в чугунную или стальную изложницу. Остывшую чернь дробят на куски и повторно переплавляют с добавлением серы и буры. Качество изготовления черни улучшают многократным повторением (до трехчетырех раз) переплавки, в результате чего ее состав становится более однородным.

Другой традиционный способ состоит в следующем. В тигле сплавляют медь с серебром, добавляют свинец и после тщательного перемешивания расплав выливают в тигель с расплавленной или холодной дробленой серой. Для образования сульфидных соединений серу смешивают с металлами в соотношении 3 : 2. По завершении реакции смесь сливают в стальную изложницу и после остывания ее дробят и вновь переплавляют без добавления серы.

Современная технология получения черни основана на раздельном получении сульфидов металлов (CuS, Ag_2S, PbS), после чего их дробят, смешивают и сплавляют до получения однородной массы в течение 2,5...3,0 ч. Для получения сульфидов металлы в виде стружки смешивают с серой.

Сульфиды могут быть получены в результате раздельного сульфидирования серебра, меди и свинца при плавке в графитовых тиглях при температуре 450...550 °С в течение 3,5...4,5 ч (патент РФ № 2161094 от 2000 г.). Полученные сульфиды серебра Ag_2S (8...12 %), меди CuS (37,5...45,3 %), свинца PbS (46,7...50,5 %) измельчают и смешивают между собой для получения шихты, которую плавят в графитовом тигле, прикрыв древесным углем, в течение 3,5...4,0 ч при температуре 900...1000 °С. В расплав добавляют хлористый аммоний (нашатырь) NH_4Cl в количестве 11,5...13,1 % от общей массы расплава. Нашатырь способствует удалению из черни газовых включений, которые могут стать причиной образования пористости черни на изделиях. Плавку ведут, перемешивая расплав графитовой или керамической палочкой. После окончания плавки расплав сливают в чугунную или стальную изложницу, предварительно разогретую

до 300 °С, медленно охлаждают. После охлаждения полученного сплава его измельчают до достижения размера фракций 60...80 мкм.

Чернь может иметь различные оттенки черного цвета. В частности, для получения черни глубокого черного цвета состав смешивают в следующем соотношении: 46,66 % — CuS, 11,12 % — Ag_2S, 42,22 % — PbS.

Для улучшения сцепляемости черни с металлом применяют различные *флюсы*, в качестве которых выступают бура или насыщенный раствор хлористого аммония. Дагестанские мастера в качестве флюса используют водный раствор поташа, поваренной соли и буры.

Перед укладкой черни края изделий, места пайки на изделии, а также участки, на которые не наносится рисунок с чернью, обкладывают огнеупорным материалом (например, глиной, размешанной с водой). Таким образом, исключают возможность растекания черни по поверхности, предохраняют паяные соединения от выплавления припоя и поверхность изделия от окисления.

Существует два основных *способа нанесения черни*:

1) поверхность серебряного изделия смачивают раствором флюса, нагревают до испарения влаги, покрывают ровным слоем порошка черни и помещают в муфельную печь, после чего доводят до расплавления при температуре 300...400 °С;

2) порошок черни смешивают с раствором флюса до густоты сметаны, после чего наносят на изделие. Изделие просушивают и отжигают в муфельной печи. Обжиг завершают, когда расплавленная чернь полностью заполнит все углубления рисунка.

В процессе плавления чернь вступает в химическую реакцию с серебром и медью, входящими в состав сплава серебра. Образовавшееся прочное соединение может выдержать перегибы и даже прокатку изделия.

После обжига избытки черни удаляют опиливанием с помощью мелкозубого напильника до выявления рисунка, затем изделие шлифуют и полируют.

Типовым современным технологическим процессом чернения в промышленных условиях можно считать технологию, предложенную Великоустюгским заводом «Северная чернь» (патент РФ № 2196051, 2001 г.) Он включает следующие операции.

005 Предварительная подготовка поверхности.

010 Гравирование.

015 Обезжиривание.
020 Крацовка.
025 Обмазка раствором огнеупорной глины.
030 Обработка орнамента рисунка флюсом.
035 Наложение чернового сплава.
040 Плавление черни.
045 Опиловка.
050 Травление.
055 Шлифовка.
060 Полировка.

Предложенная технология выполняется следующим образом. На полуфабрикат наносят подготовленный графический узор с углубленным орнаментом. Подготовка поверхности изделия под чернение предусматривает термическую и химическую обработку. Для этого металл разогревают до температуры 270...310 °С, а затем обрабатывают 5...6%-ным раствором серной кислоты при температуре 70...86 °С.

Декоративный рисунок крацуют и места, не подлежащие чернению, изолируют раствором огнеупорной глины для предохранения поверхностей от окисления. Углубления декоративного рисунка обезжиривают флюсом (насыщенным раствором хлористого аммония) для улучшения условий сцепления металла изделия с черневым сплавом при обжиге. Затем в углубления выгравированного узора ровным слоем прокладывают измельченный черневой сплав в виде смеси сульфидов серебра, меди и свинца. Соотношение сульфидов в смеси должно быть следующим: сульфид серебра — 10 %, сульфид свинца — 46,4 %, сульфид меди — 53,6 %. Черневой сплав прокладывают однократно или несколько раз с промежуточным отжигом таким образом, чтобы рисунок оказался целиком заполнен чернью. Подготовленное изделие подвергается термической обработке в электропечи при температуре 450...550 °С. После обжига образуется твердая корка черневого сплава, которую опиливают, выявляя узор. Изделие обрабатывают 2,5...3,5%-ным раствором серной кислоты при температуре 50...70 °С, для того чтобы контрастно выявить контур чернения. В результате шлифовки и полирования рисунка чернь приобретает блеск.

Иногда, для улучшения декоративных свойств, серебряные изделия с нанесенной чернью дополнительно подвергают гальваниче-

скому золочению. При этом следует иметь в виду, что чернь обладает небольшой электропроводностью. Поэтому участки поверхности, покрытые чернью, необходимо тщательно изолировать защитным лаком, а после золочения — удалить. Свойство черни проводить электрический ток используют специально для снятия черни гальваническим методом в тех случаях, когда на покрытиях выявляется брак. Для этого изделие погружают в электролит, состоящий из водного 10%-ного раствора NaOH, и подключают к аноду. В качестве катода используют нержавеющую сталь. Электролиз ведут при плотности тока 0,1...0,2 А/см^2 и напряжении 2...3 В.

Чернение серебра может быть выполнено в промышленных условиях также ***гальваническим методом***. Для этого используют электролит из очень слабого раствора серной печени или сернистого аммония (0,1...0,5 г/л). В ванну с электролитом на серебряных подвесках загружают серебряные изделия и подсоединяют к аноду. Катодом служит погруженная в ванну платиновая проволока. Чернение ведут в электролите при температуре 18...22 °С, напряжении 1...5 В и плотности тока 0,01...0,02 А/дм^2. Окрашивание изделий в различные тона черного цвета происходит медленно, поэтому качество оксидирования оценивается визуально.

Чернь на ***золоте и его сплавах*** не дает прочного химического соединения. Поэтому при необходимости нанесения черни по золоту чернь прокладывают либо на подслой серебра, либо в углубления, которые имеют в сечении форму «ласточкина хвоста». Для нанесения черни по золоту применяют специальные составы черни, в которые вводятся легирующие присадки, например селен и теллур. Введение присадок осуществляют или в свободном состоянии, или в виде селеноидов (теллуридов) тех металлов, которые входят в состав черни (серебра, меди, свинца). Для приготовления такой черни к порошку обычной черни для серебра прибавляют 5...30 % легирующего компонента (в простейшем случае элементарный теллур или селен). Далее смесь переплавляется при температуре 400...450 °С, охлаждается, дробится и растирается в порошок. Технология прокладывания черни и ее оплавления на золотых изделиях осуществляется так же, как и на серебряных изделиях.

Иногда возникает необходимость нанесения черни не только на металлические, но и на неметаллические материалы. Декоративную обработку поверхности металлов и сплавов любого состава

и неметаллических поверхностей при относительно небольших температурах осуществляют путем нанесения на поверхность изделия тонкого слоя дитиокарбомата металла (патент РФ № 2077606, C23c24/08, B44c1/26 от 1997 г.), общий вид формулы которого имеет вид

$$(R_1R_2NCS_2)_nMe^{+n},$$

где R_1, R_2 — H, алкил, арил; n — валентность металла; Me — медь Cu, свинец Pb, серебро Ag, марганец Mn, никель Ni, цинк Zn и их смеси.

Дитиокарбоматы представляют собой кристаллические соли, нерастворимые в воде, с температурой разложения 180...400 °C. Они используются в качестве фунгицидов (вещества, применяемые для борьбы с грибными, бактериальными заболеваниями растений). Способ чернения заключается в нанесении одного из дитиокарбоматов металлов или их смеси на поверхность изделия и термообработке при температуре 180...750 °C. Нанесенная соль дитиокарбомата металла на поверхность изделий из мельхиора, нейзильбера, алюминия, томпака, сплава серебра 925-й пробы, фарфора, керамики и камня дает покрытие черного цвета хорошего качества.

13.7. Эмалирование

Технология эмалирования была известна еще в древние времена: в Древней Греции (1450 г. до н.э.), на Кипре (X в. до н.э.) и в Азербайджане (VII в. до н.э.). Выемчатая эмаль использовалась в V в. до н.э. у кельтских племен, населявших часть Франции и Британии. В Византии было достигнуто совершенство перегородчатой эмали. Византийская эмаль считается классической. Опыт Византии оказал сильное влияние на развитие техники эмалей в Европе в Средние века. Своего расцвета эмалирование достигло в XII в. В Киевской Руси в начале X в. получила развитие оригинальная техника перегородчатой эмали. С XII по XVI в. выемчатой эмалью на церковной утвари прославился французский город Лимож. С XIV в. появилась технология эмалирования по чеканному рельефу: вся поверхность покрывалась эмалью, сквозь которую просвечивалось изображение. В эпоху Возрождения доминирующей техникой эмалирования стала объемная рельефная эмаль. В XV–XVI вв. город Лимож стал центром развития живописного эмалирования. Широкую известность

получила эмаль в стиле гризайль — эмаль в серых тонах. Данная технология эмалирования осуществлялась на отгрунтованной черной или темной эмалью пластине, на которую затем наносилось изображение белой эмалью. Темный цвет, просвечиваясь через белый слой различной толщины, создавал серые полутона. Сюжеты лиможской эмали отображали сначала библейские истории, а затем в них появились мотивы итальянского Возрождения.

Эмаль представляет собой стекловидный твердый раствор, состоящий из кремнезема, глинозема и других окислов различных цветов, которые обычно называют *плавнями*. Одни из них позволяют снизить температуру плавления, а другие — повысить.

Эмали классифицируются по химическому составу и виду металлической основы.

По химическому составу эмали делятся на *прозрачные* и *глухие* (*непрозрачные*).

По виду металлической основы эмали делятся на выемчатые и перегородчатые. Для осуществления *выемчатого* эмалирования на изделиях делают специальные углубления (выемки), которые заполняются эмалью. Углубления получают различными способами: химическим, пластическим деформированием, обработкой резанием. При *перегородчатом* эмалировании углубления для заполнения эмалью образуются с помощью напаянных перегородок.

Филигранные перегородчатые эмали характерны для русского ювелирного искусства XVI–XVII вв. Они изготавливались из золота, серебра и меди. Ими украшали посуду, ювелирные изделия, ларцы, коробочки, церковную утварь, оклады икон и т.д.

Эмаль широко известна в декоративно-прикладном искусстве в таких разновидностях, как оконная эмаль, финифть и эмаль с накладками металла.

Оконная эмаль отличается особой живописностью. Она известна с XIX в. и представляет собой миниатюрный цветной витраж, работающий на просвет. В настоящее время оконная эмаль применяется для украшения абажуров, фонарей и лампад. Особенно изысканно она выглядит в различных ювелирных украшениях. Основой для нее служит ажурная филигрань, просветы в которой заполняются эмалевой массой. После сплавления эмаль превращается в стекло, вправленное в просвет металлического кружева.

Финифть — это также разновидность тончайшей миниатюрной живописи эмалевыми красками на металлической основе. Данный

прием разработал Жан Тутен в 1632 г. Впоследствии миниатюра по эмали стала самостоятельным видом живописи. Во второй половине XVII в. распространился гильошированный рисунок, в процессе создания которого прозрачные эмали светлых тонов наносились на табакерки, ювелирные изделия, корпуса часов и пр. Основу эмали составлял геометрический отгравированный рисунок на металлической основе, который просвечивался сквозь живописные фрагменты. В эти рисунки также вплавляли золотые блестящие полоски.

Эмаль *с накладками* из металлической проволоки, зерни, вырезок из листов известна еще с XVI в. Русским вариантом этой техники являются устюжские эмали.

Эмаль отличается хорошими декоративными, защитными и антикоррозионными свойствами.

Технология изготовления эмалей

В настоящее время интерес к технике эмалирования повысился благодаря появлению новых легкоплавких эмалей разнообразной цветовой гаммы и современных технологий.

Эмали в настоящее время производятся промышленным способом, но могут быть приготовлены и самостоятельно.

Получение цветных прозрачных и глухих непрозрачных эмалей начинается с подготовки основного бесцветного сплава — ***флюса***, в который добавляют различные красители и который затем переплавляют.

В состав флюсов входят следующие компоненты:

1) белый кварцевый песок, хорошо промытый и растертый в порошок;

2) обыкновенное прозрачное бесцветное стекло, растертое в порошок;

3) бура, прокаленная на металлическом листе для удаления влаги. Бура служит для облегчения и ускорения провара массы, увеличения легкоплавкости и придания эмалям своеобразного жирного блеска. Она способствует также более прочному соединению эмали с металлом;

4) поташ для придания флюсам легкоплавкости и чистоты цвета, прочности и блеска;

5) борная кислота, которая увеличивает легкоплавкость и осветляет эмаль в процессе плавления;

6) сода пищевая (предварительно прокаленная на железном листе);

7) поваренная соль;

8) свинцовый сурик (порошок красного цвета) или свинцовый глет (порошок серовато-желтого цвета).

Компоненты в составе флюсов могут находиться в различных соотношениях. Некоторые из более простых, применявшихся ранее составов флюса приведены в табл. 13.6.

Таблица 13.6

Содержание компонента в флюсе, г

Компонент	Номер состава												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Кварц (в порошке)	2	12	6	1	1	4	3	3	—	50	40	—	48
Стекло (в порошке)	—	—	—	—	—	—	—	—	150	—	—	11,0	—
Бура (прокаленная)	2	—	8	—	1	1	4	5	—	—	—	—	—
Поташ	—	—	—	—	—	—	—	—	1	30	26	—	—
Борная кислота	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0	10
Сода (пищевая)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,7	30
Соль (поваренная)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Свинцовый сурик (в порошке)	1	30	1	3	3	15	10	1	150	70	75	—	30

Основой для изготовления цветных современных эмалей, применяемых в ювелирной промышленности, является бесцветный сплав, состоящий из оксидов металлов (табл. 13.7).

Плавление флюсов осуществляется в графитовых или керамических тиглях.

Приготовление флюсов требует соблюдения определенной последовательности операций и режимов плавки. Тигель для плавки предварительно разогревают в муфельной печи и небольшими порциями засыпают в него смесь, которая сначала превращается в зернистую массу, плавится и затем начинает кипеть с выделением газов и пузырей.

Таблица 13.7

Состав флюса для цветных эмалей, %

Компонент	Для прозрачных эмалей	Для глухих эмалей
Оксиды свинца	43,24	52,0
Оксиды кремния	39,36	30,0
Оксиды калия	15,62	6,9
Оксиды бария	0,42	1,8
Оксиды натрия	0,18	0,8
Оксиды мышьяка (III)	1,11	8,5
Оксиды сурьмы (III)	0,07	—

Степень готовности флюса определяют снятием пробы. Для этого в расплавленный состав опускают, а затем вынимают длинный стальной крючок, раскаленный на конце. Флюс считается готовым, если он тянется в виде гладкого, тонкого волоса. Тогда тигель захватывают щипцами и выплескивают флюс в воду. Полученный затвердевший флюс размельчают в мелкий порошок и высушивают при высокой температуре. Сырые смеси сплавляют при более высокой температуре, чем готовые сплавы того же состава. Хранить готовые, хорошо просушенные флюсы необходимо в плотно закрытой стеклянной таре.

Флюс для приготовления прозрачных и наиболее легкоплавких эмалей получают из смеси, состоящей из оксида кремния (21,8 %), оксида бария (5,5 %), оксида натрия (8,8 %), оксида титана (2,4 %) и оксида свинца (61,5 %).

Флюс для получения легкоплавких эмалей с температурой плавления ниже 800 °С (применяемый для эмалирования низкопробных сплавов золота и серебра, а также латуни) готовят в два этапа. Сначала смешивают и сплавляют в тигле смесь, состоящую из кварца в порошке, сурика и прокаленной соды в соотношении 10:10:3. После сплавления смесь растирают в мелкий порошок, смешивают с прокаленной содой и борной кислотой в соотношении 41:5:3, а затем снова сплавляют в тигле, после чего выливают на каменную плиту, охлаждают и измельчают в порошок.

Для получения цветных эмалей применяют ***красители***, которые добавляют к флюсу в разных концентрациях. Красителями являются

различные оксиды металлов (табл. 13.8). Густота и сила тона эмали зависят от количества добавляемого оксида: чем его больше, тем интенсивнее и ярче цвет. Дополнительные тона образуются при смешении эмалей между собой в порошкообразном состоянии. Красящие вещества обладают неодинаковой окрашивающей способностью. Например, на цвет эмали сильно влияет серебро: добавление лишь 0,1 % хлористого серебра придает сплаву интенсивный желтый цвет. Для того чтобы получить желтые тона, необходимо добавить 7...10 % оксида сурьмы. Особенно сильно способствует окрашиванию эмали золото. Достаточно добавить лишь 0,04 % золота для того, чтобы получить густо окрашенную красную прозрачную эмаль, так называемый «золотой рубин».

Таблица 13.8

Красители для получения цветных эмалей

Красящее вещество	Цвет эмали
Оксид железа в комбинации с другими соединениями	Желтый, красный, коричневый, серый, черный различных оттенков
Оксид марганца	Фиолетовый, коричневый, серый, черный
Оксид меди	Сине-зеленый различных оттенков
Медь	Рубиново-красный (медный рубин) с переходом в розовый и лиловый, серый и бирюзовый
Закись-окись кобальта	Синий различных оттенков, голубой
То же, в смеси с другими оксидами	Фиолетовый, серый, черный
Оксид хрома	Зеленый
Хромовокислый свинец и хромпик	Розовый, ярко-красный, коричневый
Хромистый железняк	Черный, коричневый
Комбинация оксидов: хрома, кобальта, олова, калия	Сиреневый и цвета гвоздики (так называемые «пинки»)
Оксид урана	Желтый, красно-оранжевый
Титановая кислота	Желтый
Оксид сурьмы (III)	Желтый и оранжевый различных оттенков
Оксид никеля	Серый и коричневый

Окончание табл. 13.8

Красящее вещество	Цвет эмали
Оксид иридия	Черный
Соединения золота	Различные оттенки красного: от розового до пурпурового (золотой рубин)
Оксид олова	Молочно-белый, заглушающий прозрачность
Оксид олова с фосфорнокислой медью	Бирюзово-лазурный
Соединения серебра	Желтый
Водный оксид железа	Охристый

Глухие (непрозрачные) эмали получаются введением в состав флюса веществ, которые сами являются в процессе плавки непрозрачными и нерастворимыми (оксиды олова, сурьмы, гипс) или растворимыми при высоком нагреве, но выделяющимися вновь в виде непрозрачных отложений при охлаждении (мышьяковистый ангидрид (белый мышьяк), фосфорные и фтористые соединения и закись меди). В больших количествах эти добавки образуют глухие эмали, а в малых количествах при первой плавке — прозрачные эмали. Это свойство особенно сильно проявляется при введении в сплав закиси меди: в больших концентрациях она дает эмаль красного цвета, в малых — прозрачную эмаль. Повторная плавка эмалей без изменения количественного соотношения компонетов может вызвать потемнение.

В качестве ***вспомогательных материалов*** при эмалировании используются кислоты и соли.

Кислоты необходимы для травления заготовок из сплавов серебра и меди. *Серная кислота* применяется для отбеливания заготовок и готовых изделий, *соляная кислота* — для отбеливания паяных перегородчатых, в том числе и филигранных заготовок под эмаль. *Борная кислота* нужна для декапирования серебряных заготовок под эмаль и для изготовления флюсов. *Лимонная* и *щавелевая кислоты* применяются для отбеливания изделий с эмалями пониженной кислотоустойчивости. В отдельных случаях для травления может использоваться *меланж*, в который входят азотная, серная и соляная кислоты в соотношении 1,0 : 1,0 : 0,02.

К солям для эмалирования относятся *бура* и *поташ*. Они используются в качестве флюсов при работе с высокой температурой.

Металлы как основа для эмалирования

Художественные достоинства и качество эмали во многом зависят от металлической основы для наложения эмалей. Металлы должны обладать необходимыми физико-механическими и химическими свойствами. Предел прочности эмалей на разрыв — 280...350 МПа. Наиболее важным является температура плавления, которая не должна превышать температуру обжига (плавления) белой эмали — 800 °С. Из приведенных в табл. 13.9 данных видно, что этому требованию не соответствует только алюминий. Вторым по значимости свойством металлов является коэффициент линейного теплового расширения α ($10^{-6} \cdot °C^{-1}$). Лучшее качество и прочность эмалевого покрытия достигается, если данный коэффициент у металлов не сильно отличается от эмалей. Его величина для металлов имеет следующие значения: платина — 9,0; золото — 14,2; серебро — 19,5; медь — 16,6; бронза — 18,0; алюминий — 22,2. У стекла и стекловидных материалов — 6,0...9,0. Этому требованию соответсвуют сплавы драгоценных металлов высокой пробы. Кроме того, металлы при обжиге эмали должны сохранять свой цвет и блеск, отражать свет сквозь слой эмалей и не окисляться от температурного воздействия. Этим свойством обладают только драгоценные металлы: золото, серебро и платина.

Таким образом, для эмалирования лучше всего подходят такие металлы, как чистое золото и высокопробные сплавы золота, чистое серебро и высокопробные сплавы серебра, чистая медь и ее сплавы (томпак, в редких случаях — бронза).

Таблица 13.9

Температура плавления некоторых металлов

Металлы и их сплавы	Температура плавления, °С	Металлы и их сплавы	Температура плавления, °С
Алюминий	660	Золото (чистое)	1063
Латунь	900...1000	Медь (чистая)	1083
Серебро (чистое)	960	Никель (чистый)	1455
Томпак	1000	Железо	1535
Бронза	1000	Платина	1769

Наилучшей основой для эмалирования считается ***золото***. Оно незначительно удлиняется при нагреве, придает эмали яркость и блеск. ***Серебро*** подвержено тепловой деформации и оттого хуже удерживает

эмаль. Низкопробные золотые и серебряные сплавы являются непригодными для эмалирования.

Медь как металл с высокой температурой плавления для эмали служит хорошей основой. Однако следует отметить, что при одновременном термическом воздействии на эмаль и ее основу из недрагоценных металлов блеск эмали может измениться в результате окисления основы (табл. 13.10), вследствие чего эмаль станет тусклой и темной. Поэтому медь и черные металлы используют только под глухие (или нак называемые опоковые) непрозрачные виды эмалей. А для повышения блеска эмали на медные основы подкладывают золотую (под красные и желтые тона) или серебряную фольгу либо на подслой белой эмали кладут прозрачные эмали. При этом следует учитывать, что на серебряной фольге особенно хорошо светятся голубые, синие и зеленые эмали. Кроме того, из-за большой разности в значениях коэффициента теплового линейного расширения меди и эмали при нагреве и охлаждении может произойти отслаивание эмали от изделия. Поэтому для лучшей сцепляемости эмали поверхность металла рекомендуется выполнить шероховатой.

На ***томпак*** можно наносить как глухие, так и прозрачные эмали, так как его блеск под слоем эмали сохраняется, хотя отражательная способность томпака значительно уступает отражательной способности драгоценных металлов. Поэтому на томпак целесообразно наносить нижний слой прозрачной эмали.

Таблица 13.10

Способность металлов сохранять свой цвет и блеск после обжига эмали

Металл	Цвет металла	Блеск эмали после обжига
Золото	Желтый	Сохраняется
Серебро	Белый	Сохраняется
Медь	Красный	Не сохраняется
Томпак	Желто-красный	Не полностью сохраняется
Сталь	Серый	Не сохраняется

Бронза же является плохим материалом для эмалирования, так как окисляется, и потому может быть использована только как основа для глухих эмалей. Кроме того, сцепление эмали с бронзой непрочное, поэтому эмаль легко осыпается.

Алюминий в качестве основы для эмалирования непригоден из-за меньшей температуры плавления по сравнению с температурой плавления эмалей.

Технология эмалирования

Процесс эмалирования можно разделить на четыре этапа:
1) подготовка поверхности изделия под эмаль;
2) наложение эмали;
3) обжиг эмали;
4) отделка изделия.

Подготовка изделия под эмаль проводится для удаления с поверхности металла различных загрязнений и оксидных пленок. Очистку осуществляют сначала механически способом — крацеванием латунными или капроновыми крацовками, а затем химически — обезжириванием и травлением в азотной кислоте или отбеливанием в слабом растворе серной кислоты. Заготовки из меди или томпака подвергают нагреву в печи до появления тончайшей пленки, которая способствует соединению эмали с металлом.

В сплавах драгоценных металлов перед эмалированием необходимо снизить содержание недрагоценных металлов в поверхностном слое путем многократного повторного отжига с последующим травлением и крацеванием. Количество отжигов зависит от пробы сплава (табл. 13.11).

Таблица 13.11

Число обжигов эмали для сплавов металлов

Металл	Проба	Число отжигов	Металл	Проба	Число отжигов
Золото	958	2	Серебро	925	2...3
	750	2...3		875	3...4
	583	4...5		830	4...5

Способ ***наложения эмали*** на изделие зависит от объемов производства. Он может быть ручным или машинным.

Ручной способ применяется в условиях мелкосерийного производства. При этом размолотую эмаль размешивают с водой до получения кашицы и накладывают на изделие с помощью кисточек или металлического шпателя.

При поточном производстве, а также при эмалировании больших плоских поверхностей применяется *машинный* способ. В этом случае размолоченную, хорошо просеянную эмаль размешивают с водой, в которую вводят крепители (декстрин, мочевину) в количестве 2,0...2,5 г на 1 л шликера и другие добавки. Данный состав наносят на поверхность с помощью специального аэрографа. После наложения эмали изделие просушивают, чтобы влага не могла образовать пузырей и пустот при обжиге.

Обжиг эмали осуществляется в электрических печах с открытыми нагревательными спиралями. Обжиг можно проводить также в печах с газовым пламенем, но соблюдая условие: пламя горелки должно быть направлено на обратную сторону изделия, а не на эмаль. Эмали обжигают при различных температурах. Температура обжига зависит от химического состава эмали, который характеризуется цветом. Для промышленных эмалей, которые обозначаются номерами, температура обжига приведена в табл. 13.12.

Таблица 13.12

Температура обжига эмалей

Номер эмали	Цвет эмали	Температура обжига, °С
Глухие (непрозрачные) эмали		
10	Белый	740...780
12	Белый	760...840
13	Белый	820...840
23	Серый	720...820
31	Черный	780...860
34	Желтый	720...840
28	Голубой	720...820
60	Зеленый	740...840
85	Бирюзовый	740...820
16	Опаловый	780...840
91/2	Синий	740...800
99	Желто-зеленый	740...800
134	Оранжево-красный	760...840
Прозрачные эмали		
32	Фондон (прозрачный)	800...860
102	Голубой	720...880

Окончание табл. 13.12

Номер эмали	Цвет эмали	Температура обжига, °С
119	Фиолетовый	760...880
124	Синий	720...840
5	Красный	780...880
83	Зеленый	720...840
84	Зелено-желтый	700...880
117	Коричневый	720...840
120	Сине-зеленый	700...840
50	Темно-синий	740...880
66	Светло-синий	720...820
103	Темно-зеленый	720...840
114	Морская зелень	740...880

Изделия, подлежащие обжигу, размещаются на специальных подставках, которые не должны вступать в соединение с расплавленным эмалевым покровом и не должны окисляться от действия влаги при высоких температурах. Этим требованиям соответствуют нержавеющие (никелиевые), а также жароустойчивые (хромоникелевые) стали. Подставки из углеродистых сталей разрешается использовать, если их поверхности натерты мелом для образования защитного слоя на окисляющемся металле.

Требуемый уровень температуры плавления эмалей определяют, как правило, опытным путем. Для этого обжигают сначала образцы с наложенными тугоплавкими эмалями, а затем образцы с легкоплавкими эмалями. Когда эмаль приобретет стекловидный блеск, изделие вынимают из печи и охлаждают.

Отделочная обработка изделий включает правку (рихтовку), исправление дефектов и отбеливание. Деформированные от действия температуры плоские пластинки выпрямляют (рихтуют) в нагретом состоянии на правочной плите. Исправление незначительных дефектов в виде трещин, пузырей, обнаженных участков на поверхности металла осуществляют повторным нанесением эмали. После обжига изделие подвергают окончательной отделке. Не покрытые эмалью металлические участки, подверженные окислению при обжиге, отбеливают в емкости со слабым 15%-ным раствором серной кислоты.

14 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Ювелирные изделия относятся к особой группе предметов потребления с улучшенными эстетическими характеристиками и безупречным качеством исполнения. Контроль ювелирных изделий предназначен для оценки соответствия качества выполненных работ по изготовлению изделия требованиям чертежа, техническим условиям или стандартам. На предприятиях ювелирной промышленности контроль качества возлагается на ***службы контроля***. Их основной задачей является своевременное обнаружение дефектов в изделии и предотвращение выпуска предприятием товара, не соответствующего требованиям ГОСТов, ОСТов, ТУ, утвержденных образцов, эталонов, условий поставки и договоров. Изделия должны быть приняты службой технического контроля предприятия-изготовителя.

Контроль изделий предусматривает:

- внешний осмотр;
- измерение массы, размеров, контроль формы и взаимного расположения поверхностей, качества поверхности и угловых параметров;
- контроль соответствия техническим требованиям.

Используются следующие виды техническиого контроля ювелирных изделий: сплошной, выборочный, профилактический, летучий и самостоятельный. *Сплошному* контролю подвергают все без исключения изделия, а *выборочному* — отобранную для контроля часть продукции. *Профилактический* контроль осуществляется в плановом порядке на всех этапах технологического маршрута изготовления изделия. *Летучий* контроль предназначен для выявления причины брака на момент проверки. *Самостоятельный* контроль проводится при условии бездефектного изготовления продукции. На изделия ставят личное клеймо исполнителя.

В зависимости от этапов выполнения технологического процесса контроль может быть входным, пооперационным и окончательным (приемочным). *Входной* контроль предназначен для оценки качества материалов и плуфабрикатов, поступающих на производ-

ство, соответствия требованиям стандартов, технических условий, чертежей. *Пооперационный* контроль осуществляют на рабочих местах для проверки качества выполнения технологических операций. *Приемочный* контроль — это окончательный контроль готового изделия. Приемочному контролю подвергаются изделия на предприятии-изготовителе, а входному контролю — у заказчика.

У заказчика проводится 100%-ный контроль изделий с драгоценными камнями; остальные изделия подвергаются выборочному контролю (до 10 % от партии, но не менее 10 шт.). Если в ходе выборочного контроля у заказчика обнаружено несоответствие изделий установленным требованиям, то осуществляется повторный контроль изделий в удвоенном количестве из той же партии. Результаты повторного контроля являются окончательными и распространяются на всю партию. Изделия, не соответствующие требованиям, должны быть возвращены предприятию-изготовителю.

Контроль внешнего вида изделий (кроме размеров пор), качества маркировки и упаковки осуществляется визуально в отраженном свете электрической лампы мощностью 30...40 Вт при расположении источника света на расстоянии 250...300 мм от изделия. Визуальный контроль внешнего вида изделий и ювелирных камней может выполняться также с использованием оптических устройств: лупы, микроскопа и пр. (рис. 14.1).

Контроль размеров пор осуществляется с помощью измерительной лупы ЛИ-3–10^x. Контроль маркировки, наносимой непосредственно на изделие, выполняется с помощью лупы ЛП-1–6^x.

Контроль качества внешнего вида покрытий проводится на соответствие образцам-эталонам.

Контроль вставок в парных изделиях осуществляется на белой бумаге в помещении, в которое не попадает прямой солнечный свет. Контроль качества закрепки вставок проводится визуально и легким покачиванием вставки (со стороны площадки) закругленным пластмассовым или деревянным стержнем.

Контроль работы замков, булавок и шарнирных соединений осуществляется пятикратным опробованием их в действии.

Контроль прочности цепочек, полотен браслетов, нитей бус и присоединительных звеньев шейных украшений выполняется путем приложения к ним статических усилий с помощью специальных приспособлений. Продолжительность воздействия нагрузки должна быть не менее 10 с.

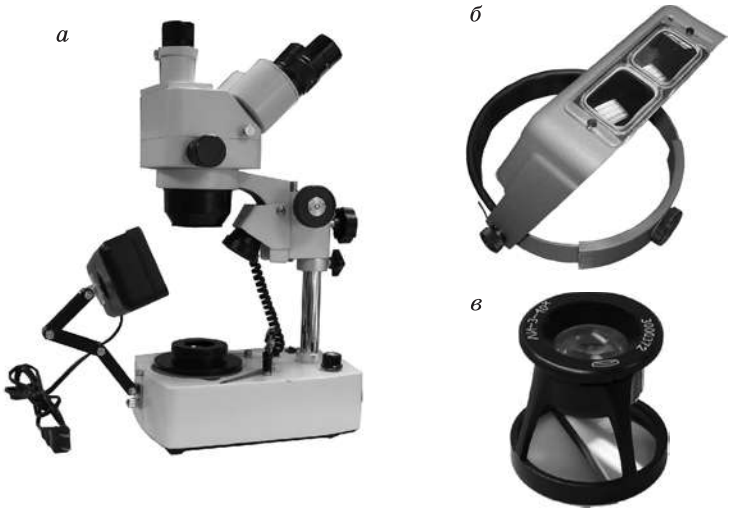


Рис. 14.1. Оптические приборы и средства для визуального контроля: *а* — микроскоп; *б* — бинокулярные очки; *в* — лупа

Контроль размеров колец осуществляется кольцемером; браслетов и цепочек — металлической линейкой или другими средствами контроля.

Устойчивость посуды и столовых приборов определяется установкой изделий на ровную плоскость с углом наклона плоскости к горизонтали. Посадку крышки определяют наклоном чайника или кофейника с помощью устройства, способного наклоняться на угол 70°. Устройство содержит подвижную площадку, снабженную держателями изделий и их крышек.

Контроль массы изделий осуществляется на высокоточных весах.

Обязательному контролю подвергаются соединения частей изделия и работоспособность механизмов. Этот контроль проводится визуально без каких-либо средств измерения.

При огранке камня контролируются его исходные линейные размеры и масса. При обработке на различных этапах контролируются углы и параметры качества обработки (шероховатость). Мерительными инструментами являются штангенциркуль ШЦ ГОСТ 166–89 с точностью до 0,05 мм; угломер 2М типа 1...2 ГОСТ 5378–88 с точностью до 29; лупа ЛП 3–10^{x} ГОСТ 25706–83 с точностью до 0,001 мм.

Контроль и учет массы материала заготовок и изделий выполняют на различных точных электронных весах, которые позволяют контролировать массу как исходных слитков, так и металла в конце обработки.

Для измерения длин, углов и взаимного расположения поверхностей применяются различные мерительные инструменты (рис. 14.2). Многие из них оснащаются электронными системами отсчета. Точность отсчета по нониусу штангенциркуля составляет 0,01 мм. Для более точного измерения размеров используют микрометр с точностью отсчета 1 мкм.



Рис. 14.2. Средства контроля и измерений:
а — штангенциркуль; *б* — микрометр; *в* — браслетомер; *г* — кольцемер; *д* — сита; *е* — разметочный циркуль; *ж* — браслет для запястья; *з* — электронные весы

Для измерения размеров и массы драгоценных и полудрагоценных камней, а также жемчуга применяются измерители размеров драгоценных камней, калибр-определитель размеров жемчуга,

калибр для измерения алмазов от 0,3 до 4 каратов и др. Измерение проводится с точностью до 0,1 мм. Отсчет размеров может выполняться с помощью двух шкал: в миллиметрах и дюймах. Конструктивно измерители подобны штангенциркулям. Длина штрихов на нониусе составляет 60, 80 и 100 мм. С целью обеспечения износостойкости данные интрументы изготавливаются из латуни.

Качество поверхности оценивается специальными приборами — профилометрами и профилографами. Профилометры позволяют измерить уровень шероховатости поверхности по прибору, а профилографы — кроме того, записать на специальную электрографическую бумагу профиль поверхности в большом увеличении (до 1000^{x}).

Твердость металлических материалов можно измерить специальным устройством — твердомером, который позволяет оценить твердость материала по отпечатку внедренного в него наконечника. Для термически не обработанных мягких металлов используют наконечник в виде шарика определенного диаметра, а для закаленных сталей — алмазную пирамидку.

Все специальные средства контроля должны быть аттестованы.

В ходе технического контроля ювелирные изделия сортируются на годные, бракованные и дефектные. ***Годными*** считаются изделия, соответствующие всем требованиям нормативно-технических документов (НТД). Изделия, не соответствующие требованиям НТД, считаются ***бракованными***. ***Дефектные*** изделия делятся на две группы в зависимости от степени непригодности: исправимые и неисправимые. Изделия с исправимыми дефектами возвращаются предприятию-изготовителю на устранение брака. Неисправимые изделия изымают из рабочих мест и передают в изолятор брака по накладной и при этом составляют акт на брак.

Для изделий, брак которых не был выявлен в ходе предыдущего контроля, но обнаружился позже при эксплуатации, срок гарантии скрытых дефектов составляет шесть месяцев со дня продажи изделий через предприятия торговли.

В ювелирном производстве контролируются также условия транспортирования, хранения и эксплуатации ювелирных изделий.

Транспортирование изделий должно осуществляться специальными транспортными службами связи.

Хранение изделий должно осуществляться в соответствии с положениями группы 1 ГОСТ 15150 с соблюдением мер, исключающих

механическое повреждение изделий и обеспечивающих их сохранность.

Ювелирные изделия должны эксплуатироваться в условиях, исключающих их механическое повреждение, а также взаимодействие со щелочными моющими средствами и веществами, содержащими хлор и йод, кремами и мазями, содержащими ртуть или ее соединения. При эксплуатации изделий со вставками следует избегать воздействия на изделие быстроменяющихся температур.

15 ПРОБИРОВАНИЕ, КЛЕЙМЕНИЕ, МАРКИРОВКА И УПАКОВКА ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Пробы и пробирование. Количество драгоценного металла в 1000 частях сплава называется ***пробой***. Например, в сплаве золота 585-й пробы (или золото 585°) содержится 585 частей чистого золота. Остальная часть сплава — это легирующие компоненты (серебро, медь и пр.). В каждой стране утверждаются свои пробы, поэтому содержание драгоценных металлов в сплаве может отличаться.

Ценность драгоценного сплава определялась еще в XVII в. по изменению цвета при накаливании металла на огне. Официально пробирование в России было введено в 1700 г. указом Петра I. Согласно указу предусматривалось создание Центрального пробирного учреждения. В СССР в 1927 г. были введены стандарты на пробы драгоценных металлов и новые виды клейма для них. Предусматривалось, что чистое золото имеет пробу 999,9. На другие пробы были установлены допуски:

- для золота ±3 пробы;
- серебра ±5 проб;
- платины ±5 проб;
- палладия ±5 проб;
- филигранных изделий ±20 и т.д.

В настоящее время определение пробы осуществляют по различным методикам:

- химико-аналитической;
- на пробирном камне;
- купелированием в муфельной печи;
- спектральным анализом.

Из перечисленных методов определения пробы наиболее простым является ***химико-аналитический***, заключающийся в нанесении химреактива. Наличие драгоценного металла в сплаве проверяется визуально нанесением на чистую поверхность исследуемого металла капли раствора хлорного золота. Результат химической реакции реактива с металлом проявляется в виде пятна, цвет которого свидетельствует о наличии драгоценного металла (табл. 15.1).

Таблица 15.1

Результаты химической реакции металлов с металлами

Цвет исследуемого металла	Исследуемый металл	Время протекания реакции	Цвет пятна
Белый	Серебро	1...2 с	Темно-зеленый
Белый	Алюминий	1...2 с	Желтый, с пузырьками газа, который затем чернеет
Белый	Олово	30...40 с	Черный
Сине-серый	Свинец	1...2 с	Грязно-желтый
Беловато-желтый	Сплав серебра	1...2 с	Черный
Желтый	Золото	1...2 с	Нет реакции
Желтый	Золото ниже 583°	1...5 мин	Каштановый
Желтый	Латунь	1...2 с	Черный
Красный	Медь	1...2 с	Черный
Красный	Сплав золота выше 583°	1...2 с	Нет реакции
Красный	Сплав золота ниже 583°	1...5 мин	Золотистый, каштановый

Метод пробирования ***на пробирном камне*** заключается в визуальном сравнении результатов химической реакции металла-эталона (пробирной иглы) и испытуемого металла с реагентами. Пробирный камень изготавливают из разновидности мелкозернистого кремниевого сланца черного цвета, который содержит свыше 70 % кремнезема SiO_2, а также глинистые материалы, слюду и другие элементы. Пробирная игла изготавливается из латуни. Ее длина составляет 6 см. К концу иглы припаяна полоска из сплава драгоценных металлов установленной пробы. На пробирном камне испытуемым металлом проводят черту длиной 10...15 мм и шириной 2...3 мм. Рядом с ней наносят несколько штрихов сплавом эталонной пробирной иглы. Поперек этих штрихов стеклянной палочкой наносят пробирный реактив и визуально через 10...20 с по скорости и интенсивности растворения испытуемого сплава и сплава пробирной иглы делают вывод о соответствии образца эталону и, таким образом, о содержании золота в сплаве.

Такой метод пробирования обеспечивает точность в диапазоне 2–5 проб. Для его проведения необходимо иметь набор эталонных игл каждой пробы, различных по цвету и лигатуре. Например, только для исследования пробы 583 используются пятнадцать игл, различающихся по цвету.

Химические реактивы, применяемые для пробирования разных сплавов, различны. Для определения проб сплавов золота и серебра можно использовать хромпик (двухромовокислый калий), азотнокислое серебро, железистосинеродистый калий, а для сплавов платины и палладия — иодистый калий.

Платина или ее сплавы качественной пробы растворяются только в горячей плавиковой кислоте. Поэтому реакция штриха платины с пробирной кислотой свидетельствует о том, что исследуемый металл не является платиной. Отсутствие реакции говорит о том, что исследуемый металл является платиной, либо сплавом платины выше 800-й пробы.

Для проведения пробирования ***муфельным методом*** используется муфельная печь. Иногда этот метод называют также *купелированием*. Его сущность заключается в выведении золота из исследуемого сплава и определении его количества в общей массе сплава. Для этого исследуемый сплав предварительно сплавляют со свинцом, добавив флюс. Полученный сплав исследуемого металла со свинцом называется *веркблеем*.

Веркблей подвергается окислительному плавлению при температуре 1123 °С в специальном огнеупорном сосуде — купели. Купель изготавливается из чистой костяной муки или магнезита с цементом. Купель вместе с веркблеем помещают в муфельную печь. В условиях высокой температуры купель обладает свойством всасывать в себя оксиды свинца и легирующие металлы. Купелирование в печи завершается так называемым цветением, т.е. появлением радужных кругов над сплавом, и бликованием, т.е. излучением блеска.

Образовавшийся сплав драгоценных металлов из золота и серебра называется *корольком*. Застывший сплав-королек раскатывают в ленту и воздействуют на него азотной кислотой, в результате чего серебро выводится из сплава. Осадок золота просушивают, прокаливают и взвешивают для установления пробы. Восстановление растворенного серебра осуществляется осаждением серебра по реакции

$$2AgCl + Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + 2HCl + 2Ag\downarrow.$$

Клеймение. На всех изделиях из драгоценных металлов ставится клеймо пробы установленного образца Инспекцией пробирного надзора и знак-именник предприятия-изготовителя. Кроме этого, допускается нанесение на изделие дополнительного клейма рабочего и отметки закрепщика предприятия-изготовителя. На реставрированных изделиях должен быть поставлен знак «Р».

Если в изделиях используются видимые детали из недрагоценных металлов, то предприятием-изготовителем на них (за исключением стальных пружин, вставок и штифтов, булавок к серебряным брошам) наносится оттиск в виде знаков «мет.» (т.е. металл), «мельх.» (т.е. мельхиор), «нерж.» (т.е. нержавеющая сталь). Количество и масса деталей из недрагоценных металлов указываются в технической документации. Место и способ нанесения клейм, а также обозначение маркировки должны соответствовать требованиям конструкторской документации на изделие и «Правилам клеймения изделий из драгоценных металлов». Оттиски клейм должны быть четкими.

К нанесенным маркировкам предъявляют повышенные требования по качеству оттисков клейм. Браком при маркировке не являются:

- смещение расположения оттисков клейма Инспекции пробирного надзора относительно оттиска знака-именника предприятия-изготовителя;
- незначительная деформация поверхности или форм детали изделия в зоне оттисков клейм;
- неравномерность глубины оттиска клейм.

Маркировка камней. Драгоценные камни в изделии также должны иметь маркировку. К изделиям с драгоценными камнями прилагается этикетка, на которой имеются реквизиты вставки. Так, этикетка для одного бриллианта круглой огранки должна содержать следующие реквизиты:

Бриллианты ТУ 25–07.1318–77 3Кр 17–0,03–1/2А

ТУ 25–07.1318–77 — обозначение нормативной документации на бриллианты;

3Кр 17–0,03–1/2А — характеристика бриллиантов: 3 — количество вставок; Кр 17 — форма огранки (круглая семнадцатигранная);

0,03 — масса в каратах; 1/2 — группа цвета/группа дефектности; А — группа геометрических параметров [2, 58, 59, 70].

Бриллианты
10Бр 0,25 П-49 1/2А

Здесь 10Бр — количество бриллиантов; 0,25 — масса бриллиантов в каратах; П-49 — форма огранки бриллиантов («принцесса»); 1/2 — группа цвета/группа дефектности; А — группа геометрических параметров.

Некоторые производители бриллиантов могут наносить фирменное лазерное клеймо на рундисте камня.

Изумруды и другие драгоценные камни имеют следующую маркировку:

Изумруды
3 КБ-1,15–2/1

3 — количество вставок; КБ — вид огранки (кабошон); 1,15 — масса изумруда в каратах; 2/1 — группа цвета/категория качества.

Маркировка изделий. Каждое ювелирное изделие должно иметь *ярлык*, содержащий следующие сведения:

1) наименование и товарный знак предприятия-изготовителя;
2) местонахождение предприятия-изготовителя;
3) наименование изделия;
4) артикул;
5) наименование и проба драгоценного металла;
6) масса изделия в граммах;
7) цена за грамм;
8) цена изделия;
9) размер кольца, браслета, цепочки, длина присоединительного звена браслета;
10) наименование материала вставки;
11) номер изделия;
12) месяц, год изготовления;
13) номер акта калькуляции;
14) обозначение стандарта;
15) штамп ОТК.

Ярлыки гарнитуров и наборов имеют особенности: на них должно быть указано наименование и количество каждого изделия, входящего в комплект.

Ярлыки для одноименных изделий традиционно выполняются размером 25×35 мм. Предельно допускаемые отклонения размеров ярлыков не должны превышать ±2 мм. Для изделий с большим числом вставок, гарнитуров и наборов размеры ярлыков устанавливаются в зависимости от количества реквизитов.

Для нанесения наименований реквизитов на ярлык следует использовать типографский шрифт высотой не менее 1,2 мм, а заполнение реквизитов выполняют упомянутым типографским шрифтом или вручную шариковой ручкой с черной или синей пастой.

Ярлыки должны быть прикреплены к изделиям хлопчатобумажными нитками № 10 по ГОСТ 6309 «Нитки швейные хлобчатобумажные. Технические условия» и опломбированы. Пломба должна иметь четкий оттиск предприятия-изготовителя. Ярлыки не подлежат опломбированию, когда конструкция изделия (кроме изделий с драгоценными камнями) не позволяет крепления несъемного ярлыка. В этом случае ярлык вкладывается в индивидуальную тару вместе с изделием.

Упаковка ювелирных изделий и камней. Изделия из драгоценных металлов и камней, подготовленные для реализации, должны быть упакованы в футляры (рис. 15.1) или специально предусмотренную упаковку. Изделия упаковываются в индивидуальную, групповую и транспортную тару в соответствии с конструкторской документацией на упаковку.

Индивидуальная тара должна представлять собой:

- бумажные пакеты;
- чехлы (пакеты) из полиэтиленовой пленки;



Рис. 15.1. Футляр для ювелирных изделий

- коробки из любого материала;
- футляры.

Упаковка должна обеспечивать сохранность качества изделий и их количества при транспортировании и хранении. Свободное пространство в таре заполняется вспомогательными упаковочными материалами (например, бумагой), препятствующими перемещению содержимого тары.

Драгоценные камни упаковывают в бумажные пакеты отдельно по видам. Крупные камни, массой более 1 кар, упаковывают в пакет по одной штуке. На пакетах с мелкими камнями, массой до 0,5 кар каждый, указываются наименование камня, шифр, масса в каратах, цена за 1 кар. На пакетах с камнями массой от 0,5 до 1 кар, кроме отмеченных выше сведений, указывают также количество камней в штуках.

Упаковку синтетических камней осуществляют следующим образом. Граненые камни из синтетического цветного корунда упаковывают в картонные коробки с ватной прокладкой вместе с паспортом ОТК на данную партию, причем масса коробки с камнями не должна превышать 100 г. На коробку наклеивают этикетку с указанием наименования фабрики-изготовителя, номера, размера, формы, вида огранки, цвета камней и их количества. Коробки завертывают в оберточную бумагу и кладут в деревянные крепко сколоченные ящики, обшитые материей для обеспечения сохранности изделий в пути.

Граненое стекло упаковывают в бумажные пакеты отдельно по размерам и форме огранки. На пакетах указывают артикул, форму, размер в миллиметрах, количество в гроссах (1 гросс = 144 шт.).

Все драгоценные, самоцветные и синтетические камни следует хранить в сейфах в сухом помещении, граненое стекло — на полках в сухом помещении.

16 ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ

В практике ювелирного дела широко используются типовые приемы и методы ручного изготовления украшений. Они достаточно подробно описаны в ряде работ [1, 7, 9, 12, 13]. Однако при переходе к серийному изготовлению, основанному на машинном производстве, изменяются условия труда и технологии. Подобная технология основывается на производстве унифицированных элементов изделий с целью минимизации как доли ручного труда, так и трудозатрат в целом.

В связи с этим данный раздел посвящен рассмотрению некоторых типовых маршрутов технологических процессов производства изделий, выпуск которых обусловлен большим спросом у покупателей: колец, часов, бижутерийных украшений и пр.

16.1. Технология изготовления колец

Обручальные кольца представляют один из самых востребованных видов ювелирных украшений во всех странах мира. Существуют различные методы изготовления колец в зависимости от серийности производства.

Традиционный технологический маршрут изготовления обручальных колец в условиях *единичного производства* начинается с плавки сплава и получения слитка; прокатки в вальцах для получения катанки требуемой формы и размеров; волочения катанки с промежуточными отжигами до получения заготовки окончательного профиля и размеров поперечного сечения. Полученный полуфабрикат режется на мерные части, которые скручиваются в кольцо, припасовываются и паяются с дальнейшей доработкой шва и внешнего вида.

Доработка формы и размеров колец осуществляется с помощью различных ручных инструментов или механизированных приспо-

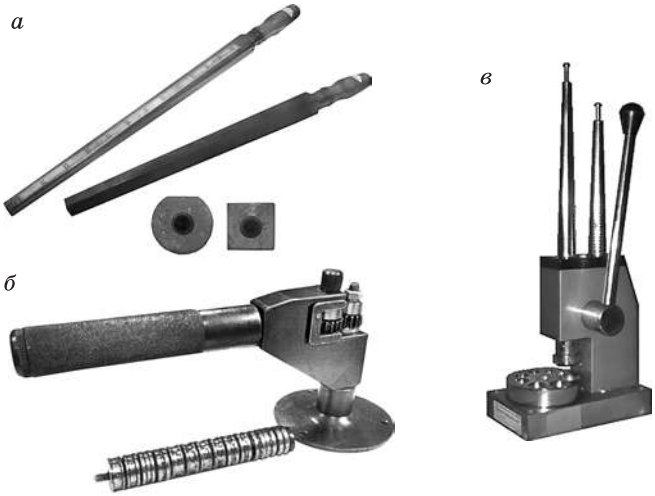


Рис. 16.1. Ригели (*а*), приспособление для расширения (*б*) и ударного растяжения (*в*) колец

соблений: ригелей, устройств для расширения или сжатия колец и т.п. (рис. 16.1).

Серийное производство обручальных колец отличается применением производительного специализированного оборудования и приспособлений. Техпроцессы основаны на операциях штамповки. Они отличаются друг от друга способом получения исходных заготовок для колец.

Существует три варианта изготовления колец в условиях серийного производства.

Первый вариант предусматривает изготовление колец из полос, навиваемых в спирали. Исходную заготовку получают прокаткой слитка в полосу требуемой толщины на вальцах. После правки ленту навивают спиралью на цилиндрический ригель, диаметром меньшим требуемого диаметра колец, снимают с ригеля и отрезают витки требуемой длины. Концы отрезанных витков совмещают, припасовывают и паяют, после чего выполняют отделочные операции.

По второму варианту кольца изготавливают из трубчатой заготовки заданного размера с продольным паяным швом. Для этого исходную заготовку прокатывают на полосу требуемой толщины (или используют готовые полосы), скручивают в трубку требуемого

диаметра, припасовывают продолный шов и затем паяют. Затем отрезкой колец из трубчатой заготовки получают кольца, которые подвергают окончательной обработке.

Третий вариант предусматривает получение колец из отштампованных шайб. Он получил наибольшее распространение как наименее трудоемкий. К недостаткам этого метода следует отнести наличие значительной доли возвратных отходов, образующихся после штамповки (исходной заготовкой для штамповки шайб служит полоса металла). Кольца изготавливают поэтапно: сначала штамповкой шайбы из листого проката, а затем вытяжкой шайбы и раскаткой в кольцо на токарном станке. Инструментом при раскатке служит вращающийся за счет сил трения об заготовку ролик с фасонным профилем желоба, который устанавливают и закрепляют на державке резцедержателя вместо резца. Профиль желоба ролика соответствует наружному профилю обручального кольца. Раскатку выполняют на сменном ригеле необходимого диаметра, который закрепляют в патроне токарного станка. Шайбу надевают на ригель и осуществляют пластическое деформирование роликом. По мере увеличения диаметра кольцо перемещается в сторону утолщения ригеля до установленного упора в виде ограничительного кольца на ригеле. Полученные полуфабрикаты подвергают шабрению, удалению внутренних фасок и окончательному шлифованию и полированию. Такие кольца получаются цельными, бесшовными.

Более производительное и качественное изготовление бесшовных обручальных колец с плоской, полукруглой и трапециевидной формой сечения из вырубленной шайбы может быть выполнено на специализированном станке для раскатки колец из шайб (рис. 16.2).



Рис. 16.2. Станок для раскатки колец

Станок состоит из узла раскатки, роликового штифта и устройства автоматической остановки с микрометрической регулировкой. Положение роликового штифта регулируется ручным маховиком; автоматический маркировочный щуп обеспечивает регулировку кривизны кольца.

Вторую многочисленную группу колец составляют ***кольца фасонной формы*** с декоративными верхушками и вставками, а также ***перстни*** различных модификаций. Они имеют более сложную конструкцию с изменяющимся профилем поперечного сечения шинки. Технология изготовления подобных колец в условиях единичного производства характеризуется высокой степенью ручного труда [7].

Возможности современной технологии литья позволяют без особых затруднений получать подобные изделия цельнометаллическими, существенно снижая трудоемкость процесса их изготовления. В особых случаях они могут быть изготовлены из отдельных частей (шинки, верхушки, накладок), которые затем соединяют пайкой.

В обобщенном виде технологический маршрут изготовления сложного кольца литьем состоит из операций плавки, литья и окончательной отделки. Он включает в себя:

1) изготовление металлической модели;
2) изготовление резиновой пресс-формы;
3) изготовление восковых моделей и восковой «елочки»;
4) изготовление и обжиг литейной формы;
5) плавку и заливку металла в литейную форму;
6) очистку отливки от формовочной массы;
7) отделение заготовок от литейного блока;
8) опиливание, предварительную и окончательную механическую обработку изделия;
9) декоративную отделку изделия и закрепку вставок;
10) пробирование, маркировку, чистку, контроль и упаковку изделия.

16.2. Технология изготовления пустотелых изделий

Доступность ювелирных украшений для широкого круга покупателей определяется в первую очередь их стоимостью, которая зависит от массы драгоценного металла. Уменьшение массы мате-

риала в изделии может быть достигнуто несколькими способами: изготовлением пустотелых или ажурных элементов конструкции, изготовлением изделий из недрагоценных металлов с последующим покрытием поверхностей драгоценными металлами.

Изготовление пустотелых деталей (шариков, цилиндров, трубок, фасонных браслетов, колец и т.д.) является наиболее предпочтительным способом, а иногда и единственно приемлемым. Таким образом можно существенно снизить количество затрачиваемого на единицу изделия металла, хотя при этом достигается такой же декоративный эффект, что и на цельнометаллических изделиях.

Изготовить пустотелые детали можно тремя методами: литьем, штамповкой, гальваническим осаждением металла. Каждый из них имеет свои достоинства и недостатки. Так, например, литье по выплавляемым моделям является универсальным методом, но оно применимо для изготовления сравнительно небольшой партии деталей из-за трудоемкости процесса. Кроме того, определенную сложность представляет получение тонких стенок одинаковой толщины по всему периметру; не исключена возможность образования брака из-за недолива металла, появления усадочных раковин и пр.

Повышение качества изготовления и точности толщины стенок пустотелых деталей достигается при строгом соблюдении режимов плавки и литья. В частности, данная цель может быть достигнута в результате соосного совмещения формы корпуса и стержня модели при совместной установке в моделях хвостовика и литника (патенты РФ № 2151023, 1999 г.; № 1813026, 1993 г.). Точность толщины тонкостенных элементов может быть достигнута также штамповкой из листового материала на формообразующих операциях. Однако данный способ ограничен в применении при изготовлении замкнутых пустотелых форм. В таких случаях прибегают к штамповке отдельных незамкнутых элементов, которые затем соединяются пайкой или сваркой по контуру. Так изготавливают, например, пустотелые шарики, составленные из двух полусфер, получаемые штамповкой. Данная технология состоит из следующих операций:

005 Вальцовка.
Вальцевать заготовку в полосу необходимой толщины.
010 Отжиг.
Отжечь полосу в течение 10...20 мин и охладить на воздухе.
015 Отбеливание.

Отбелить полосу в 10%-ном растворе серной кислоты при температуре 60...70 °С в течение 20...30 с.

020 Промывка.

1. Промыть полосу в горячей воде.

2. Промыть полосу в нейтрализующем растворе при комнатной температуре.

3. Промыть полосу в проточной воде.

025 Сушка.

Сушить полосу при температуре 105 °С.

030 Вырубка.

Вырубить две заготовки полусфер требуемого диаметра из полосы.

035 Формовка.

Формовать полусферы.

040 Отжиг.

Отжечь полусферы в течение 10...20 мин.

045 Отбеливание.

050 Промывка.

055 Сушка.

060 Зачистка.

Зачистить края полусфер, припасовать их.

065 Слесарная.

Скрепить полусферы.

070 Кипячение.

Прокипятить полусферы в растворе борной кислоты при температуре 100 °С.

085 Пайка.

1. Нанести флюс из 10%-ного раствора буры.

2. Нанести припой.

3. Паять половинки в шарик.

090 Отбеливание.

095 Промывка.

100 Сушка.

105 Зачистка.

Зачистить швы пайки.

Ряд пустотелых заготовок в виде трубок, крупных шариков и шаров можно получить штамповкой из листовой заготовки. Изготовление шариков штамповкой осуществляется в следующей последовательности:

1) вырубка заготовки из листовой полосы;

2) вытяжка цилиндра со сферическим дном (полусферой);

3) формование сферы обжимом верхней половины.

Изготовление пустотелых изделий гальваническим осаждением является менее трудоемким процессом. Подобные элементы получаются двухслойными по исходной форме неметаллической модели. Данная технология выполняется в следующей последовательности:

1) изготовление неметаллической модели из легкоудаляемых материалов: гипса, воска, пластмассы;

2) нанесение на модель электропроводного порошка из графита, меди или других электропроводных материалов;

3) получение первого слоя меднением поверхности гальваническим способом;

4) нанесение на медное покрытие слоя серебра или золота;

5) удаление материала модели (травлением, выплавлением, встряхиванием и т.д.);

6) удаление первого медного слоя травлением в кислоте.

16.3. Технология изготовления унифицированных элементов галантерейных украшений

Ассортимент фурнитуры для ювелирных украшений весьма разнообразен и состоит из различных пустотелых зажимов, колпачков, замочков и пр. Большой спрос на подобные унифицированные элементы испытывает галантерейное производство для изготовления бижутерийных украшений из недрагоценных металлов.

В качестве примера рассмотрим технологию изготовления каллоты — зажима, используемого для соединения концов шейных украшений. Он состоит из двух полусфер, соединенных между собой узкой полоской металла с отверстием для продевания нити украшений (рис. 16.3). Узелок нити помещают между полусферами и полусферы захлопывают. Одна половинка полусферы имеет удлиненный конец, который завивается в кольцо.

Изготовление зажима осуществляют из тонколистового проката заданной толщины штамповкой в несколько переходов.

005 Подкатка.

Подкатать материал на вальцах с размера $0{,}5_{-0{,}05}$ мм в размер $0{,}3_{-0{,}05}$ мм за четыре прохода.

010 Промывка.

015 Вырубка.

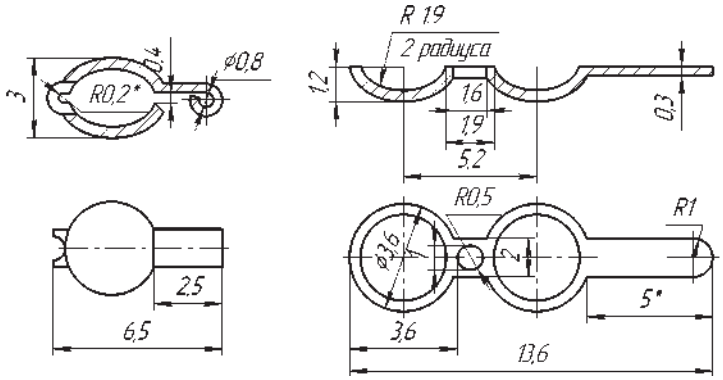


Рис. 16.3. Эскиз каллоты

Вырубить деталь из ленты на прессе эксцентриковом.

020 Вытяжка.

1. Установить деталь в контурную рамку на матрице.
2. Вытянуть деталь на прессе эксцентриковом.

025 Пробивка.

Пробить центральный паз.

030 Промывка.

035 Галтовка.

Галтовать детали на виброустановке.

1. Засыпать в резервуар виброустановки обрабатываемые детали (500 шт.), залить химическую добавку ТМС ТУ 38–10951–89, воду. Отношение наполнителя и воды 1:1.
2. Закрыть вибробункер, завинтить крышку, включить установку.
3. Галтовать.
4. Выключить установку.
5. Промыть.
6. Выключить установку, установить лоток.
7. Выгрузить детали из виброустановки.

040 Контроль.

16.4. Типовой технологический процесс сборки (монтировки) ювелирного изделия

Необходимость в монтировочной операции ювелирного изделия возникает в тех случаях, когда получить заготовку в виде цельной конструкции не представляется возможным. Тогда предварительно

полученные элементы подвергают пригонке, пайке, отделочной обработке, затем выполняют закрепку вставок, а потом маркировку и упаковку изделия.

В качестве примера ниже представлен технологический маршрут изготовления сборного кольца (рис. 16.4), состоящего из шинки и сложной верхушки со вставкой.

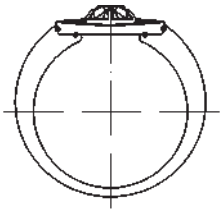


Рис. 16.4. Эскиз кольца

005 Перемещение.

Получить комплект деталей в соответствии с ведомостью комплектации на изделие по количеству и массе.

010 Контроль.

Проверить литые детали на соответствие требований по ОСТ и ТУ. Проверить исполнительные размеры заготовок на соответствие чертежу.

015 Опиловочная.

Запилить место откуса литника заподлицо с контуром детали.

020 Опиловочная.

1. Опилить детали, входящие в комплект; подогнать по сопрягаемым деталям посадочные места.

2. Обработать рельефные рисунки.

3. Шлифовать и полировать поверхности, недоступные полировке в собранном виде.

025 Сборка.

1. Подогнать детали под пайку и под сборку.

2. Прихватить детали под пайку точечной сваркой на аппарате контактной сварки.

030 Пайка.

Паять детали, входящие в изделие, согласно чертежу.

035 Опиловочная.

Опилить изделия в местах пайки.

040 Маркирование ударом.

Клеймить изделие именником завода и клеймом рабочего, согласно чертежу.

045 Опиловочная (закрепка клейма).

1. Править изделие после клеймения по окружности и по плоскости.

2. Опилить поверхность шинки в местах, деформируемых клеймением, удаляя наплывы и обеспечивая размеры, заданные чертежом.

050 Контроль.

1. Проверить качество пайки.

2. Проверить массу изделия.

3. Проверить наличие и четкость нанесения именника завода, клейма рабочего; проверить качество заправки.

4. Проверить внутренний диаметр кольца.

055 Полировальная (предварительная).

Полировать изделия со всех сторон до удаления следов инструмента от обработки.

060 Пробирование.

Пробировать изделия в Инспекции пробирного надзора.

065 Контроль.

Контролировать изделия на наличие и четкость нанесенных клейм.

070 Опиловочная (заправка клейма).

1. Править изделие после клеймения по необходимости.

2. Опилить торцовую поверхность шинки, удаляя наплывы металла.

(Набор надфилей, напильники, плитка рихтовочная, молоток текстолитовый.)

3. Контроль.

075 Полировальная (предварительная).

Полировать изделия со всех сторон до удаления следов инструментов.

080 Закрепка.

Закрепить вставку в изделии согласно типовому технологическому процессу закрепления вставок.

085 Полировальная (окончательная).

Полировать изделия со всех сторон.

090 Упаковка.

Упаковать изделие.

16.5. Технологический процесс изготовления наручных часов

Наручные часы состоят из корпуса с механизмом и металлического браслета с замком. В условиях единичного производства заготовки для изготовления корпуса часов и звеньев браслета экономически целесообразно получать литьем по выплавляемым моделям с последующим доведением требуемой формы и размеров. В условиях поточного производства более целесообразна штамповка деталей с последующей механической обработкой на автоматически настроенных станках.

Маршрут технологического процесса изготовления корпуса часов в условиях поточного производства состоит из ряда последовательно выполняемых операций штамповки и механической обработки.

005 Перемещение.
010 Вырубка.
Вырубить углы в полосе (рис. 16.5).
015 Вырубка.
Вырубить заготовку, предварительно промаслив полосу.
020 Промывка.
Промыть заготовки в моечной машине.

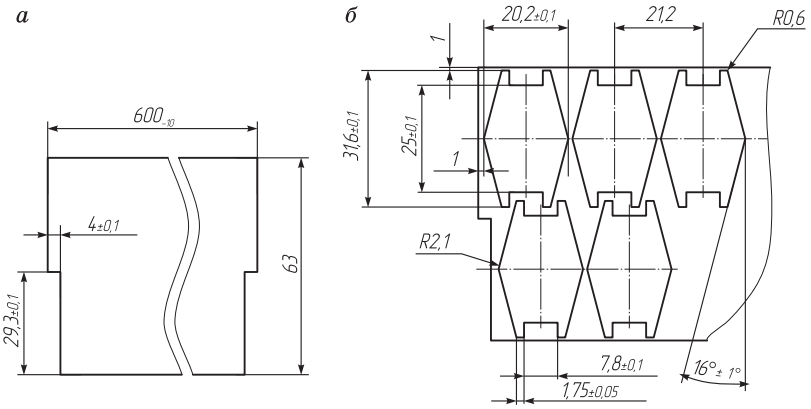


Рис. 16.5. Эскиз заготовки (*а*) и схема раскроя материала (*б*)

025 Отжиг.
Отжечь заготовки в печи.
030 Травление.
1. Травить детали в ванне для травления.
2. Промыть детали.
035 Выдавливание.
Выдавить окно под часовой механизм (рис. 16.6).
040 Промывка.
Промыть в моечной машине.
045 Пробивка.
Пробить окно под циферблат предварительно (рис. 16.7).
050 Промывка.
055 Зачистка.
060 Промывка.
065 Контроль.
070 Токарная.
Проточить торец сверху.
075 Токарная.

1. Проточить угол 15° на лапах и торец снизу.

2. Зачистить заусенцы после проточек, снять фаску в окне под механизм.

080 Фрезерная.

Фрезеровать лыску.

085 Фрезерная.

Фрезеровать замки с двух сторон поочередно.

090 Слесарная.

Зачистить заусенцы после операций.

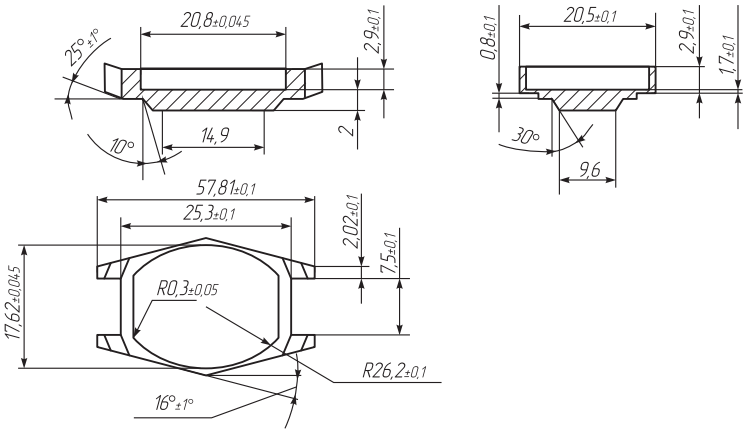


Рис. 16.6. Операционный эскиз

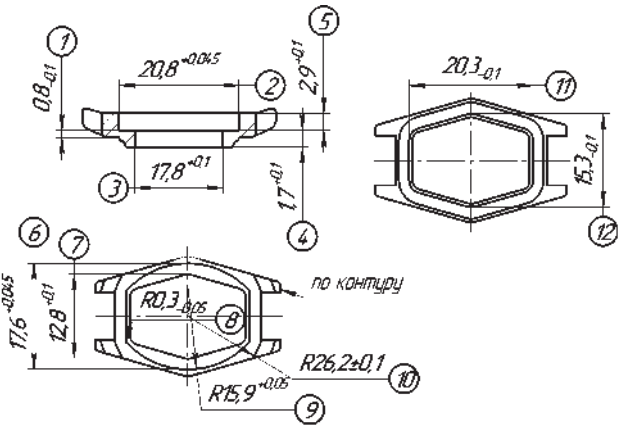


Рис. 16.7. Эскиз заготовки после пробивки окна

095 Пробивка.
Пробить паз под ключ.
100 Кернение.
Кернить деталь с переустановкой детали в штампе.
105 Сверление.
Сверлить два отверстия в лапках.
110 Слесарная.
Зачистить заусенцы.
115 Калибровка.
Калибровать замки.
120 Сверлильная.
Сверлить два отверстия в лапках.
125 Контроль.
Проверить внешний вид деталей. 100%-ный контроль ОТК по внешнему виду (рис. 16.8).
130 Полировальная.
Полировать верх и боковые поверхности кольца корпусного Ra 0,32.

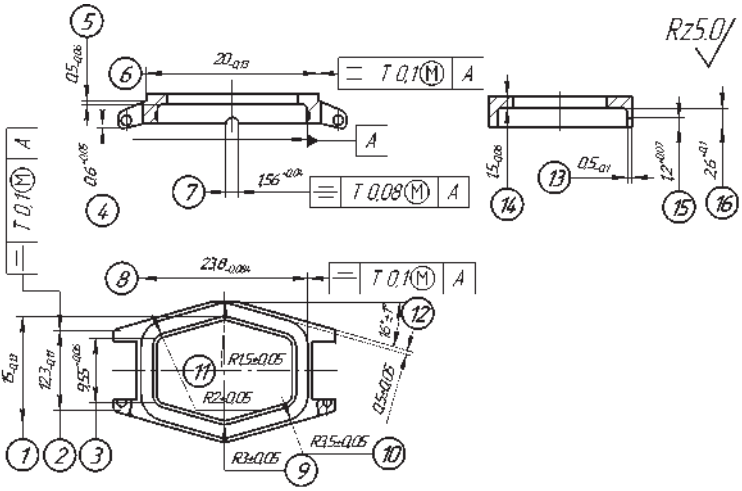


Рис. 16.8. Эскиз корпуса часов

Технологический процесс изготовления звена глидерного браслета наручных часов, который содержит филигранный орнамент и каст для вставки кабошонной формы, осуществляется, так же как и в предыдущем случае, последовательным выполнением операций штамповки, термообработки, механической обработки и сборки.

005 Перемещение.
Получить детали на складе.
010 Отжиг.
Отжечь полосу для снятия внутренних напряжений.
015 Вальцевание полосы.
1. Пропустить полосу через вальцы до получения размера 3 мм.
2. Отжечь полосу.
3. Пропустить полосу через вальцы до получения размера 2 мм.
020 Отжиг.
Отжечь полосу для снятия внутренних напряжений.
025 Вырубка.
Вырубить заготовки из лент, промаслить полосу (рис. 16.9).

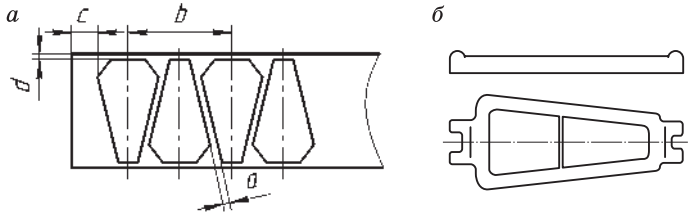


Рис. 16.9. Схема раскроя заготовки (*а*) и эскиз заготовки звена браслета (*б*)

030 Обезжиривание.
1. Расположить детали на держателе гальванической установки.
2. Опустить держатель с деталями в ванну с раствором (10%-ный раствор серной кислоты).
3. Включить прибор. Включить вытяжку.
4. Включить нагрев ванны ручкой регулирования температуры и опустить в ванну термопару.
5. Установить режим работы.
035 Зачистка.
1. Промаслить заготовку.
2. Зачистить заготовку.
040 Обезжиривание.
045 Отжиг.
050 Гибка.
Гнуть звено радиусом *R*40.
055 Сборка.
Набрать рисунок на поверхности звена из элементов по образцу, проклеить клеем БФ-2.
060 Пайка.
Паять рисунок и зернь к звену по образцу (рис. 16.10).

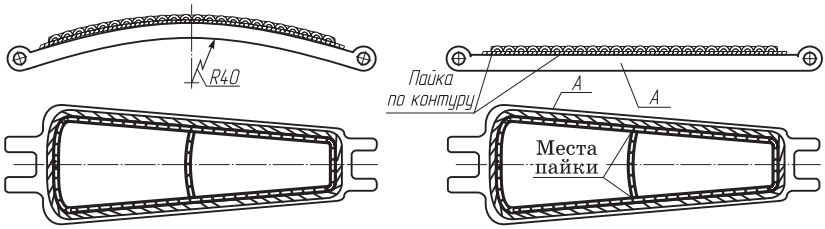


Рис. 16.10. Операционный эскиз звена браслета

065 Пайка.

1. Установить каст на звено.
2. Паять каст по контуру.

070 Травление.

Травить, промыть, сушить.

075 Контроль.

Проверить внешний вид и качество пайки.

080 Крацевание.

Крацевать места пайки для удаления остатков флюса.

085 Зачистка.

Зачистить припой на поверхности звена шлифшкуркой.

090 Травление.

095 Зачистка.

Зачистить припой на поверхности звена, проверить качество пайки.

100 Контроль.

Проверить внешний вид.

105 Полировальная.

Полировать нижнюю поверхность звена на станке полировальном. Шероховатость обработанной поверхности Ra 0,32.

110 Глянцовочная.

Глянцевать нижнюю поверхность звена. Шероховатость обработанной поверхности Ra 0,1.

115 Промывка.

120 Полировальная.

Полировать боковые поверхности звена с двух сторон поочередно.

125 Промывка.

130 Глянцовочная.

135 Промывка.

140 Контроль.

17 НОРМАТИВЫ СЪЕМА И ПОТЕРЬ МЕТАЛЛА

Удаление материала в ходе выполнения технологических операций сопровождается определенными потерями в результате удаления стружки при механической обработке и облоя при обработке давлением; угара металла при плавке, литье и пайке; растворения в химических реактивах и электролитах и т.п.

Сбор драгоценных металлов, хранение и переработка отходов в условиях единичного производства осуществляются в соответствии с «Инструкцией по учету, движению, обработке и хранению драгоценных металлов в мастерских (цехах) ремонта и изготовления ювелирных изделий по заказам населения». При изготовлении ювелирных изделий в условиях серийного производства необходимо соблюдать технологические режимы съема и потерь сплавов драгоценных металлов.

Отходы делятся на безвозвратные и возвратные. ***Безвозвратные*** потери образуются, как правило, на тех стадиях технологического процесса, где применяется термическое воздействие и возникает угар металла. К ***возвратным*** потерям относятся стружка, литники, лом. Они повторно используются после определенной обработки.

Съем и потери металла регламентируются пооперационными нормативами, которые предусматриваются на всех стадиях техпроцесса [23, 26, 27, 28, 37, 42, 43]:

- при плавке металлов в слитки;
- литье и доработке отливок;
- выполнении разделительных операций;
- выполнении формообразующих операций резания и давления;
- термической обработке;
- монтировке изделий;
- закрепке вставок;
- чернении и эмалировании;
- маркировании;
- полировании;
- гальваническом золочении, серебрении и родировании.

Установленные нормативы съема и потерь драгоценных металлов определены на основании статистических данных и расчетов. Нормативы потерь на технологические операции приводятся в нормативных справочниках [42, 43]. Они учитывают особенности выполнения каждой операции. В частности, на этапе литья потери возникают [28]:

- при выполнении плавки и литья блока изделий и его очистке от формовочной массы;
- размонтировке блока изделий;
- отделении и опиловке литников;
- анодном травлении отливок.

Масса потерь металла, обусловленная первым фактором, определяется в зависимости от массы шихты $M_{ших}$:

$$M_1 = 0{,}0009 M_{ших}.$$

Потери при размонтировке блока с изделиями зависят от числа изделий на стояке m и площади поперечного сечения одного литника S:

$$M_2 = 1{,}6 \cdot 10^{-5} S^2 m.$$

Потери, образующиеся при отделении и опиловке литников, зависят от тех же факторов:

$$M_3 = 4{,}4 \cdot 10^{-5} S^2 m.$$

При анодном травлении металла в процессе очистки потери зависят от массы шихты:

$$M_4 = 0{,}0001 M_{ших}.$$

Общие потери металла в процессе литья — сумма всех перечисленных видов потерь:

$$M_{общ} = 0{,}0001 M_{ших} + 6 \cdot 10^{-5} S^2 m.$$

Норматив потерь для операции литья определяется как отношение массы общих потерь к массе переработанной шихты:

$$НП = \frac{M_{общ}}{M_{ших}} 100\,\% = 0{,}01 \frac{M_{общ}}{M_{ших}}.$$

Очевидно, что чем сложнее конфигурация изделия и больше площадь поверхности, тем больше будут составлять потери. Поэтому

в формулу для определения массы общих потерь вводится коэффициент сложности изделия $K_{сл}$:

$$М_{общ} = 0{,}001 K_{сл} М_{ших} + 6 \cdot 10^{-5} S^2 m.$$

Значения коэффициента сложности приведены в табл. 17.1.

Таблица 17.1

Коэффициент сложности отливок ювелирных изделий

Группа	Вид	Описание отливки	$K_{сл}$
1	а	Цельнолитые массивные кольца весом более 10 г	0,45
	б	Гладкие плоские элементы, ободки колец, цельнолитые кольца простой формы с поперечным сечением не более 1 мм	0,7
2	а	Отдельные касты сечением более 0,6 мм	1,0
	б	Отливаемые отдельные элементы весом до 0,8 г с толщиной сечения более 0,6 мм	1,0
3		Объемные детали с рельефным рисунком, кольца с ажурной шинкой толщиной сечения не менее 0,6 мм	1,1
4		Объемные изделия высокой сложности с глубоким рельефом, ажурными элементами	1,35

Нормы потерь при литье после подстановки коэффициентов пробности сплава $K_{сп}$ и пропорциональности $K_{пп}$, учитывающих пробу сплава, сложность отливки и прочие факторы, будут составлять

$$НП = K_{сп} \frac{K_{сл} + K_{пп} S^2 m}{М_{ших}}, \%.$$

Численные значения коэффициентов пробности сплава и пропорциональности приведены в табл. 17.2.

Таблица 17.2

Зависимость величин $K_{сп}$ и $K_{пп}$ от свойств отливки

Коэффициент	Вид сплава			
	Золото пробы			Серебро пробы 875 и 925
	375	583	750	
Пробности сплава $K_{сп}$	0,12	0,10	0,04	0,22
Пропорциональности $K_{пп}$	0,06	0,06	0,06	0,11

18 ТРЕБОВАНИЯ К ЮВЕЛИРНЫМ ИЗДЕЛИЯМ

Укрупненная классификация ювелирных изделий имеет следующий вид:

- личные украшения;
- предметы туалета;
- посуда и столовые приборы;
- предметы украшения интерьера.

Серийная продукция данной номенклатуры изделий должна соответствовать конструкторской документации, рисунку и образцу-эталону. Образец-эталон допускается изготавливать из недрагоценных металлов. Единичные изделия должны соответствовать рисунку и (или) авторскому образцу. Элементы композиции, росписи или другой художественной отделки могут незначительно отличаться от рисунка при условии сохранения сложности рисунка и высокого качества исполнения.

Материалы, используемые для изготовления ювелирных изделий, должны соответствовать требованиям нормативной документации. В изделиях могут применяться детали из недрагоценных материалов. Материалы ювелирных изделий, находящиеся в непосредственном контакте с кожей и пищевыми продуктами, должны быть из числа разрешенных Министерством здравоохранения.

Изделия из драгоценных металлов должны быть опробованы Государственной инспекцией пробирного надзора.

Парные изделия (серьги, запонки) должны иметь одинаковый размер, форму, вид огранки, цвет вставок, а также рисунок вставок. Допускаются лишь незначительные различия в цветовых оттенках вставок. Если полупары имеют асимметричную конструкцию верхушки, то они должны быть подобраны в пару по принципу зеркального отображения.

Шлифованные и крацованные поверхности должны быть равномерно обработанными; полированные поверхности должны быть доведены до блеска, матовые поверхности — равномерно матовыми и бархатистыми на вид; фактурированные поверхности должны быть неполированными или частично полированными.

На поверхностях изделий не должно быть трещин, раковин, заусенцев, а также вмятин, царапин, облоя, волнистости, пятен, потертостей (кроме натиров от пробирного камня), следов инструмента и клея. Не допускается также:

- более трех рассредоточенных пор на подносах, тарелках, блюдах, подсвечниках и аналогичной крупногабаритной посуде и предметах украшения интерьера;
- более двух одновременно находящихся в поле зрения рассредоточенных пор на кувшинах, вазах, кубках и аналогичной объемной посуде;
- более двух рассредоточенных пор на других столовых приборах, посуде и предметах украшения интерьера;
- более одной поры на личных украшениях. Размеры пор должны быть не более 0,1 мм;
- незначительная волнистость эмали, а также наличие волосовидной черты в местах соединения эмали с перегородками и кантами на эмалевых покрытиях изделий (кроме посуды, столовых приборов и предметов украшения интерьера).

На нелицевых поверхностях допускаются незначительные пористость, волнистость и следы инструмента, невидимые невооруженным глазом и не ухудшающие внешний вид изделия.

Качество декоративных и защитно-декоративных покрытий (кроме эмалевых) должно соответствовать ГОСТ 9.301 «Покрытия металлические и неметаллические».

Эмалевые покрытия изделий должны быть гладкими, блестящими, без сколов, трещин, пропусков, просветов, пятен и видимых под прозрачной эмалью дефектов металла. Кроме того, на эмалевых покрытиях изделий (кроме посуды, столовых приборов и предметов украшения интерьера) не должно быть царапин, пузырей (включений), пор, наплывов на канты и перегородки. Допускается:

- незначительные волнистость и разнотонность слоя эмали на эмалевых покрытиях посуды, столовых приборов и предметов украшения интерьера, а также не более трех рассредоточенных пузырей (включений) в виде точек и трех незначительных царапин на подсвечниках, блюдах, подносах и аналогичной крупногабаритной посуде и столовых приборах;
- не более двух рассредоточенных одновременно находящихся в поле зрения пузырей (включений) в виде точек и двух незначи-

тельных царапин на вазах, кувшинах, кубках и аналогичной объемной посуде и столовых приборах;

- не более одного пузыря (включения) в виде точки и двух незначительных царапин на остальных изделиях.

Качество покрытий деталей драгоценными металлами должно соответствовать ГОСТ 9.301. На покрытиях допускаются незначительные следы мест контактов с токопроводящими приспособлениями, которые не ухудшают внешний вид изделия и не нарушают слой покрытия.

В изделиях с чернью рисунок должен быть полностью заполнен и не должен иметь пропусков и просветов. На черневых покрытиях посуды, столовых приборов и предметов украшения интерьера не допускается более пяти рассредоточенных пор.

Сварные и паяные швы в изделиях должны быть плотными, ровными и не должны иметь прожогов. Со стороны лицевой поверхности изделия швы должны быть близкими по цвету к сплаву, из которого изготовлено изделие.

Рисунки на поверхностях изделий должны быть четкими.

Острые кромки в изделиях (кроме клинков ножей, игл, булавок) не допускаются.

Вставки также должны соответствовать установленным требованиям.

Поверхность жемчужного слоя, исключая отверстия для нанизывания жемчуга, не должна иметь механических повреждений. На изделиях, покрытых жемчужным слоем, допускаются естественные наплывы, бугорки и вмятины, не ухудшающие внешнего вида. Культивированный жемчуг в изделиях с двумя и более жемчужинами должен быть подобран по цвету, размерам и форме в соответствии с конструкторской документацией, рисунком и (или) авторским образцом.

Вставки должны быть закреплены в оправе неподвижно. Выпадение вставок не допускается. При крапановой закрепке и закрепке в корнеры крапаны и корнеры должны быть заправлены, а их концы плотно прижаты к поверхностям вставок. Крапаны должны располагаться по периметру вставок симметрично, без перекосов, не перекрывая верхние грани коронки и обеспечивая ее максимальный обзор. При глухой закрепке касты должны обжимать вставки по рундисту плотно, без зазора. В случае отделки гризантом рисунок гризанта должен быть четким и без разрывов.

Допускается крепить вставки из жемчуга, кораллов, янтаря, раковин, поделочного цветного камня, а также непрозрачных материалов на клей в сочетании с глухой закрепкой или на клей и штифты.

Серьги из сплавов золота, а также броши, разъемные браслеты и шейные украшения должны иметь замки. Замки в изделиях должны исключать самопроизвольное их открывание и быть удобными при эксплуатации. Резьба винтового замка должна быть без пропусков и срывов. Замки браслетов и брошей должны иметь предохранители.

Булавки в изделиях должны быть упругими, с заостренными концами и не должны выступать за пределы изделия, если иное не предусмотрено конструкторской документацией, рисунком и (или) авторским образцом.

Шарнирные соединения в изделиях должны обеспечивать подвижность деталей без их перекосов и люфтов.

Нити бус должны выдерживать статическое усилие на разрыв не менее 19,6 Н.

Цепочки должны обладать гибкостью; не допускается наличие деформированных звеньев, звеньев с расслоением металла, а также перевернутых звеньев, изменяющих рисунок цепочки.

В цепочках, изготовленных из проволоки диаметром менее 0,35 мм, не должно быть более двух спаев смежных звеньев.

Паяные цепочки (кроме кордовых) должны выдерживать статическое усилие на разрыв не менее:

- 2,5 Н — для проволоки диаметром до 0,25 мм;
- 4,9 Н — для проволоки диаметром 0,25...0,35 мм;
- 9,8 Н — для проволоки диаметром свыше 0,35 мм.

Цепочки должны изготавливаться согласно размерам (табл. 18.1).

Присоединительные звенья шейных украшений должны выдерживать статическое усилие на разрыв не менее 9,8 Н.

Полотно браслета для часов должно выдерживать статическое усилие на разрыв не менее 29,4 Н.

Браслеты для часов должны изготавливаться согласно размерам (табл. 18.2).

Размеры декоративных браслетов устанавливаются по согласованию с заказчиком.

Кольца должны изготавливаться согласно размерам и соответствующим им интервалам внутренних диаметров. Стандартные коль-

Таблица 18.1

Размеры цепочек

Размер цепочки	Длина цепочки, мм
450	От 450 до 499
500	От 500 до 549
550	От 550 до 599
600	От 600 до 649
650	От 650 до 700

Таблица 18.2

Размеры браслетов

Размер браслета	Длина браслета, мм
130	От 130 до 139
140	От 140 до 149
150	От 150 до 159
160	От 160 до 169
170	От 170 до 179
180	От 180 до 189
190	От 190 до 200

ца изготавливают с внутренним диаметром в пределах от 15 до 23 мм с промежуточным интервалом между размерами через каждые 0,5 мм.

Посуда и столовые приборы (рюмки, стопки, вазы и т.п.) должны устойчиво стоять на горизонтальной плоскости и не опрокидываться при наклоне плоскости на угол 10...15°.

При наклоне чайника или кофейника на угол 70° крышка не должна выпадать.

Ручки и планки накладных ручек должны быть соединены с клинками ножей, шейками вилок, черенками ложек без зазоров и качания.

Масса изделий должна соответствовать массе, указанной в конструкторской документации или авторском образце.

Часть III

ОРГАНИЗАЦИЯ ЮВЕЛИРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Количество изделий, выпускаемых за определенный период времени, характеризует *тип производства*. Различают следующие типы производства:

- единичное,
- серийное,
- массовое (поточное).

Единичное производство присуще ювелирным мастерским, работающим по индивидуальным заказам, а также ювелирным предприятиям при изготовлении эксклюзивных и выставочных изделий. Ручное изготовление ювелирных изделий позволяет экспериментировать, фантазировать, применять различные приемы, материалы, принимать нестандартные решения, реализовывать авторские и дизайнерские проекты.

Единичное производство характеризуется следующими признаками:

- отсутствием рабочих чертежей, технологической и нормативной документации на изготовление. При производстве украшений ограничиваются эскизами, фотографиями, проспектами и пр.;
- использованием большого ассортимента ручных универсальных инструментов и оборудования. Применение специальных станков и автоматов в этих условиях экономически неоправданно;
- высокой трудоемкостью работ. Нормирование времени на изготовление не осуществляется; нормы времени устанавливаются на основе опытно-статистических данных;
- минимальным количеством применяемых в изделии по кооперации унифицированных деталей и элементов. Все элементы изделия изготавливаются в условиях данного производства;
- высокой концентрацией (т.е. большим числом) операций на рабочих местах;
- высокой квалификацией работников и долей ручного труда;
- значительной долей возвратных отходов в результате удаления в стружку.

Серийное производство в зависимости от размера партии деталей может быть *мелкосерийным*, *среднесерийным* и *крупносерийным*. Крупносерийному производству присущи признаки массового производства, мелкосерийному — единичного. Количество деталей в регулярно повторяющихся партиях исчисляется от десятков и до тысяч штук. Серийное производство отличается более высокими экономическими показателями благодаря применению средств механизации, повышению уровня автоматизации. В этих условиях выпускаются типовые изделия, предназначенные для широкого и даже массового спроса покупателей. К данной группе изделий относятся личные украшения, предметы для сервировки стола и украшения интерьера, сувениры и т.п.

Серийное производство характеризуется следующими признаками:

- применением более производительного прогрессивного оборудования, в том числе различных переналаживаемых автоматов и полуавтоматов;
- использованием специальных инструментов и оснастки, позволяющих сократить трудоемкость работ на рабочих местах;
- дифференциацией операций на рабочих местах;
- наличием рабочей документации на изделие;
- наличием разработанных технологических документов и норм времени на выполнение технологических операций;
- использованием литейного и штамповочного заготовительного производства для изготовления заготовок деталей;
- точным нормированием расхода материалов на единицу изделия, учета и контроля материалов на каждой операции.

***Массовое* (*поточное*)** производство основано на поточном изготовлении изделий без особых изменений в процессе технологии. Изделия массового производства пользуются на рынке массовым спросом независимо от влияния моды и прочих изменений в условиях рынка. К таким изделиям относятся обручальные кольца, цепочки, унифицированные элементы украшений (замочки, фурнитура и пр.). Поэтому для изготовления подобных ювелирных украшений используются специальные станки, а также станки-автоматы и полуавтоматы, работающие по «жесткой» программе.

Массовое производство характеризуется:

- наличием тщательно разработанной технологической документации с отражением точных норм выполнения работ и расхода материала, используемых инструментов и контрольных приборов;

- невысокой квалификацией работников;
- минимальными потерями возвратных и безвозвратных отходов материала;
- высоким уровнем автоматизации основных и вспомогательных операций;
- более высоким по сравнению с серийным производством уровнем дифференциации операций.

19 СТРУКТУРА ЮВЕЛИРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Структура производства определяется формой разделения труда и уровнем кооперации и зависит от объема и вида работ, качественного и количественного оснащения предприятия.

Предприятие делится на *участки* или *цехи*, предназначенные для изготовления изделий из золота, серебра, платины, ювелирных вставок из камней и т.д.

Предприятие состоит из разнохарактерных видов производства, в связи с чем может иметь многофункциональную структуру.

Технологические процессы изготовления ювелирных изделий взаимосвязаны между собой. Такая взаимосвязь достигается благодаря рациональной организации производства во времени и в пространстве. Организация производства основана на принципах специализации, параллельности, пропорциональности, непрерывности, прямоточности, ритмичности, автоматизации, соответствия организационных форм производственного процесса его технико-экономическому содержанию, кооперирования.

Под ***специализацией*** понимается сосредоточение на выпуске однородной, однотипной продукции или выполнении отдельных стадий технологического процесса.

Производство может иметь технологическую, предметную и подетальную специализацию. *Технологическая* специализация характеризуется обособлением цехов и участков для выполнения определенных стадий производственного процесса или определенных операций. Например, технологически обособленными являются участки литья, гальванопокрытий, монтировки и т.д. *Предметная* специализация предполагает производство на предприятии определенных видов готовой продукции: цепочек, колец, мужских или женских наручных часов и пр. *Подетальная* специализация является разновидностью предметной и основана на производстве отдельных деталей и частей изделий.

В практической деятельности предприятие может иметь несколько форм специализации. Например: заготовительные и гальваниче-

ские участки имеют специализацию по технологическому признаку, участки для механической обработки — по детальному, сборочные — по предметному.

В зависимости от специализации выполняемых работ ювелирное предприятие может состоять из большого числа разнообразных структурных подразделений, предназначенных:

1) для производства исходных заготовок:
   - плавки драгоценных металлов и сплавов;
   - литья;
   - обработки давлением (штамповки, вальцовки, волочения);
2) термической обработки металлов;
3) механической обработки;
4) сборки (монтировки);
5) закрепки вставок;
6) отделочных операций и декоративной обработки;
7) нанесения покрытий термическими методами (эмалированием, чернением);
8) химической и электрохимической обработки материалов:
   - нанесения тонких неметаллических защитно-декоративных пленок;
   - нанесения покрытий из драгоценных и недрагоценных металлов;
   - удаления слоя материала (травлением или электрохимическим полированием);
9) производства цепей;
10) производства филигранных изделий;
11) обработки электрофизическими методами (ультразвуковым, электроэрозионным, лазерным);
12) изготовления вставок из драгоценных и ювелирных камней;
13) обработки алмазов в бриллианты;
14) производства камнерезных изделий;
15) очистки, мойки и сушки изделий и полуфабрикатов;
16) контроля качества;
17) анализа и пробирования драгоценных металлов и контроля поступающих в производство вспомогательных материалов и химикатов;

18) выполнения вспомогательных операций, связанных с проведением измерений в лабораториях, приемосдаточных и прочих видов работ, подготовки инструментов, ремонта опок, разработки новых моделей изделий;

19) складирования и хранения материальных ценностей, комплектов заготовок и готовой продукции;

20) выполнения ремонтных работ, работ по устранению брака.

Для выполнения перечисленных видов работ образуют структурные подразделения в виде отдельных цехов, участков или отделений. Для выполнения взаимосвязанных технологий они могут быть скомбинированы (например, в механосборочные цехи и т.д.).

Принцип ***параллельности*** означает параллельное (одновременное) выполнение отдельных частей производственного процесса изготовления продукции.

Принцип ***пропорциональности*** означает равную пропускную способность всех подразделений предприятия. Он предполагает пропорциональную производительность основных, вспомогательных цехов и обслуживающих хозяйств предприятия, участков, линий, групп оборудования, отдельных рабочих мест.

Принцип ***непрерывности*** означает максимальное сокращение времени изготовления продукции в результате устранения или сведения к минимуму всех перерывов в производственном процессе.

Принцип ***прямоточности*** означает кратчайший путь от запуска предмета труда в производство до его выпуска, т.е. отсутствие петлеобразных движений. Эта задача достигается тем, что цехи, рабочие места внутри цеха, контрольные и складские пункты располагают в соответствии с последовательностью выполнения технологических операций изготовления изделий.

Принцип ***ритмичности*** предполагает выпуск продукции в одинаковые промежутки времени. Основой ритмичного производства являются высокая технологическая дисциплина, бесперебойность работы оборудования, снабжение операций основными и вспомогательными материалами, четкое оперативное управление производством.

Принцип ***автоматизации*** означает максимально возможное применение автоматического оборудования и средств автоматизации в процессе производства.

Принцип ***соответствия организационных форм производственного процесса его технико-экономическому содержанию*** предполагает формирование производственной структуры предприятия с учетом особенностей производства и условий его функционирования. Этот принцип способствует повышению производительности труда и снижению себестоимости продукции за счет комплексной механизации и автоматизации, применения высокопроизводительного оборудования, прогрессивной технологии и организации труда.

Кооперирование предполагает наличие производственных связей предприятий, цехов, участков, совместно участвующих в производстве продукции.

Производственный процесс состоит из различных этапов: получения и складирования материалов и заготовок, их доставки к рабочим местам, обработки, перемещения, контроля качества, хранения на складах; сборки, окраски, отделки, упаковки и отправки готовых изделий.

Производственный процесс может быть поточным и непоточным. При *поточном* производстве движение деталей осуществляется с постоянным тактом в определенный промежуток времени. При *непоточном* производстве изделия перемещают с одного рабочего места на другое с различной продолжительностью. Количество изделий определенного наименования, типоразмеров и исполнения, изготавливаемых в течение планируемого периода времени, называется ***объемом выпуска продукции***. Каждое подразделение предприятия обладает определенной производственной мощностью, которая зависит от технического оснащения, сменности работ, уровня механизации и прочих факторов.

Календарное время изготовления изделий называется ***производственным циклом.***

Перемещение заготовок может осуществляться как поштучно, так и партиями. ***Партией*** является число деталей, одновременно поступающее на рабочее место.

Перед началом производственного процесса устанавливают время на изготовление одного изделия или всех возможных типов изделий (ч, мин). Определяют ***трудоемкость изготовления изделия*** Т — время, затраченное на изготовление изделия, выраженное в человеко-часах.

Такт выпуска t, мин, определяется по заданному годовому объему выпуска изделий N и действительному годовому фонду времени работы оборудования Ф (при работе в одну смену — 2040 ч):

$$t = \frac{60\Phi}{N}.$$

При определении годового объема выпуска необходимо суммировать объем отдельных видов работ по изготовлению изделий из золота и серебра, отдельных видов работ по изготовлению обручальных колец, изделий с камнями и без камней, ремонтных работ.

20 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЮВЕЛИРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

20.1. Проектирование производственных участков и цехов

Структурно производство состоит из цехов, которые являются производственными административными обособленными подразделениями. Цехи состоят из производственных участков, вспомогательных подразделений, служебных и бытовых помещений. Рабочие места объединяются в производственные участки или отделения для выполнения работ целевого назначения.

При проектировании цехов в условиях серийного и мелкосерийного производства определяют грузопотоки материалов. Для этого строят график, на котором условно изображают движение материального потока в производственном цикле. График упрощает составление компоновки цехов и отделений. В условиях массового производства используют предметную специализацию с прямоточным движением материалов. Поточное производство строят по следующей схеме: получение заготовок → механическая обработка заготовок → узловая и общая сборка изделий из отдельных деталей и узлов → отделка изделий. При этом вредные виды производства изолируют от других участков и в них оборудуют системы очистки воздуха. Кроме того, в цехах предусматривают вспомогательные помещения, к которым относятся участки восстановления режущих инструментов, контрольные отделения, отделения для подготовки вспомогательных материалов и пр.

Проектирование цехов предусматривает установление организационной структуры цеха, состава производственных и вспомогательных подразделений, проведение расчета необходимых площадей.

Общая площадь цеха складывается из площадей производственных, вспомогательных, административно-конторских помещений, конструкторских и технологических бюро (без учета служебно-бытовых помещений). Состав производственных отделений и участ-

ков цехов определяется характером изготовляемых изделий, технологическим процессом, объемом и организацией производства.

По расчетным данным составляется компоновка цеха с учетом строительных параметров здания. ***Компоновкой*** цеха называется план взаимного расположения производственных и вспомогательных участков, служебно-бытовых помещений, магистральных проездов, выполненный в определенном масштабе, но без детального изображения расположения оборудования.

Для обеспечения прямоточности движения деталей оборудование размещают в специальных зданиях в соответствии с технологическим процессом. Наиболее распространенными являются одноэтажные здания прямоугольной формы с полом на бетонном основании в виде букв Т, П и Ш. Основными строительными параметрами здания являются шаг колонн, ширина и высота пролета. *Шагом колонн* называется расстояние между осями колонн в продольном направлении, *шириной пролета* — расстояние в поперечном направлении. *Высота пролета* — это расстояние от уровня пола до нижней части несущих конструкций перекрытия зданий. Колонны, расположенные в продольном и поперечном направлениях, образуют *сетку колонн* (рис. 20.1). Многоэтажные здания можно использовать для механических и сборочных цехов при производстве легких и мелких изделий. Сетку колонн для многоэтажных производственных зданий принимают 6×6 или 9×6 м, а высоту этажей — 3,6; 4,8 и 6 м. Оси, идущие вдоль пролета здания (продольные), обозначают заглавными буквами русского алфавита, а оси, пересекающие пролеты (поперечные), обозначаются цифрами.

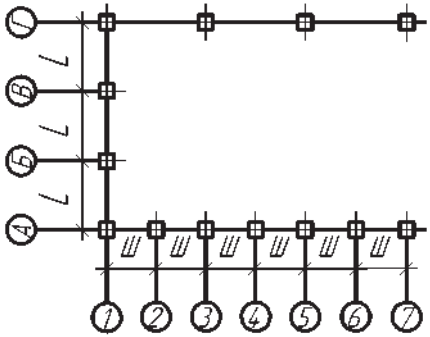


Рис. 20.1. Сетка колонн здания

Стены здания разделяются на несущие и каркасные (в каркасных зданиях). *Несущие стены* воспринимают нагрузки от веса строительной конструкции. Их выполняют из кирпича, камней или бетона. *Каркасные стены* — это внутренние перегородки, которые в зависимости от назначения помещения могут быть деревянные оштукатуренные, стеклянные с нижней деревянной частью, из металлической сетки с нижней деревянной частью, металлические застекленные, кирпичные, железобетонные. Для зданий небольшого объема (до 5000 м^3) делают стены кирпичной кладки.

Нормативная полезная нагрузка на пол от веса станков малых и средних размеров в многоэтажных зданиях принимается равной 500, 1000, 1500 кг/м^2.

Расположение лестничных клеток может быть *наружное* (в пристройках) и *внутреннее* (в самом здании). Число дверей и ворот должно быть минимальным, но с учетом требований противопожарной безопасности. Количество эвакуационных выходов — не менее двух. Размеры дверей должны быть по ширине 0,8...2,4 м, по высоте — не менее 2,0 м.

После компоновки цехов выполняют ***планировку рабочего оборудования***, на которой показывается взаимное расположение основного и вспомогательного оборудования в масштабе 1 : 100 или 1 : 50. Для графического отображения на планировке рабочих мест ювелиров используют условные обозначения верстаков и посадочных мест (рис. 20.2).

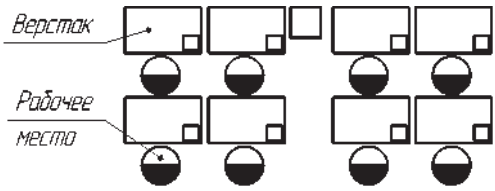


Рис. 20.2. Фрагмент объединения рабочих мест ювелиров в участок

При планировке рабочего оборудования руководствуются удобством рабочих мест и доступностью к ним, близостью к соседним участкам, наличием освещения, точек подвода воды, природного газа, а также учитывают санитарно-гигиенические, энергетические и противопожарные требования. На планировке изображают ко-

лонны, проезды, наружные и внутренние стены, окна, двери, ворота, основное и вспомогательное оборудование, места расположения работающих, рабочие столы и верстаки, места хранения и складирования заготовок, деталей и инструментов, транспортные устройства (рис. 20.3). Планировка должна отображать длину и ширину цеха, сетку колонн, а также название отделений и участков. Проставляют также расстояния между оборудованием и от оборудования до колонн и стен. Это расстояние зависит от габаритов станка. Расстояние от прохода до продольно расположенных станков габаритным размером до 1600 мм принимается 1000 мм, до поперечно расположенных — 500 мм. Расстояние между станками, а также расстояние от станка до колонн — 750 мм. Общая площадь цехов определяется на основании планировки оборудования и всех помещений цеха. Планировку составляют с учетом норм производственной площади на одно рабочее место. Для выполнения ювелирных работ площадь одного рабочего места составляет 4,5 м^2. Рабочая зона для работающих сидя должна быть по высоте 600...1200 мм, по глубине — 500 мм, по фронту — 550 мм от центра сидения. Ширина цеховых проходов зависти от вида транспорта. Ширина пешеходных проходов равна 1400 мм. Расстояние между столами и верстаками при продольном расположении составляет 750 мм, а при поперечном расположении — 1000 мм. Нормы площадей для средних металлообрабатывающих станков принимаются равными 14...18 м^2.

Оборудование в цехах можно устанавливать:

- непосредственно на полу;
- на отдельных или общих для нескольких станков фундаментах.

На полу устанавливают легкие и средние станки общего назначения со спокойным ходом. Легкие станки могут быть также установлены на столах. На фундаментах устанавливают тяжелые станки.

Расположение оборудования может быть с *продольной*, *поперечной*, *угловой* и *кольцевой компоновкой*. Предельная ширина проходов между станками или рабочими местами должна составлять не менее 1 м, коридоров — 1,4 м.

Планировка участков сборки может быть основана на конвейерном, точечном и гнездовом принципе. *Конвейерная* сборка — это сборка с непрерывным или периодическим движением объектов сборки, осуществляемая принудительно на конвейере. При *точечном* принципе отсутствуют межоперационные связи между оборудованием или рабочими местами. *Гнездовой* принцип заключается в объеди-

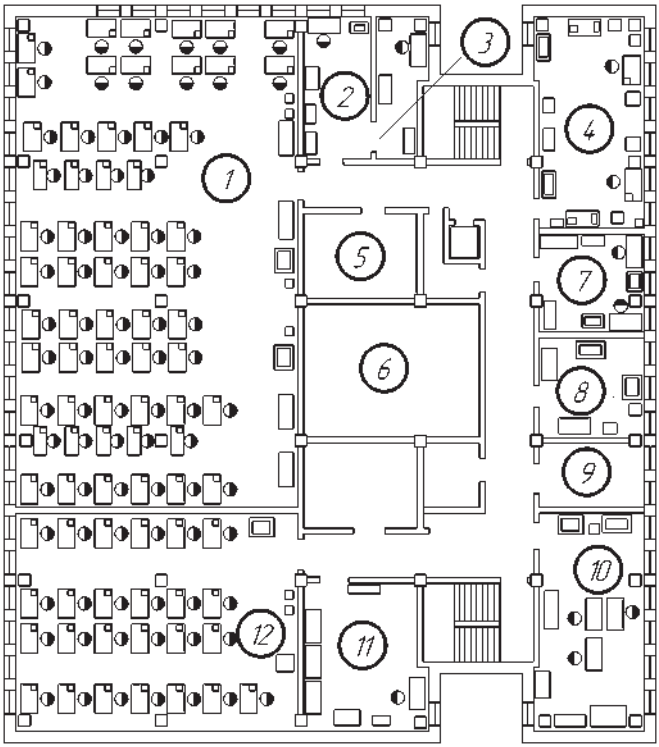


Рис. 20.3. Фрагмент планировки ювелирного производства:
1 — участок изготовления изделий; *2* — участок шлифовки и полировки изделий; *3* — участок мойки и сушки; *4* — заготовительный участок; *5* — кладовая; *6* — венткамера; *7* — ОТК (отдел технического контроля); *8* — участок плавки золота; *9* — кабинет начальника цеха; *10* — лаборатория; *11* — участок переработки отходов, содержащих драгоценные металлы; *12* — участок ремонта изделий

нении станков или рабочих мест группами в зависимости от межоперационных связей.

Во всех помещениях необходимо предусматривать нормальные условия для работы: температура воздуха 20 ± 1 °С, относительная влажность воздуха 50 ± 10 %, скорость движения воздуха 0,3...0,5 м/с.

Проектирование цехов состоит из следующих этапов:

1) установление исходных данных;

2) определение основных производственных параметров;

3) определение вспомогательных параметров;

4) уточнение технико-экономических показателей.

Первый этап включает в себя:

- установление программы выпуска;
- определение массы и материалов изделий;
- определение трудоемкости операций;
- определение типа оборудования;
- установление режима работы производства (в одну или две смены).

Второй этап включает:

- определение количества основного оборудования;
- выбор состава производственных участков;
- определение состава, количества и алгоритма работы оборудования;
- расчет производственной площади;
- выбор нестандартного оборудования;
- компоновку производственных участков;
- планировку основного оборудования;
- предварительное определение числа работающих.

На *третьем* этапе предусматривается проектирование складов, системы контроля качества изделий и систем управления.

На *четвертом*, завершающем, этапе уточняются общая площадь и габариты цеха, компоновка, планировка оборудования, состав и количество работающих, определяется технико-экономическое обоснование (ТЭП).

Расчетное количество оборудования в условиях поточного производства определяется по формуле

$$C_{\text{р}} = \frac{t_{\text{шт}}}{t},$$

где $t_{\text{шт}}$ — штучное время (время на выполнение технологической операции); t — такт выпуска.

Для переменно-поточного производства расчетное количество оборудования для n операций определяется по формуле

$$C_{\text{р}} = \sum_1^n \frac{t_{\text{шт}} N_i}{60\Phi},$$

где N_i — годовой объем выпуска изделий; Ф — действительный годовой фонд времени работы оборудования.

Число рабочих мест можно определить как частное от общего (суммарного) штучного времени T_c к годовому фонду времени оборудования:

$$M = \frac{T_c}{\Phi}.$$

Площади вспомогательных участков принимают из расчета 15...20 % от площади производственных участков.

Штат работающих в цехе состоит из следующих категорий работников:

- производственные и вспомогательные рабочие;
- инженерно-технические работники (ИТР);
- служащие;
- младший обслуживающий персонал (МОП).

К *производственным рабочим* относят ювелиров, монтировщиков, станочников, наладчиков станков, слесарей и других рабочих, непосредственно занятых выполнением технологического процесса.

К *вспомогательным рабочим* относятся транспортные рабочие, кладовщики, контролеры ОТК, лаборанты, слесари по ремонту оборудования, приемщики заказов, художники-дизайнеры, уборщики помещений и др. Число вспомогательных рабочих в цехе определяют в зависимости от числа производственных рабочих. Для механических и сборочных цехов их число может достигать 20...25 % от числа производственных рабочих.

К *ИТР* относятся руководители цеха, начальники отделений, инженерный персонал, техники, экономисты, нормировщики. Нормы количества ИТР зависят от типа производства. Для единичного и мелкосерийного производства — 18...24 % от числа производственных рабочих, для массового — 7...10 %. Число ИТР для сборочных цехов в зависимости от типа производства принимают 8...12 % от числа производственных рабочих. При многосменной работе в первую смену планируют работу 70 % от общей численности ИТР.

Служащими считаются счетно-конторский персонал, бухгалтеры, кассиры, работники снабжения, секретари, заведующие складами и пр. Число служащих также определяется в зависимости от производственных рабочих и составляет 1...2 %.

Категория *младшего обслуживающего персонала* (*МОП*) включает уборщиков конторских бытовых помещений. Их численность определяют по норме площадей помещений.

Управление производством осуществляется *аппаратом управления*. Общее руководство предприятием осуществляет директор, на которого возлагается ответственность за выполнение всех функций предприятия. Техническое руководство осуществляет главный инженер.

Все виды ***документов***, которыми пользуется персонал в процессе производственной деятельности, группируются по назначению:

- руководящие: положение о предприятии, цехе, должностные инструкции, приказы, распоряжения, планы, карты техпроцессов, ТУ, ГОСТы, инструкции, паспорта оборудования, нормативные документы;
- оперативные и учетные: сводки, графики, отчеты;
- вспомогательная документация: техническая информация, справочники и пр.

20.2. Состав и квалификация рабочих ювелирного производства

Производственными рабочими являются работники, выполняющие основные и вспомогательные технологические процессы (станочники, наладчики, слесари, монтировщики, ювелиры, плавильщики и т.д.). Число производственных рабочих Р определяется отношением трудоемкости изготовления продукции $T_п$, чел.-ч, к общему годовому фонду времени рабочего $Ф_р$, ч:

$$P = \frac{T_п}{Ф_р}.$$

При двухсменном режиме работы число производственных рабочих первой смены составляет: в единичном и мелкосерийном производстве — 60 %, в среднесерийном — 55 %, в крупносерийном и массовом — 50 % от общего числа рабочих.

В работе ювелирных предприятий участвуют рабочие различных профессий, среди которых [27]:

- мастер-модельер;
- плавильщик металлов и сплавов;
- литейщик художественных и ювелирных изделий;
- ювелир-монтировщик (закрепщик);

- ювелир-браслетчик;
- ювелир-цепочник;
- ювелир-филигранщик;
- ювелир-гравер;
- эмалировщик;
- восковщик;
- формовщик;
- рабочий по изготовлению резиновых форм;
- огранщик;
- шлифовщик, токарь, фрезеровщик, сверловщик;
- вальцовщик, прокатчик, волочильщик и пр.

Основную долю рабочих ювелирного производства составляют ювелиры. Профессия ювелира имеет семь разрядов. Рабочий соответствующего разряда должен удовлетворять определенным требованиям. Уровень выполняемых работ должен соответствовать квалификационному разряду. Разряд рабочих указывается в операционной карте и устанавливается в соответствии со сложностью выполняемой работы.

Ювелир первого разряда должен уметь выполнять простые работы, в частности:

- проводить подготовительные работы перед сборкой ювелирных изделий;
- готовить составы для отбела;
- осуществлять обезжиривание, снятие проволоки после пайки, промывку изделий в собранном виде;
- осуществлять закрепку вставок из стекла, поделочных камней и корунда круглой и овальной формы размером свыше 0,5 см в штампованные крапановые касты изделий из цветных металлов и серебра с последующим устранением заусенцев;
- осуществлять опиловку, шабровку и ручную полировку ювелирных изделий посудной группы из цветных металлов и серебра.

Ювелир второго разряда должен уметь выполнять такие несложные виды работ, как:

- монтировка, изготовление, ремонт, шлифование, полирование, шабровка и опиловка простых ювелирных и художественных изделий из цветных и драгоценных металлов;
- правка и набор деталей изделий;
- прокаливание буры для припоя;

- составление смеси припоя с бурой;
- подготовка наборов к пайке, пайка, заправка в зоны пайки;
- сверление отверстий с применением простейших приспособлений;
- заточка и заправка инструмента;
- контактная (точечная) сварка изделий;
- закрепление мелких вставок с помощью клея и т.д.

Ювелир третьего разряда должен уметь выполнять работы средней сложности:

- изготовление и монтировку колец, брошей с количеством деталей до трех и с одной вставкой, серег, рюмок, солонок, значков, медалей, орденов;
- монтировку, изготовление и ремонт плетеных, шарнирных, эластично-растяжных браслетов; запонок; филигранных колец; колец, брошей, серег с количеством деталей от трех до пяти; цепочек из однотипных круглых, овальных и фасонных звеньев в сочетании с фасонными звеньями, глидерами, розетками;
- изготовление пустотелых изделий;
- плавку лома с соблюдением заданного химического состава;
- обработку металла вальцами, профиль-вальцами;
- обработку изделий с помощью бормашины;
- реставрацию серебряных изделий;
- изготовление ажурной филиграни средней сложности;
- чернение изделий с гравированным рисунком;
- покрытие изделий эмалью и гальваническое покрытие изделий;
- чеканку изделий;
- вязку полотна цепочек типа «якорная» и «панцирная» на цепевязальных автоматах;
- наладку, разборку и сборку автоматов.

Ювелир четвертого разряда должен уметь выполнять работы повышенной сложности:

- изготовление и монтировку колец, брошей с количеством деталей до трех и с одной вставкой, серег, рюмок, солонок;
- монтировку, изготовление и ремонт плетеных, шарнирных, эластично-растяжных браслетов; запонок; филигранных колец; колец, брошей, серег с количеством деталей от трех до пяти и несколькими вставками из драгоценных камней; цепочек из однотипных круглых, овальных и фасонных звеньев в сочетании с фасонными звеньями,

глидерами, розетками; пустотелых деталей и изделий; замков для серег и брошей; цепочек из нескольких круглых разнотипных звеньев (цепь-ленточка);

- набор филигранного узора и пайку ажурно-филигранных брошей, ваз с накладными филигранными розетками;
- подгонку оправы к вставке золотых колец со вставками из полудрагоценных камней с глухой закрепкой и т.д.

Ювелир пятого разряда должен уметь выполнять сложные виды работ:

- реставрацию высокохудожественных антикварных изделий из драгоценных металлов;
- пайку ажурных филигранных наборов;
- пайку накладной филиграни на изделия с площадью филигранного узора свыше 50 $см^2$;
- чернение изделий с гравированным рисунком;
- нанесение гравированных узоров разнообразных фасонов по чертежам на поверхности ювелирных и художественных изделий из цветных и драгоценных металлов;
- набор простых и средней сложности сканных узоров под прозрачную эмаль;
- вязку полотна цепочек типа «тройная кордовая», «тройная панцирная», «комбинированная панцирная», «венецианская», «комбинированная якорная», «шариковая» на цепевязальных автоматах;
- изготовление моделей для литья согласно технической документации с высокой степенью точности конструктивных элементов;
- изготовление камнерезных изделий из материала твердостью 7 ед. по шкале Мооса вручную;
- расчет химического состава.

Ювелир шестого разряда должен уметь выполнять более сложные виды работ:

- монтировку и ремонт особо сложных ювелирных изделий ручного изготовления из драгоценных металлов с драгоценными камнями;
- изготовление и ремонт высокохудожественных образцов ювелирных изделий по макетам, слепкам, рисункам и эскизам художников и по собственным разработкам для индивидуального, мелкого и среднесерийного производства;
- изготовление и ремонт уникальных ювелирных изделий по проектам художников и собственным композициям;

- изготовление изделий со сложными выпильными рисунками;
- изготовление объемных ажурно-филигранных изделий с набором скани, рельефными накладками и орнаментальным узором;
- выпиливание ажурных рисунков со сложными механическими креплениями различных декоративных деталей;
- штифтовку, закатку, обжимку;
- изготовление мозаичных панно;
- изготовление, набор и пайку ажурной филиграни средней сложности и сложной формы;
- изготовление вручную цепочек из цветных и драгоценных металлов из круглых звеньев разведенных (цепочка типа «веревочка») и перегнутых («панцирная» цепочка), паяных цепей из звеньев из драгоценных металлов;
- сварку ювелирных изделий на установках лазерной сварки;
- закрепление мелких вставок с помощью клея;
- реставрацию высокохудожественных, уникальных, антикварных изделий из драгоценных металлов;
- восстановление орнаментальных рисунков;
- набор скани по чеканному рельефу;
- орнаментацию под эмаль;
- глубокую гравировку и чеканку изделий по собственным чертежам, рисункам и композициям;
- вязку полотна цепочек с комбинацией сплавов золота красного, желтого, зеленого и белого цвета;
- изготовление корпуса шпрингельного замка с одновременной пайкой на автоматах;
- изготовление штампов с узорами сложной художественной композиции;
- изготовление моделей для литья, согласно технической документации, с высокой степенью точности конструктивных элементов;
- изготовление специального инструмента, приспособлений и оснастки для работы над образцами и моделями сложных форм и конфигураций.

Ювелир седьмого разряда должен уметь выполнять особо сложные виды работ:

- изготовление уникальных и эксклюзивных ювелирных изделий с учетом национальных традиций, основных тенденций классического и современного ювелирного искусства и моды;

- изготовление сложных ювелирных и художественных изделий из цветных и драгоценных камней;
- нанесение гравированных узоров разнообразных фасонов и гравировки;
- изготовление штампов с узорами сложной художественной композиции;
- изготовление моделей высокой точности для литья;
- изготовление специального инструмента, приспособлений и оснастки;
- набор филигранных узоров и пайку многоплановых изделий и т.д.

20.3. Организация рабочих мест

Организация рабочих мест должна обеспечивать высокую производительность, оперативность, беспрерывность и благоприятную атмосферу работы [55]. Для этого рабочие места должны быть оснащены современным оборудованием.

Основным рабочим местом в ювелирном производстве является рабочее место ***ювелира***, на котором осуществляются ювелирные операции по изготовлению и ремонту ювелирных изделий.

Рабочим местом ювелира является ювелирный стол-верстак (рис. 20.4). Он представляет собой деревянный двухтумбовый стол с выдвижными ящиками. Стол имеет ровную и гладкую поверхность, покрытую жаростойким пластиком. Крышка стола-верстака выполняется из утолщенной плиты с полукруглым вырезом спереди для удобства работы. Под ним крепится кожаный фартук для сбора отходов драгоценных металлов. Вместо кожаных фартуков могут применяться жестяные ящики (коробки), имеющие глубину от 10 до 30 мм. Для безопасности проведения паяльных работ на передней части стола закрепляется медная пластина, на которую укладывается асбестовая подушка для размещения на ней паяемых элементов. В центре полукруглого выреза имеется паз, в который вставляется приспособление из твердолиственной породы дерева — *финагель*, используемое для слесарных работ: опиливания изделий, шабровки и т.д. Финагель имеет трапецеидальную форму со скосом 45°.

Рабочее место ювелира-монтировщика должно иметь стул со спинкой, регулируемый по высоте.

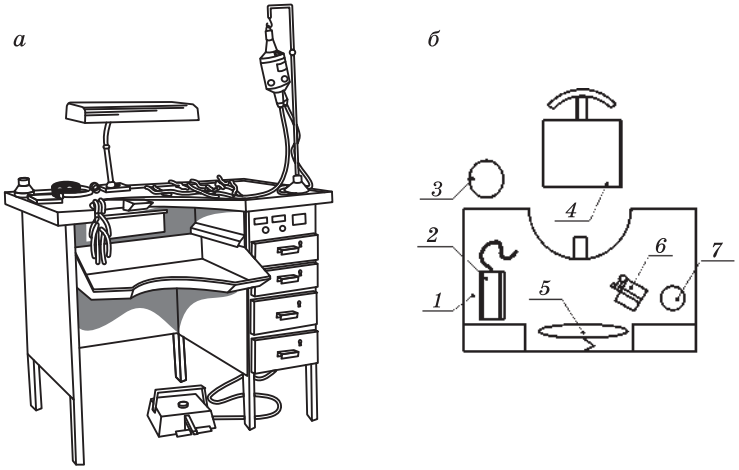


Рис. 20.4. Общий вид (*а*) и планировка (*б*) рабочего места ювелира-монтировщика:
1 — стол-верстак; *2* — бормашина; *3* — аппарат бензопайки; *4* — стул; *5* — лампа; *6* — лупа; *7* — подставка для инструмента

Рабочее место ***плавильщика*** для составления шихты и плавки лома (рис. 20.5) размещают в отдельном просторном помещении с большим объемом воздушного пространства. Однако устанавливать там вентиляцию не рекомендуется, ввиду того что воздушные потоки при литье нежелательны. В зоне рабочего места размещается площадка для нагрева тиглей, составления шихты, хранения тиглей и изложниц. Слева от рабочего на специальном кронштей-

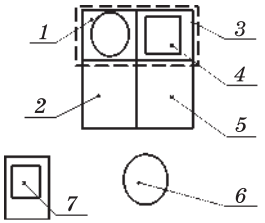


Рис. 20.5. Планировка рабочего места плавильщика драгоценных металлов:
1 — аппарат контактной плавки; *2* — шихтовая площадка; *3* — вытяжной зонт; *4* — печь для нагрева; *5* — площадка для тиглей и изложниц; *6* — стул; *7* — весы

не, прикрепленном к капитальной стенке, устанавливаются весы для взвешивания шихты. Номинальная норма площади рабочего места плавильщика — 4,8 м^2.

Рабочее место ***литейщика художественных и ювелирных изделий*** (рис. 20.6) должно быть оснащено большим числом инструментов и приспособлений. Среди них — дозаторы восковой массы для изготовления пресс-форм из резины; муфельная печь для обжига блоков с восковыми моделями; литейная машина; ванна для очистки отливок после литья, электрохимической полировки отлитых изделий и отбеливания блоков; бензосварочный аппарат; изложница; отбельница; установка для вибровакуумирования формовочной смеси; электронные весы для взвешивания изделий. Над ванной для очистки отливок и электрохимической полировки должен быть установлен вытяжной зонт.

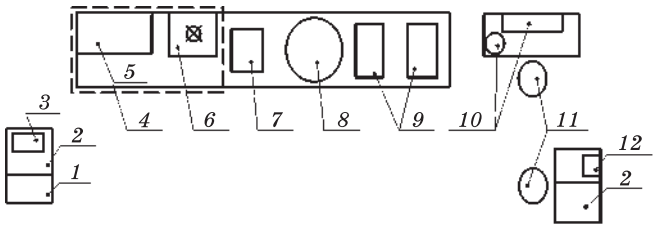


Рис. 20.6. Планировка рабочего места литейщика:
1 — установка для вибровакуумирования; *2* — стол; *3* — весы; *4* — вытяжной зонт; *5* — шкаф для химикатов; *6* — раковина; *7* — ванна для электрохимического полирования; *8* — литейная машина; *9* — муфельная печь; *10* — вулканизационный пресс; *11* — стул; *12* — дозатор восковой массы

Рабочее место ***вальцовщика*** для выполнения проковочных, вальцовочных и термических работ (рис. 20.7) оборудуют многопрофильными вальцами с ручным или механическим приводом, муфельной печью или аппаратом бензопайки для термической обработки. Для выполнения проковочных работ рабочее место оснащается металлическим столом, на котором устанавливается наковальня, необходимым набором слесарных молотков, щипцов, плоскогубцев и других инструментов, а также емкостью с раствором для отбеливания. Над нагревательными устройствами устанавливают вытяжной зонт.

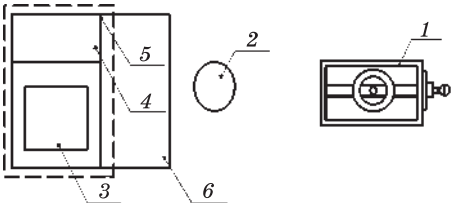


Рис. 20.7. Планировка рабочего места для выполнения проковочных, вальцовочных и термических работ:
1 — вальцы; *2* — стул; *3* — печь для отжига; *4* — площадка для сосудов с растворами; *5* — вытяжной зонт; *6* — металлический стол

Рабочее место ***шлифовальщика*** для выполнения шлифовально-полировальных работ (рис. 20.8) располагается в изолированном помещении. Оно состоит из шлифовально-полировального станка с фильтроулавливающей установкой, металлического стола с электроплиткой и сушильного шкафа. Станок снабжается шлифовальным инструментом, полировальными эластичными кругами и полировальниками. Электроплитка служит для нагрева моющих растворов. Промывка и сушка ювелирных изделий на рабочем месте выполняется в ванночке с проточной водой. Кроме того, рабочее место должно иметь тумбочку для хранения обтирочных материалов.

Рабочее место ***эмалировщика*** для выполнения эмалировочных работ (рис. 20.9) должно соответствовать определенным требованиям. Оно должно содержаться в абсолютной чистоте, поэтому категори-

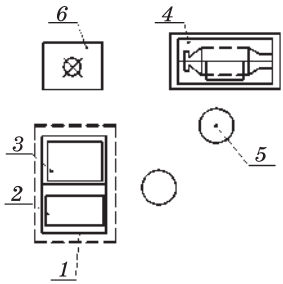


Рис. 20.8. Планировка рабочего места для шлифования и полирования изделий:
1 — вытяжной зонт; *2* — сушильный шкаф; *3* — электроплитка; *4* — шлифовально-полировальный станок; *5* — стул; *6* — раковина

чески запрещается размещать его в помещении, где осуществляются полировка и шлифовка. Рабочее место должно иметь рабочий стол, муфельную печь и водопровод с раковиной. Для выполнения предусмотренных техпроцессом работ в помещении должна быть шаровая мельница для размола эмали, муфельная печь для сушки и обжига эмали. Эмалировщик всегда должен иметь на рабочем месте чистое полотенце, на которое укладывается подготовленное к работе изделие. Обжиг эмали проводят в муфельной печи, а сушку изделия после наложения эмали рекомендуется выполнять в сушильном шкафу до полного испарения влаги. Для обжига эмали допускается применение других видов печи или источников тепла.

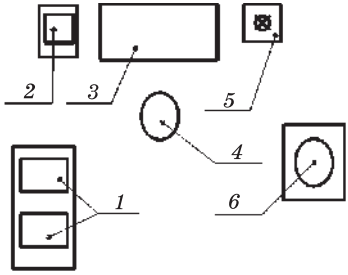


Рис. 20.9. Планировка рабочего места для выполнения эмалировочных работ: *1* — муфельная печь; *2* — весы; *3* — рабочий стол; *4* — стул; *5* — раковина; *6* — шаровая мельница

Анализ пробы драгоценного металла выполняется в ***лабораториях химического анализа*** (рис. 20.10). Выполнение химического анализа материалов предусматривает определение соответствия сплава той или иной пробе или количественного содержания драгоценного металла в сплаве. Каждый полученный сплав подвергается химическому анализу. Результаты анализов записываются в «Журнале регистрации анализов сплавов». Дальнейшее перемещение отливок в цехе разрешается только после установления соответствия данных химического анализа требованиям действующей нормативно-технической документации. Отливки из сплавов драгоценных металлов считаются по пробе годными и могут быть запущены в дальнейшую обработку, если результаты анализов сплава, взятого из различных участков блока отливок, имеют расхождение не бо-

лее чем на 0,15 % по серебру, а проба сплава не выходит за пределы, установленные нормативно-технической документацией. В этом случае результирующая проба рассчитывается как среднеарифметическое значение проб верхнего и нижнего образцов-свидетелей. Годные по пробе блоки отливок подвергаются размонтировке. После проверки качества годные отливки сдаются в кладовую, забракованные — в кладовую брака.

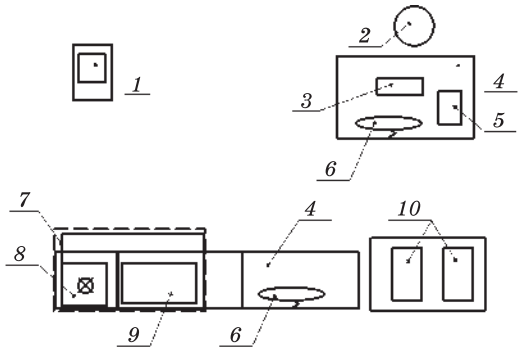


Рис. 20.10. Планировка рабочего места для химического анализа материалов: *1* — пробирные весы; *2* — стул; *3* — ЭВМ; *4* — рабочий стол; *5* — телефон; *6* — лампа; *7* —вытяжной зонт; *8* — раковина; *9* — шкаф для химикатов; *10* — муфельная печь

Пробы изделий из драгоценных металлов устанавливаются двумя методами: упрощенным (на пробирном камне) или более точным (муфельным). Для проведения анализа первым способом рабочее место должно быть оснащено пробирным камнем, иглой и реактивами, вторым способом — муфельной печью, шкафом для химикатов, пористой огнеупорной емкостью (купелью, азотной кислотой и т.д.).

Рабочее место ***штамповщика*** включает пресс, тару для заготовок, деталей и отходов. Компоновка рабочего места штамповщика зависит от формы исходной заготовки. Штамповка может осуществляться из металлической полосы или штучной заготовки (рис. 20.11).

Кроме основных рабочих мест, в ювелирном производстве необходимо предусматривать *вспомогательные помещения* для размещения складов материалов, незавершенной, готовой продукции и брака,

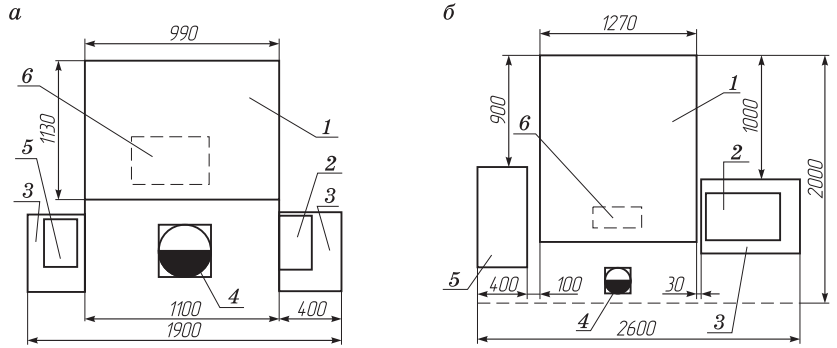


Рис. 20.11. Планировка рабочего места штамповщика:
а — для деталей из полосы: *1* — пресс; *2* — тара для полосовых заготовок; *3* — подставка под тару; *4* — стул; *5* — тара для отходов; *6* — тара для деталей; *б* — для штучных деталей: *1* — пресс; *2* — тара для заготовок; *3* — подставка под тару; *4* — стул; *5* — тара для деталей; *6* — тара для отходов

складов инструмента и вспомогательных материалов; рабочие места директора, бухгалтера, экономиста, технолога, дизайнера; медицинский пункт, охрану и комнаты отдыха.

21 НОРМИРОВАНИЕ ТРУДА

Время, в течение которого материалы превращаются в готовую продукцию, называется ***производственным циклом***. Он выражается в календарных днях или, при малой трудоемкости изделий, в часах. Производственный цикл $T_ц$ состоит из времени рабочего периода $T_{в.р.п}$ и времени перерывов $T_{в.пр}$:

$$T_ц = T_{в.р.п} + T_{в.пр}.$$

Длительность рабочего периода — время выполнения технологических операций:

$$T_{в.р.п} = T_{ш.-к} + T_к + T_{тр} + T_{е.пр},$$

где $T_{ш.-к}$ — штучно-калькуляционное и штучное время; $T_к$ — время контрольных операций; $T_{тр}$ — время транспортирования предметов труда; $T_{е.пр}$ — время естественных процессов (старения и релаксации заготовок, естественной сушки, отстоя взвесей в жидкостях и т.п.).

Сумма *штучно-калькуляционного времени* $T_{ш.-к}$, времени контрольных операций $T_к$ и транспортирования $T_{тр}$ называют операционным временем:

$$T_{оп} = T_{ш.-к} + T_к + T_{тр}.$$

Время на контроль и транспортирование составляет в операционном цикле незначительную долю. В связи с этим штучно-калькуляционное время для условий серийного типа производства можно определить следующим образом:

$$T_{ш.-к} = T_{п.-з} + \Sigma T_{оп} + T_{е.н} + T_{о.т.о},$$

где $T_{п.-з}$ — подготовительно-заключительное время при обработке новой партии деталей; $T_{оп}$ — оперативное время; $T_{е.н}$ — время на отдых и естественные надобности рабочих; $T_{о.т.о}$ — время организационного и технического обслуживания (получение и сдача инструмента, уборка рабочего места, смазка оборудования и т.п.).

Оперативное время $T_{оп}$ включает в себя основное $T_о$ и вспомогательное $T_{всп}$ время:

$$T_{оп} = T_о + T_{всп}.$$

Основное время затрачивается непосредственно на обработку или выполненние работ на операции. Вспомогательное время затрачивается на установку и снятие детали ($T_у$), закрепление и открепление детали в приспособлении ($T_з$) и выполнение операционного контроля рабочего в ходе операции ($T_{о.к}$):

$$T_{всп} = T_у + T_з + T_{о.к}.$$

Время перерывов $T_{в.пр}$ обусловлено режимом труда $T_{р.т}$, временем на межоперационное хранение детали $T_{мо}$, временем перерывов на межремонтное обслуживание и осмотры оборудования $T_р$ и временем перерывов из-за несовершенной организации производства $T_{орг}$:

$$T_{в.пр} = T_{р.т} + T_{мо} + T_р + T_{орг}.$$

Следовательно, в общем виде производственный цикл обработки детали в партии можно представить следующим образом:

$$T_ц = \Sigma T_{оп} + T_{е.н} + T_{о.т.о} + T_{рт} + T_{мо} + T_р + T_{орг}.$$

Ювелирному производству свойственно серийное многономенклатурное изготовление изделий партиями. ***Производственной партией*** называется группа изделий одного наименования и типоразмера, запускаемых в производство в течение определенного интервала времени при одном и том же подготовительно-заключительном времени на операцию. ***Операционной партией*** является производственная партия или ее часть, поступающая на рабочее место для выполнения технологической операции.

При определении затрат на изготовление партии изделий или единицы изделия устанавливаются ***нормы труда*** на выполнение каждой из операции технологического процесса. Нормы труда зависят от ряда факторов:

- трудоемкости работ по изготовлению изделия;
- вида и характера декоративной отделки;
- вида закрепок;
- категории сложности работ, учитывающей способ изготовления (литье по выплавляемым моделям и штамповка) и тип производства (серийное или единичное).

При изготовлении ювелирных изделий из благородных металлов учитывают трудоемкость работ, которая зависит от технологических свойств металлов [37–39]. В связи с этим при расчете трудоемкости выполняемых работ вводят поправочные коэффици-

енты (табл. 21.1). Условно все сплавы драгоценных металлов разделяют на три группы. Первую группу с минимальной трудоемкостью работ составляют сплавы серебра высокой пробы, вторую — сплавы желтого золота, третью, наиболее трудоемкую — сплавы, в которые добавлены тугоплавкие благородные металлы, а также сплавы серебра низкой пробы.

Таблица 21.1

Поправочные коэффициенты для расчета трудоемкости работ

Категория сплава	Сплав	Проба драгоценного металла	Поправочный коэффициент
I	Серебро	925, 875	0,8
II	Желтое золото	585, 750, 375	1,0
III	Белое золото	375	1,2
	Платина	950	
	Серебро	800, 830	

Норматив заработной платы на изготовление заготовок литьем и штамповкой зависит от сложности изделий. По сложности исполнения изделия делятся на следующие группы:

1) цельнолитые и цельноштампованные изделия простой формы с гладкой поверхностью;

2) изделия простой формы с рельефной поверхностью, с простыми крапановыми кастами массой до 5 г;

3) изделия усложненной формы с рельефной поверхностью, с простыми крапановыми кастами массой до 5 г;

4) изделия сложной формы, с ажурной или труднодоступной для обработки рельефной поверхностью и с ажурными кастами любой массы;

5) браслеты, колье и прочие конструктивно сложные изделия.

Нормативы заработной платы на изготовление изделий литьем по восковым моделям приведены в работе [45].

Нормативы заработной платы на монтировочные работы также зависят от трудоемкости работ, которые можно разделить на пять групп:

1) опиловка, шабрение, ручная полировка штампованных изделий;

2) отдельные несложные операции по монтировке штампованных и литых деталей (гибка, правка, пайка, опиловка, соединение звеньев с ушком);

3) монтировка изделий средней сложности, в том числе монтировка колец, серег с одной или несколькими вставками, впаивание рантов, шарниров, пластин под замок и т.д.;

4) работы с изделиями средней сложности из золота, платины с бриллиантами, по рисунку автора; работы со сложными многодетальными изделиями с выпиливанием ажура, с разметкой под вставку и пр.;

5) изготовление индивидуальных высокохудожественных изделий вручную.

Нормативы заработной платы на закрепочные работы зависят от группы сложности изделий:

1) гладкие касты, доступные для закрепки;

2) конструктивные элементы, затрудняющие опиливание и нанесение гризанта;

3) ажурные касты, труднодоступные для проведения закрепочных операций.

Расчет нормативов труда при закрепке проводят с учетом поправочных коэффициентов, которые зависят от количества вставок в изделии, типа производства, вида оправ, твердости камня. В частности, поправочный коэффициент для колец с тремя вставками составляет 1,2, с десятью вставками — 1,4.

Нормативы заработной платы на закрепку камней учитывают также и сложность формы вставки. По конфигурации вставок все виды закрепок, выполняемые в отливках, делятся на четыре группы сложности:

1) в простой трех- или шестикрапановый каст (крапановая закрепка);

2) в глухой ободковый каст или корнерами без разделки и нанесения гризанта;

3) в ажурный, кармезиновый каст без среднего крапана, корнеровая закрепка с разделкой фадена и нанесением гризанта на сложной сферической поверхности;

4) в кармезиновую оправу сложной конфигурации со средним крапаном, с применением нескольких видов закрепки в одном изделии, включая нанесение рисунка гравировкой.

Нормы труда для различных случаев закрепки приведены в работах [2, 27].

Надбавки на выполнение декоривно-отделочной обработки изделий зависят главным образом от сложности работ. Для оценки

выполнения данных работ установлены повышающие коэффициенты. В частности, изделия с эмалированными поверхностями разделяются на пять групп в зависимости от сложности осуществления эмалирования:

1) изделия простых форм с нанесением одноцветной эмали; живописная подрисовка одноцветной краской;

2) штампованные изделия сложной конфигурации, с заполнением эмали до трех цветов; живописная подрисовка узора;

3) изделия сложной конфигурации с заполнением эмали от одного до пяти цветов на штампованных узорах и с заполнением узоров эмалью до трех цветов с разными температурами плавления;

4) сложные высокохудожественные изделия с эмалью по готовым моделям, покрытие эмалью с полутонами; покрытие эмалью изделий с рельефом; изделия с разноцветной эмалью, обжигаемой при различных температурах плавления;

5) высокохудожественные изделия с наложением многослойной и прозрачной эмали по сложному тематическому рисунку.

Нормы времени для выполнения работ при эмалировании приведены в типовых нормах времени [56].

Нормы времени на выполнение операций гравирования зависят от сложности рисунка:

- монограммы;
- надписи;
- отдельные изображения;
- отделка поверхности штихелями;
- глубокая гравировка с чеканкой.

Нормы времени на чеканку определяются сложностью выполнения работ. По сложности работы, выполняемые при чеканке, условно делят на следующие группы:

- чеканка простого орнамента в литых деталях;
- расчеканка контура расходником разных форм и размеров, разделка фона конфарниками, просечка фона;
- чеканка геометрических и растительных узоров, чеканка по литью рельефных изображений;
- расчеканка по тыльной стороне заготовки с выколоткой рельефных деталей узора, чеканка на предметах сложной формы (кувшины, вазы), мелких горельефных изображений и др.;
- чеканка художественного литья сложного многопланового растительного и геометрического орнамента;

- чеканка рисунков сложного тематического содержания, дифовка сосудов сложной конфигурации;
- чеканка барельефных и горельефных портретных изображений, дифовка портретных изображений.

Нормы трудозатрат на выполнение операции чернения зависят от вида и сложности черневого покрытия. Черновые покрытия классифицируются следующим образом:

- покрытие сплавом черни ювелирных гравированных изделий простой конфигурации с рисунком несложной композиции;
- покрытие сплавом черни ювелирно-художественных изделий с рисунком сложной композиции;
- покрытие сплавом черни уникальных ювелирно-художественных изделий особо сложной конфигурации.

Нормы времени на изготовление ювелирных изделий с филигранью зависят от сложности сканного узора и декоративной отделки. При этом значительная доля трудозатрат приходится на достижение идентичности размеров и формы филигранных узоров и относительного положения элементов скани. По сложности исполнения филигрань условно делится на два вида:

- простая (плоскостная филигрань с несложными орнаментами, изготавливаемая из проволоки одного сечения);
- сложная (многослойно напайная, сочетающаяся с зернью и объемными элементами).

Нормы времени на изготовление филиграни приведены в отраслевой нормативной документации [56].

Нормы времени на штамповочные работы при изготовлении изделий из недрагоценных и драгоценных металлов приведены также в отраслевых нормативах времени [39]. Эти нормы зависят от вида выполняемых операций: отрезка, вырубка, пробивка отверстий, гибка, вытяжка. На нормы времени при штамповке драгоценных металлов вводят повышающие коэффициенты. При штамповке золота коэффициент $K = 1{,}4$, серебра — $K = 1{,}2$.

Нормативы времени на многие другие выполняемые работы могут быть уточнены с учетом особенностей организации производства и опытно-статистических данных, полученных в результате проведения хронометража технологических операций.

22 УЧЕТ И ХРАНЕНИЕ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ И КАМНЕЙ

Условия учета и хранения драгоценных металлов и камней должны соответствовать требованиям отраслевой инструкции «Порядок учета, хранения и расходования драгоценных металлов и драгоценных камней при изготовлении ювелирных и других бытовых изделий».

Драгоценные металлы, драгоценные и полудрагоценные камни должны храниться в кладовой цеха; их учет и контроль осуществляют материально-ответственные лица.

Учет ценностей в кладовой проводится на карточках учета, на которых должна стоять печать предприятия. Эти карточки заведены на материально-ответственных лиц, получающих и сдающих в кладовую драгоценные материалы по каждому наименованию ювелирных изделий, драгоценных металлов, драгоценных и полудрагоценных камней.

Выдача со склада (из кладовой) драгоценных металлов, драгоценных и полудрагоценных камней осуществляется только в подотчет начальнику производства или его заместителю. Выданные в подотчет драгоценные материалы списываются только после сдачи на склад (цеховую кладовую) изготовленных изделий, остатков драгоценных металлов, драгоценных и полудрагоценных камней, отходов и полуфабрикатов.

На первое число каждого месяца по складу (кладовой) составляется сводная сличительная ведомость движения драгоценных материалов.

Ответственность за неправильную организацию оперативного учета движения драгоценных металлов, драгоценных и полудрагоценных камней несут главный бухгалтер предприятия, начальник производства и кладовщик.

Начальник производства ежемесячно представляет отчет о фактическом расходе драгоценных металлов, драгоценных и полудрагоценных камней, о движении этих ценностей на предприятии.

Нормативный расход драгоценных материалов определяется исходя из фактического количества сданных на склад готовых изделий, отходов, остатков с учетом утвержденных подметальных (пооперационных) норм расхода.

За правильность применения норм расхода и анализ причин образовавшихся отклонений в расходе материалов отвечают технолог предприятия и начальник производства.

При наличии отклонений фактического расхода материалов от нормативного к отчетам должны быть приложены объяснения технолога о причинах этих отклонений.

Рассмотрение результатов расхода в необходимых случаях оформляется протоколом балансовой комиссии, который утверждается генеральным директором предприятия.

Ответственность за своевременное представление отчетности несет руководитель производства.

Отчеты подписываются начальником производства, материально-ответственными лицами.

Работник бухгалтерии проверяет правильность составления отчета, визируя это своей подписью, отвечает за правильность проставления в отчетах количества изготовленных изделий, брака и контролирует правильность движения материальных ценностей (остаток, приход, расход).

В сроки, установленные вышестоящими организациями, предприятие обязано составлять «Отчет об остатках поступлений и расходе драгоценных металлов» и «Отчет об остатках поступлений и расходе природных алмазов на изготовление алмазных инструментов и бриллиантов» и представлять его в статистический орган по месту расположения предприятия и в вышестоящие организации. Фактический расход драгоценных металлов на выпуск товарной продукции определяется исходя из данных о количестве фактически израсходованных драгоценных металлов на операциях изготовления ювелирных изделий, включая пайку, скорректированных на разницу остатков драгоценных металлов, находящихся в изделиях незавершенного производства на начало и конец отчетного периода.

За несвоевременное представление отчетности руководитель (руководители) подразделений привлекается к дисциплинарной ответственности администрацией предприятия.

Вследствие внедрения на предприятии более совершенных, чем предусмотрено в типовых нормах, технологий организации производства, труда и т.п., повышающих производительность труда рабочих, разрабатываются методом технического нормирования и вводятся в установленном порядке местные нормы, соответствующие более высокой производительности труда.

23 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Охрана труда при изготовлении ювелирных изделий предполагает рассмотрение и устранение опасных и вредных производственных факторов, к числу которых относятся:

1) физические (повышенная температура поверхностей оборудования, шум на рабочем месте, вибрация, вредные вещества и пр.);

2) психофизиологические (эмоциональное напряжение).

Электробезопасность. Наличие производственного оборудования с электропроводящими материалами вызывает опасность поражения электрическим током. В качестве мер защиты от поражения электрическим током предусматривают применение защитных оболочек, защитных ограждений, защитного заземления, изолирование токоведущих частей, установку знаков безопасности, использование для питания источников местного освещения напряжения 24 или 36 В.

Требования безопасности при наличии электромагнитных полей. Источниками электромагнитного поля являются главным образом электродвигатели. Уровень напряженности электрической составляющей электромагнитного поля должен быть не более 4 кВ/м. Экранирование электромагнитных полей используемого технологического оборудования не требуется.

Требования безопасности при наличии тепловых излучений. Источниками теплового излучения являются корпуса двигателей и зона обработки. Допустимое тепловое облучение составляет 100 Вт/м^2.

Требования безопасности к конструкции оборудования. Опасными зонами при работе оборудования являются место обработки изделия, приводные и выступающие части оборудования. Требования безопасности: исключение контакта станочника с рабочими частями оборудования, применение защитных устройств и средств личной защиты, исключение возможности падения и опрокидывания деталей станка, заготовок и т.д. Для защиты глаз от попадания осколков необходимо использовать защитные очки.

Требования безопасности к организации рабочего места и рабочего помещения. Предусматривать ширину проходов за верстаками при

отсутствии общего прохода не менее 1,0 м, а при наличии общего прохода — не менее 1,5 м. Проходы при расположении одного ряда верстаков напротив другого при отсутствии общего прохода должны быть не менее 2,0 м, при совмещении рабочих мест с общим проходом — 2,5 м.

Требования безопасности при наличии пыли. Пыль образуется при обработке хрупких материалов, разделке камня, на шлифовальных операциях. Защита персонала предусматривает применение вытяжных устройств на участках и рабочих местах, а также смазывающе-охлаждающих жидкостей при выполнении технологических операций. В помещениях цеха должно также проводиться проветривание.

Требования безопасности при наличии шума и вибрации. Источниками возникновения шума и вибрации являются ручные механизированные машины ударного, ударно-вращательного и вращательного действия с пневматическим или электрическим приводом (оборудование гальванического цеха, шлифовальные и полировальные станки, виброабразивное оборудование). Локальная вибрация имеет место при точильных, наждачных, шлифовальных работах, выполняемых на стационарных станках с ручной подачей изделия. Источниками шума являются колебания, возникающие при соударении, трении, скольжении твердых тел (двигатель, зубчатые передачи, вентиляционные установки), место обработки детали. Допустимый уровень шума зависит от уровня звукового давления в октавных полосах. Мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией предполагают применение средств и методов индивидуальной и коллективной защиты, поддержание технического состояния машин, санитарно-профилактические и оздоровительные мероприятия.

Требования безопасности к метеорологическим условиям. Оптимальные и допустимые микроклиматические условия устанавливаются СанПиН 9–80 РБ 98 (табл. 23.1).

Пожарная безопасность. По степени огнестойкости здания с несущими и ограждающими конструкциями из естественных и искусственных каменных материалов, бетона или железобетона с применением листовых и плитных негорючих материалов должны соответствовать I категории по СНБ 2.02.01–98 (здания, удовлетворяющие повышенным требованиям, т.е. все элементы здания должны быть несгораемыми, а перекрытия — трудносгораемыми). Основными возможными причинами пожаров являются неисправ-

ность электрооборудования (короткое замыкание, перегрузки), несоблюдение графика планового ремонта оборудования, износ и коррозия материалов, неосторожное обращение с огнем, неправильное устройство и эксплуатация отопительных систем, неисправность оборудования.

Таблица 23.1

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха

Санитарно-гигиенические факторы условий труда	Допустимая величина	Фактическая величина	Продолжительность действия фактора, % за смену
Температура воздуха, °С	17...23	20	84
Скорость движения воздуха, м/с	0,4	0,21	84
Относительная влажность воздуха, %	15...75	70	84

Требования безопасности при производстве отливок из цветных металлов. Поступающие шихтовые и формовочные материалы должны соответствовать стандартам и техническим условиям. Эти материалы снабжают токсикологической характеристикой. Применение новых материалов допускается только после санитарно-гигиенической проверки и согласования с органами государственной санитарно-эпидемиологической службы в установленном порядке.

Выполнение технологических процессов изготовления форм должно соответствовать ГОСТ 12.3.027–81 и быть безопасным на всех стадиях:

- хранение, транспортирование и подготовка исходных материалов;
- приготовление формовочных смесей;
- изготовление и отделка форм;
- комплектация и хранение форм, подготовленных для заливки.

Правила использования сушильного оборудования, работающего на газе, оговариваются «Правилами безопасности в газовом хозяйстве», электрических сушильных устройств — «Правилами устройства электроустановок потребителей» и «Правилами безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Участок заливки металла в формы оснащают оборудованием для равномерного всасывания воздуха, а на участках охлаждения

залитых форм предусматривают сплошные кожухи с торцовыми проемами и патрубками для отсоса газов.

Частыми травмами при плавке металлов являются ожоги, поражение электрически током и ушибы.

Основная причина ожогов — выбросы металла в процессе плавки и заливки метала в формы. Поэтому правилами техники безопасности предусмотрены сушка и подогрев шихты при заливке и загрузке в жидкую ванну, флюсов, модификаторов, легирующих добавок, плавильного инструмента и форм.

Причиной выбросов металла является выход из строя систем водяного охлаждения, утечка металла из плавильных печей в результате разрушения тиглей или футеровки (ГОСТ 12.2.007.9–88 и ГОСТ 12.2.007.10–87).

При плавке титана и других тугоплавких металлов в вакуумно-заливочных установках существует опасность выбросов металла при прогорании стенок водоохлаждаемых тиглей или нарушении их герметичности.

При плавке сплавов в электропечах промышленной частоты необходимо, чтобы все операции, связанные с прикосновением к тиглю или жидкому металлу, осуществлялись только при снятом напряжении с нагревателей. При обслуживании электроплавильных установок высокого напряжения (электронно-лучевых, зонной плавки и др.) необходимо соблюдать особые правила безопасности. Поражение электрическим током часто происходит при замыкании на корпус печи и случайном прикосновении, если отсутствует заземление (ГОСТ 12.11031–81).

Электромагнитные поля, возникающие при плавке металлов в высокочастотных печах, влияют на нервную и сердечно-сосудистую систему, органы зрения и др. Санитарными нормами СН 848–72 и ГОСТ 12.1.006–86 предусмотрена защита на частотах 0,1...30,0 МГц. Установки мощностью 30 кВт и более размещают в отдельных звукоизолированных помещениях; индукторы необходимо экранировать.

Требования безопасности при литье по выплавляемым моделям и в гипсовые формы. В литейных цехах должны быть выделены изолированные помещения для выполнения следующих производственных операций: приготовление модельного состава и изготовление моделей, приготовление наполнительных смесей, формовка и выбивка отливок, выплавление моделей, прокалка форм, плавка и заливка металла, очистка отливок, отделение отливок от литников.

Столы для приготовления модельного состава должны быть оборудованы вытяжными шкафами. Скорость движения воздуха в рабочем проеме — не менее 5 м/с. Загружать плавильные установки компонентами модельного состава следует не более чем на 0,75 объема ванны.

Стеллажи для сушки моделей с нанесенным слоем огнеупорного покрытия должны быть оборудованы вентилируемыми укрытиями; скорость движения воздуха в рабочем проеме укрытия — не менее 0,5 м/с.

При изготовлении выплавляемых моделей на машинах и оборудовании места загрузки модельных составов и исходных материалов оборудуют вытяжным зонтом. Количество удаляемого воздуха определяют из условия, что скорость движения воздуха в рабочем проеме должна быть не менее 0,7 м/с.

Оборудование для модельного состава снабжают системой терморегуляции, отключающей нагрев при достижении предельно допустимой температуры, которая на 30...40 °С ниже температуры воспламенения. На установках для огнеупорного покрытия восковых моделей методом окунания предусматривают панель с щелевым отсосом; скорость движения воздуха должна быть не менее 1,0 м/с.

Требования безопасности к конструкции машин литья под давлением должны соответствовать ГОСТ 15595–78. Для вытяжки вредных паров и газов машину литья под давлением оборудуют вертикальной вентиляционной панелью со стороны, противоположной рабочему месту оператора; количество отсасываемого воздуха — не менее 3000 $м^3$/ч на 1 $м^2$ панели. Машины должны быть изолированы друг от друга щитами из листовой стали высотой не менее 2 м.

При изготовлении отливок литьем на установках вакуумного литья и центробежным способом операции заливки металла (формы) и нанесения покрытия на рабочие поверхности должны быть механизированы. На рабочих местах, предназначенных для выполнения этих операций, устанавливают вентиляционные панели; количество удаляемого воздуха — не менее 2000 $м^3$/ч на 1 $м^2$ панели.

Установки центробежного литья оборудуют защитными ограждениями.

В смесеприготовительном отделении необходимо удалять пыль и пары растворителей от смесителей из помещения. Количество воздуха, удаляемого из помещения с центробежным смесителем с вибрационным столом, должно быть не менее 4000 $м^3$/ч.

Станки с наждачными или корундовыми кругами оборудуют кожухами — укрытиями с пылеотстойниками для сбора крупной пыли; объем отсасываемого воздуха должен быть не менее 1000 $м^3$/ч от одного станка.

Требования безопасности при финишной обработке отливок. Отливки должны удаляться после их охлаждения. Продолжительность остывания отливок указывается в технической документации. Разделение отливок проводят при температуре не выше 45 °С. Участки очистки отливок с использованием механизированных средств, оснащенных абразивными кругами, должны быть оборудованы местной вытяжной вентиляцией с устройством боковых пылеприемников.

Требования безопасности при выполнении вальцовки и волочения. Не допускается установка для прокатки не предусмотренных данной работой образцов и материалов (закаленных стальных деталей и инструментов, образцов с окалиной, материалов с остатками флюсов). Категорически запрещается одновременная работа на вальцах двумя лицами в целях исключения травм. При проведении отжига образцов паяльной лампой необходимо соблюдать меры безопасности при работе с огнеопасными материалами. Запрещается придерживать заготовку руками в непосредственной близости у валков и исправлять на ходу перекосившуюся заготовку. Не разрешается подставлять руку под заготовку в качестве направляющей плоскости или пропускать заготовку с острыми кромками через сжатую ладонь.

Требования техники безопасности при работе с бензиновой горелкой. Бензиновый паяльный аппарат разместить на некотором удалении от рабочего пространства стола. Убедиться в правильности подключения шлангов. Во избежание ожогов рук не прикасаться к разогретым и спаянным изделиям без их предварительного охлаждения. Соблюдать правила безопасности при работе с химическими веществами, предназначенными для пайки. Запрещается направлять пламя газовой горелки на огнеопасные предметы, а также на одежду и руки. Во избежание возможности возгорания огнеопасных предметов рабочая часть стола должна быть защищена металлическими или асбестовыми листами или огнеупорными материалами и ограждениями. Воспламенение газового пламени горелки осуществлять только электрозажигалкой. При засорении клапана бачка или горелки подкачку воздуха прекратить. В случае непредвиденного

воспламенения предметов пользоваться огнетушителем. При работе использовать защитные очки.

Техника безопасности при гальванических работах. К выполнению операций по декоративной обработке допускаются лица, прошедшие соответствующий инструктаж. Работу выполнять только в спецодежде и с использованием индивидуальных средств защиты: очков, резиновых перчаток, фартуков. На рабочих местах соблюдать чистоту. Работать при наличиии исправности приточно-вытяжной вентиляции. Тару с кислотами держать закрытой, в специально отведенных для этого шкафчиках.

При попадании на тело кислот незамедлительно смыть их водой и обратиться к врачу.

Техника безопасности при шлифовально-полировальных работах. Работу выполнять только на исправном оборудовании и исправными инструментами. Работать в спецодежде с использованием средств индивидуальной защиты: очков и линз. Во избежание ожога рук не допускать сильного нагрева изделия. При полировании изделия держать его острыми краями по ходу вращения круга. Полируемые поверхности изделия расположить относительно круга так, чтобы изделие не подхватывалось кругом. Работать с включенной приточно-вытяжной вентиляцией. Не выполнять работы по установке полировальников и шлифшкурок на вращающихся частях оборудования.

Техника безопасности при закрепке вставок. Запрещается работать инструментом с заостренным концом со стороны рукоятки. Эти инструменты обязательно должны иметь рукоятки. Заточку инструментов осуществлять, пользуясь защитным экраном или очками. Не прикасаться руками к вращающимся частям бормашинки. Работать при наличии бинокулярных очков.

24 АНАЛИЗ СПРОСА И ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Конечной целью любого производства является выпуск товаров, пользующихся спросом у покупателей. Данная цель становится основой для проведения маркетингового анализа при разработке новых моделей изделий, определения объемов и сроков их производства. Подобный анализ позволяет установить связь между предполагаемым объемом конкретного вида товара и покупательским спросом, а также долю, которую должен занимать этот товар в общей массе производства. Не менее важный вопрос заключается в оценке рыночной стоимости ювелирных изделий, которая зависит от многих факторов: технологических, эстетических, уникальности, финансовых условий и т.п. Данному вопросу в литературе уделялось недостаточно внимания и лишь в работах Н.Д. Дроновой [2] отражены ответы на эти вопросы.

24.1. Анализ спроса ювелирных изделий

При проведении маркетингового анализа ювелирных товаров исследуют ряд факторов: возраст и пол покупателей, их национальные особенности, цену и пр. Каждый из этих факторов рассматривается по отдельности с учетом влияния на него прочих факторов.

Понятие «спрос» детализируется в зависимости от поставленных задач. Традиционно ***спросом*** принято называть платежеспособную потребность населения в товарах.

Маркетинговый анализ начинается с изучения спроса на товары, который можно осуществить следующими методами:

- проведение ежегодных межреспубликанских оптовых ярмарок;
- анкетный опрос;
- проведение выставок-продаж и выставок-демонстраций изделий.

Анкетными опросами называются исследования, при проведении которых информация получается в результате сбора ответов на поставленные вопросы. Можно проводить анкетный опрос покупателей и специалистов торговли. Анкетный опрос позволяет выявить

виды изделий, пользующихся повышенным или пониженным спросом, уточнить потребности торгующих организаций в конкретных видах ювелирных изделий. Кроме того, методом анкетных опросов могут быть определены отношения к ювелирным изделиям (безразличие или заинтересованность) как всего населения, так и различных его социально-демографических групп.

Анкетный опрос специалистов торговли позволяет оценить степень удовлетворения спроса населения в конкретных группах ювелирных изделий (например, цепочки и браслеты, изделия без вставок, украшения с самоцветными и драгоценными камнями). Анкетный опрос показывает, какие из этих изделий являются наиболее востребованными.

Составная часть анализа, играющая важнейшую роль для производителей, — это изучение спроса на ассортимент ювелирных изделий. Известно, что основную часть ассортимента ювелирных изделий (до 80 % от общего объема производства) составляют изделия группы личных украшений. Анализ спроса на украшения позволяет прогнозировать и формировать объем заказов на производство изделий в ассортименте, а также по видам. Он позволяет также учесть динамику изменения спроса, оценить роль и место производимой продукции в системе продаж розничной и оптовой торговли, расширить сферы рынков сбыта.

При изучении спроса на ювелирные изделия учитывают степень популярности используемых в изделиях материалов, уровень дизайнерского исполнения, страну-производителя, компанию-производителя и ее имидж, материал вставок и т.д.

Маркетинговый анализ не может не учитывать также то, как проходят продажи в различное время года, взаимосвязь продаж со знаменательными датами, общественно значимыми событиями и праздниками, состояние инфраструктуры в местах продажи ювелирных изделий и другие факторы.

Маркетинговый анализ является связующим звеном между производителем и покупателем, взаимоувязывающим спрос покупателя и предложение производителя. Анализ предпочтений покупателей по ценам на ювелирные изделия свидетельствует о покупательской возможности и благосостоянии населения. Спрос на ювелирные изделия формируется под действием бюджетных, социальных и демографических факторов. Он существенно зависит не только от сред-

него уровня доходов, но и от распределения доходов среди слоев населения. При увеличении доходов изменение спроса на ювелирные изделия в значительной степени определяется динамикой среднего уровня доходов.

24.2. Оценка стоимости ювелирных изделий

Цена ювелирных изделий зависит от их ***себестоимости***, которая может быть рассчитана с использованием приближенных и точных методов в зависимости от стадии разработки проекта и объема имеющейся исходной информации.

Расчет себестоимости изделия заключается в расчете восстановительной стоимости, т.е. определении издержек производства, выраженных в денежной сумме. Существует два метода расчета восстановительной стоимости ювелирного изделия:

1) нормативно-параметрический;

2) количественный.

Первый метод целесообразно использовать при большом и частом обновлении ассортимента. Он основан на среднеотраслевых показателях затрат на изготовление изделий и поэтому позволяет упростить порядок установления цен.

При *втором методе* суммируются все издержки на изготовление изделия, потому этот метод позволяет более точно установить цены на изделия. По постановлению Министерства экономики Республики Беларусь № 43 от 22.04.1999 г., с последующими изменениями и дополнениями, стоимость ювелирных изделий определяется на основании плавной калькуляции затрат на изготовление с учетом планируемой рентабельности, налогов и платежей в соответствии с действующим законодательством.

Наиболее точные расчеты себестоимости производства обеспечивает метод, в основе которого лежит использование системы норм и нормативов расхода ресурсов с учетом калькуляционных статей себестоимости. ***Калькуляция*** — это представленный в табличной форме расчет издержек производства в денежном выражении, а также издержек сбыта на предприятии по каждой единице конкретной продукции либо партии продукции. В калькуляцию все элементы включаются согласно их назначению. Расходы (затраты) при этом

делятся на прямые и косвенные. *Прямые расходы* можно рассчитать на единицу продукции, не зная программы выпуска продукции. *Косвенные затраты* известны в общей сумме в расчете на год (месяц) или общий срок работы. Одни косвенные затраты связаны каким-то образом с производством продукции, другие никакого прямого отношения к продукции не имеют. Такие расходы называются *накладными расходами*.

Расчет калькуляции изделия проводят по статьям затрат, приведенным в табл. 24.1. При этом устанавливаются нормы расхода (в процентах) и стоимость затрат (в рублях).

Таблица 24.1

Калькуляция стоимости изготовления изделий

№	Наименование затрат	Норма, %	Стоимость затрат, руб.
1	Материалы		
2	Трудоемкость работ		
3	Стоимость 1 нормо-часа		
4	Основная зарплата		
5	Дополнительная зарплата		
6	Всего фонд оплаты труда (ФОТ)		
7	Отчисления на соцстрахование		
8	Единые отчисления от ФОТ		
9	Отчисления на обязательное страхование от несчастных случаев и профзаболеваний		
10	Общепроизводственные расходы		
11	Общехозяйственные расходы		
12	Итого себестоимость		
13	Плановые накопления		
14	Оптовая цена		
15	Акциз		
16	Итого		
17	Отчисления в местные бюджетные фонды		
18	Итого		

Окончание табл. 24.1

№	Наименование затрат	Норма, %	Стоимость затрат, руб.
19	Отчисления в республиканские бюджетные фонды		
20	Итого без НДС		
21	НДС		
22	Отпускная цена с НДС всей партии		
23	Отпускная цена с НДС одного изделия		

Денежным выражением стоимости товара является его ***цена***. Различают оптовую и розничную цену.

Оптовая цена предприятия — это цена, по которой осуществляется расчет с предприятием-изготовителем. Она представлет собой сумму себестоимости и прибыли:

$$Ц_{опт} = S_{пр} + П.$$

Розничная цена продукции включает оптовую цену предприятия и наценку торгующих организаций:

$$Ц_{р} = Ц_{опт} + Н_{т}.$$

Цена может быть договорной и устанавливаться поставщиком и покупателем товара на определенный период времени.

Успех деятельности предприятия оценивается размером получаемой прибыли, которая должна рассматриваться как в статике, так и в динамике. ***Прибыль*** отражает чистый доход, созданный в сфере материального производства.

Прибыль определяется двумя методами: методом прямого счета и расчетно-аналитическим методом.

По методу *прямого счета* прибыль определяется как разность между объемом реализованной продукции в стоимостном выражении и полной суммой затрат производства на ее изготовление и реализацию:

$$П = \sum_{k=1}^{n} N_{р} Ц_{опт} - \sum_{k=1}^{n} N_{р} S,$$

где n — количество наименований продукции; $N_{р}$ — объем реализованной продукции по каждому наименованию в натуральных еди-

ницах; $Ц_{опт}$ — оптовая цена предприятия единицы продукции; S — полная себестоимость единицы продукции.

Основными составными элементами балансовой прибыли $П_б$ являются:

- прибыль от реализации продукции, выполняемых работ, предоставляемых услуг $П_р$;
- прибыль от реализации основных фондов, а также иного имущества предприятия $П_д$;
- прибыль от внереализационных операций П*.

Полная балансовая прибыль является суммой этих составляющих:

$$П_б = П_р + П_д + П^*.$$

Оценка эффективности работы предприятия осуществляется с помощью показателя ***рентабельности***. Рентабельность предприятия зависит от достигнутого уровня себестоимости, использования основных фондров и оборотных среств, оптовых цен на продукцию.

Расчет рентабельности проводят по различным показателям относительной доходности предприятий:

Рентабельность продукции = Прибыль / Себестоимость;

Рентабельность продаж = Прибыль / Цена;

Рентабельность капитала = Прибыль / Общая стоимость основных и оборотных средств;

Рентабельность активов = Прибыль / Величина активов.

Ювелирные изделия относятся к особой группе товаров, которые отличаются как высоким уровнем художественного исполнения, так и использованием дорогостоящих металлов и камней. Цена ограненных камней и самих дорогостоящих украшений устанавливается иногда не по восстановительной стоимости. Она во много раз может превысить их затратную стоимость. Это так называемая ***рыночная стоимость*** ювелирных изделий.

Методика оценки рыночной стоимости ювелирного изделия включает в себя оценку его нормативной стоимости, учитывающей затраты на изготовление, уровень и соотношение цен, а также оценку стоимости по параметрическим показателям на однородные изделия, которые учитывают основные потребительские свойства [2].

Основными параметрическими показателями для оценки изделий из драгоценных металлов являются:

- проба драгоценного металла;
- масса драгоценного металла;
- вид ювелирного камня;
- масса ювелирного камня;
- сложность изготовления изделия;
- вид и площадь художественной и декоративно-отделочной обработки поверхностей;
- эстетический уровень изделия.

Оценка рыночной стоимости ювелирных изделий проводится на основе исходных данных по расчетной калькуляции приведенных затрат на производство. Базовая стоимость изделий определяется как сумма стоимости драгоценных металлов, вставок из драгоценных и ювелирно-поделочных камней и трудозатрат на изготовление.

Стоимость драгоценных металлов за грамм (тройскую унцию) определяется на момент оценки по ценам мирового рынка. Эта стоимость динамична и может зависеть от биржевых котировок. За основу расчета по мировым ценам взята стоимость тройской унции (31,1 г). Базовая стоимость изделия $С_б$ рассчитывается по формуле

$$С_б = G_и\ (П \cdot С_г) k_{о.ц},$$

где $G_и$ — количество граммов драгоценного металла; П — проба сплава; $С_г$ — стоимость одного грамма металла данной пробы; $k_{о.ц}$ — коэффициент доведения отпускной цены драгоценного металла до оптовой цены ($k_{о.ц} = 1{,}24$).

Стоимость бриллиантов круглых 17-гранных, круглых 33-гранных, круглых 57-гранных с геометрическими параметрами группы А оценивается по оптовому валютному прейскуранту или по розничной цене. Показатели качества бриллиантов определяются по ТУ-25.07.1319–77. Бриллианты других форм оцениваются исходя из стоимости круглых 57-гранных бриллиантов со скидками в соответствии с действующими прейскурантами.

Стоимость ювелирно-поделочных камней устанавливается также согласно прейскурантам цен, действующих на данный момент. Определение качества рубинов, сапфиров, природного жемчуга осуществляется согласно описанию групп дефектности, цвета в скупочном прейскуранте № 111 от 1991 г., изумрудов — согласно ТУ 95.335–88

«Изумруды природные, обработанные». Требования к ограненным ювелирным камням определяются по ОСТ 4197–74 «Камни самоцветные природные ограненные». Поделочные цветные камни, используемые в качестве вставок, разделяются на четыре группы в соответствии с ОСТ 4191–72 «Вставки в ювелирные изделия из природных поделочных цветных камней»:

- доломит, змеевик, лиственит, мраморный оникс, офиокальцит, родусит, хибинит;
- беломорит, кахолонг, розовый кварц, кремень декоративный, обсидиан, роговик, яшма;
- агат-переливт, амазонит, лабрадорит иринизирующий, родонит, халцедон;
- агат, лазурит, нефрит, сердолик, жадеит, хризопраз.

Отдельно оцениваются следующие редкие камни: бирюза, жадеит зеленый и ярко-зеленый, лазурит ювелирный, хризопраз зеленый и ярко-зеленый. При оценке внекатегорийных изделий следует использовать повышающие коэффициенты, учитывающие историко-культурную ценность изделия.

Изделие**, **выполненное из двух металлов, оценивают как изделие из основного металла с деталями из дополнительного металла.

Особую группу на рынке сбыта ювелирных изделий занимают ***камнерезные изделия***, выполненные из поделочных камней (чаши, вазы, фигурки людей и животных, письменные приборы и т.д.), а также ***ювелирные изделия с камнерезными деталями*** (пасхальные яйца, сувениры и пр.). Для таких изделий стоимость поделочных материалов определяется по рыночным ценам на сырье на день оценки, а себестоимость самих изделий определяется исходя из их стоимости с применением повышающих коэффициентов за сложность изготовления. Изделиям с простыми формами в виде плоских пластин присваивают повышающий коэффициент 1,1; изделиям в форме тел вращения — 1,2; изделиям со сферической формой — 2,0; изделиям с выполненной резьбой и объемной декорировкой — 10,0.

Изделия, имеющие особую историческую ценность, оцениваются комиссией. При этом учитывают оригинальность замысла, уровень исполнения, сложность модели, новизну, редкость, комплектность. Учитываются также время создания изделия, стилевые признаки, имидж мастера или фирмы и прочие факторы.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Стандарты на ювелирные материалы, изделия и работы

Обозначение	Наименование	Описание
ГОСТ 7221–80	Полосы из золота, серебра и их сплавов. Технические условия	Распространяется на холоднокатаные полосы из золота, серебра и их сплавов, применяемые для технических целей, а также для производства ювелирных изделий
ГОСТ 7222–75	Проволока из золота, серебра и их сплавов. Технические условия	Распространяется на холоднотянутую проволоку из золота, серебра и их сплавов технического назначения, а также для производства ювелирных изделий
ГОСТ 15519–70	Агат и халцедон технические. Технические условия	Распространяется на технический агат и халцедон, применяемые для изготовления приборных и технических камней. Не распространяется на агат и халцедон, предназначенные для изготовления ювелирных украшений
ГОСТ 30649–99	Сплавы на основе благородных металлов ювелирные. Марки	Устанавливает марки золота, сплавов на основе благородных металлов (золота, серебра, платины и палладия), применяемых для изготовления ювелирных, ритуально-обрядовых и других изделий бытового назначения, полуфабрикатов в виде листов, лент, полос, фольги, проволок, труб, профилей, литых заготовок, изготавливаемых методами горячей, холодной деформации или литья
ГОСТ 5220–78	Проволока нейзильберовая. Технические условия	Регламентирует условия для производства и применения проволоки из нейзильбера
ГОСТ 25475–82	Аноды золотые	Регламентирует перечень анодов для электролизного применения
ГОСТ 19746–74	Проволока из припоев серебряных	Устанавливает ассортимент и обозначение проволоки

Обозначение	Наименование	Описание
ГОСТ 19738–74	Припои серебряные. Марки	Устанавливает ассортимент и состав припоев
ГОСТ 6835–80	Золото и золотые сплавы. Марки	Устанавливает марки стандартных сплавов из золота
ГОСТ 6836–80	Серебро и серебряные сплавы	Устанавливает марки стандартных сплавов из серебра
ОСТ 4191–74	Вставки ювелирные из природных поделочных и цветных камней	Регламентирует требования к вставкам из недрагоценных камней
ОСТ 48–79–83	Золото в слитках. Технические требования	Устанавливает химический состав мерных слитков из золота
ОСТ 48–78–83	Серебро в слитках. Технические требования	Устанавливает химический состав мерных слитков из серебра
СТБ 52–2001	Изделия ювелирные. Изделия ювелирные отремонтированные	Распространяется на отремонтированные ювелирные изделия из драгоценных и недрагоценных металлов без камней и с камнями различных форм и размеров отечественного, а также иностранного производства.
СТБ 1232–2000	Изделия ювелирные из драгоценных металлов. Общие технические условия	Распространяется на ювелирные изделия из драгоценных металлов
СТБ 581–97	Изделия галантерейные из металла. Общие технические условия	Регламентирует требования к изделиям из недрагоценных материалов
СТБ 51715–2002	Изделия декоративные и сувенирные, сходные по внешнему строению с холодным или метательным оружием	Распространяется на сувенирную продукцию в виде холодного и метательного оружия

Обозначение	Наименование	Описание
ОСТ 4197–74	Камни самоцветные природные ограненные	Отраслевой стандарт на ограненные самоцветные природные камни
ОСТ 25 1289–87	Изделия ювелирные из недрагоценных металлов	Описывает технические требования к ювелирным изделиям из недрагоценных металлов
ОСТ 25843–78	Изделия камнерезные. Общие технические условия	Отраслевой стандарт на изделия камнерезные (сувениры и т.д.)
ТУ 25.071319–77	Бриллианты Кр 17, Кр 57	Технические условия на изготовление 17- и 57-гранных бриллиантов
ТУ 95.335–88	Изумруды природные, обработанные	Технические условия на изготовление изумрудов
ТУ 48–1–214–75	Заготовки штампованные из сплавов на основе золота и серебра	Технические условия на штампованные заготовки из сплавов золота и серебра
ТУ 48–1-196–81	Трубки капиллярные из благородных металлов	Технические условия на трубки из сплавов драгоценных металлов
ТУ 21–23–10–70	Стекло для ювелирного производства	Технические условия на изготовление ювелирного стекла

2. Стандарты технологического применения

Обозначение	Наименование
ГОСТ 3.1109–82	Единая система технологической документации. Термины и определения
ГОСТ 14.004–83	Технологическая подготовка производства. Термины и определения
ГОСТ 17420–72	Единая система технологической подготовки производства. Операции механической обработки резанием. Термины и определения
ГОСТ 18979–84	Обработка металлов давлением. Операции ковки и штамповки. Термины и определения
ГОСТ 21445–84	Материалы и инструменты абразивные. Термины и определения

Обозначение	Наименование
ГОСТ 23887–79	Сборка. Термины и определения
ГОСТ 25142–82	Шероховатость поверхности. Термины и определения
ГОСТ 25761–83	Обработка резанием. Термины и определения общих понятий
ГОСТ 17420–72	Единая система технологической подготовки производства. Операции механической обработки резанием. Термины и определения
ГОСТ 17325–79	Пайка и лужение. Основные и термины и определения
ГОСТ 18169–86	Процессы технологические литейного производства. Термины и определения
СТБ ИСО 17659–2005	Сварка. Сварные соединения
ГОСТ 23505–79	Обработка абразивная
ГОСТ 25330–82	Обработка электрохимическая
ГОСТ 14706–78	Алмазы и инструменты алмазные

3. Санитарно-гигиенические и строительные нормы

1. СанПиН 2.2.4/2.1.8.9–36–2002. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона: сб. офиц. док. по медицине труда и производственной санитарии. Минск: МЗ РБ, 2003. Ч. 10.

2. СанПиН 2.2.4/2.1.8.10–32–2002. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: сб. офиц. док. по медицине труда и производственной санитарии. Минск: МЗ РБ, 2003. Ч. 11.

3. СанПиН 9–80 РБ 98. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: сб. офиц. док. по медицине труда и производственной санитарии. Минск: МЗ РБ, 2001. Ч. 8.

4. СанПиН 11–19–94. Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ: сб. офиц. док. по медицине труда и производственной санитарии. Минск: МЗ РБ, 1999. Ч. 5.

5. СНБ 2.02.01–98. Пожарно-техническая классификация зданий, строительных конструкций и материалов. Минск: Минстройархитектура РБ, 1998.

6. СНБ 2.04.05–98. Естественное и искусственное освещение. Минск: Минстройархитектура РБ, 1998.

Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. *Бреполь Э.* Теория и практика ювелирного дела / Э. Бреполь. СПб.: Соло, 2000.
2. *Дронова Н.Д.* Оценка стоимости изделий / Н.Д. Дронова, Р.Х. Аккалаева. М.: МОАК, 2004.
3. *Епифанов В.И.* Технология обработки алмазов в бриллианты / В.И. Епифанов, А.Я. Песина, Л.В. Зыков. Якутск: Бичик, 1995.
4. *Иванов В.Н.* Художественное литье: учеб. пособие / В.Н. Иванов, В.М. Карпенко. Минск: Вышэйш. шк., 1999.
5. *Короткевич В.Г.* Проектирование инструмента для пластического деформирования: учебник / В.Г. Короткевич; под ред. С.Б. Сарело. Минск: Вышэйш. шк., 2000.
6. *Лахтин Ю.М.* Металловедение и термическая обработка металлов / Ю.М. Лахтин. М.: Металлургия, 1993.
7. *Марченков В.И.* Ювелирное дело / В.И. Марченков. М.: Высш. шк., 1984.
8. *Мельников Г.Н.* Проектирование механосборочных цехов / Г.Н. Мельников, В.П. Вороненко; под ред. А.Д. Дальского. М.: Машиностроение, 1990.
9. *Новиков В.П.* Книга начинающего ювелира / В.П. Новиков. СПб.: Политехника, 2001.
10. *Новиков В.П.* Практика по ювелирному делу / В.П. Новиков. СПб.: Континент, 2005.
11. *Собчак Н.* Энциклопедия минералов и драгоценных камней / Н. Собчак, Т. Собчак. СПб.: Нева; М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2002.
12. *Телесов М.С.* Изготовление и ремонт ювелирных изделий / М.С. Телесов, А.В. Ветров. М.: Легпромбытиздат, 1986.
13. Технология ювелирного производства / С.А. Селиванкин, И.И. Власов, Л.А. Гутов [и др.]. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1978.
14. *Шнейдер Г.А.* Основы художественной обработки металла / Г.А. Шнейдер. Минск: Вышэйш. шк., 1986.

Дополнительная литература

15. *Андреев В.* Огранка самоцветов / В. Андреев; под ред. И.М. Шафранского. М.: Росгизместпром, 1957.
16. Благородные металлы: справ. / под ред. Е.М. Савицкого. М.: Металлургия, 1984.
17. *Вудинг Р.Р.* Пазовая закрепка бриллиантов: иллюстрир. процесс / Р.Р. Вудинг. Омск: Дедал-Пресс, 2005.
18. *Грилехес С.Я.* Электрохимическое и химическое полирование: теория и практика: влияние на свойства металлов / С.Я. Грилехес. М.: Машиностроение, 1987.

19. *Головин В.А.* Свойства благородных металлов и сплавов: справ. / В.А. Головин. М.: Металлургия, 1985.
20. *Гутов Л.А.* Литье по выплавляемым моделям сплава золота и серебра / Л.А. Гутов. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1974.
21. *Гутов Л.А.* Справочник по художественной обработке металлов / Л.А. Гутов, М.А. Никитин. СПб.: Политехника, 1987.
22. *Гутов Л.А.* Гидродинамика заполнения жидким металлом литейной формы и кристаллизация расплава при производстве отливок из сплавов золота и серебра: сб. тр. / Л.А. Гутов, И.П. Старченко // ВНИИювелирпром. 1974. Вып. 17.
23. Драгоценные металлы: учет и инвентаризация: сб. норматив. актов. Минск: Информпресс, 2002.
24. *Дронова Н.Д.* Ювелирные изделия: справ.-энцикл. / Н.Д. Дронова. М.: Ювелир, 1996.
25. *Дубова М.Я.* Чистовое шлифование ювелирных камней: сб. тр. / М.Я. Дубова [и др.] // ВНИИювелирпром. 1975. Вып. 10.
26. Единые нормы безвозвратных и возвратных отходов драгоценных металлов при изготовлении и ремонте ювелирных изделий по заказам населения. М.: МБОН РСФСР, НИИ «НИТХИМ», 1971.
27. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. М.: НИИтруда, 1975.
28. Методика расчета нормативов потерь при литье: сб. тр. / Л.В. Козикова, Р.С. Михайлова, Г.Г. Параничева, И.П. Старченко // ВНИИювелирпром. 1977. Вып. 13.
29. *Комягин Ю.П.* Учебник ювелира-монтировщика: учеб. пособие для ПТУ / Ю.П. Комягин, В.П. Новиков. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1986.
30. *Кузьминов Ю.С.* Фианиты: основы технологии, свойства, применение / Ю.С. Кузьминов, В.В. Осико; РАН, Ин-т общ. физики. М.: Наука, 2001.
31. *Кудинов В.В.* Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование / В.В. Кудинов, Г.В. Бобров. М.: Металлургия, 1992.
32. *Лашко Н.Ф.* Пайка металлов / Н.Ф. Лашко, С.В. Лашко. М.: Машиностроение, 1977.
33. *Маджет С.* Макуме-гане / С. Маджет. Омск: Дедал-Пресс, 2005.
34. *Матлинз А.Л.* Ювелирные изделия и драгоценные камни: справ. покупателя / А.Л. Матлинз, А.К. Бонано. М.: Дело и сервис, 2001.
35. *Медведев О.А.* Расчет литниково-питающей системы для центробежного литья ювелирных изделий: сб. тр. / О.А. Медведев, Г.В. Плющ, Г.Г. Хлебников // ВНИИювелирпром. 1977. Вып. 13.
36. *Никифоров Б.Т.* Ювелирное искусство: учеб. пособие / Б.Т. Никифоров, В.В. Чернова. Ростов н/Д: Феникс, 2006.
37. Отраслевые нормативы времени на гальванопокрытия. Львов: Минавтопром СССР, ГИП «Гипроспецавтотранс», 1972.
38. Отраслевые нормативы времени на полирование изделий из серебра и золота. М.: ЦНИИиГЭИ приборостроения, 1976.

39. Отраслевые нормативы времени на штамповочные работы при изготовлении изделий из недрагоценных и драгоценных металлов. М.: ЦНИИиГЭИ приборостроения, средств автоматизации и систем управления, 1981.
40. *Отт Д.* Справочник по дефектам литья и иным порокам ювелирных изделий из золота / Д. Отт. Омск: Дедал-Пресс, 2004.
41. Получение серебряных покрытий электрохимическим способом: сб. тр. / Н.К. Белоглазов, Л.Н. Кузьменков, В.О. Сарапов, В.А. Маслов // ВНИИювелирпром. 1977. Вып. 15.
42. Пооперационные нормативы съема и потерь сплавов драгоценных металлов при изготовлении ювелирных изделий. Золото. РД 117–3–014–95. СПб.: ВНИИювелирпром, 1995.
43. Пооперационные нормативы съема и потерь сплавов драгоценных металлов при изготовлении ювелирных изделий. Серебро. РД 117–3–014–95. СПб.: ВНИИювелирпром, 1995.
44. *Райкин Б.Н.* Расчет геометрии граненого камня: сб. тр. / Б.Н. Райкин // ВНИИювелирпром. 1975. Вып. 10.
45. Сборник типовых технологий ремонта и изготовления массовых ювелирных изделий по заказам населения. М.: ЦБНТИ МБОН РСФСР, 1972.
46. *Синкенсен Дж.* Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней / Дж. Синкенсен. М.: Мир, 1998.
47. *Смит Г.* Драгоценные камни / Г. Смит. М.: Мир, 1980.
48. *Соколов М.В.* Художественная обработка металла. Азы филиграни: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / М.В. Соколов. М.: ВЛАДОС, 2003.
49. Специальные вопросы измерения и контроля в ювелирной промышленности / сост. С.Н. Сурова, Л.Д. Ковалев. Минск: БНТУ, 2007.
50. Справочник по электрохимическим и электрофизическим методам обработки / Г.Л. Амитан, И.А. Байсупов, Ю.М. Барон [и др.]; под общ. ред. В.А. Волосатова. Л.: Машиностроение: Ленингр. отд-ние, 1988.
51. *Сторожев М.В.* Теория обработки металлов давлением: учебник для вузов / М.В. Сторожев, Е.А. Попов. М. : Машиностроение, 1977.
52. Технология металлов и материаловедение / под ред. Л.Ф. Усовой. М.: Машиностроение, 1987.
53. Технология конструкционных материалов / под ред. М.А. Шатерина. СПб.: Политехника, 2005.
54. Технология распиливания монокристаллов алмаза: учеб.-метод. пособие / М.Г. Киселев, А.В. Дроздов, А.А. Новиков. Минск: БНТУ, 2006.
55. Типовой проект организации труда и управления на специализированном предприятии ремонта и изготовления ювелирных изделий. М.: ЦБНТИ МБОН РСФСР, 1983.
56. Типовые нормы времени на изготовление и ремонт ювелирных изделий / ЦБ нормативов по труду Госкомитета СССР по труду и социальным вопросам. М., 1985.
57. *Тойбл К.* Ювелирное дело / К. Тойбл. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.

58. *Трачумс В.* Золото, серебро, бриллианты, бизнес: описание и краткий справ. по ювелирному делу: практ. пособие / В. Трачумс, И. Арон, Ю. Якубенов. Рига: Фил, 1997.
59. Указания о порядке определения розничных цен на изделия со вставками из драгоценных камней. М.: Прейскурантиздат, 1989.
60. Унифицированные элементы ювелирных изделий: каталог. Киев: Реклама, 1975.
61. *Федотов Г.Я.* Металл / Г.Я. Федотов. М.: ЭКСМО-Пресс, 2002.
62. *Флеров А.В.* Технология художественной обработки металлов / А.В. Флеров. М.: Высш. шк., 1968.
63. *Халилов И.Х.* Литье с камнями / И.Х. Халилов. Махачкала: ДНЦ РАН, 2003.
64. *Халилов И.Х.* Ювелирное литье / И.Х. Халилов, М.И. Халилов. Саратов: Изд-во Саратовского университета, 2001.
65. Художественное литье из драгоценных металлов / под общ. ред. Л.А. Гутова. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1988.
66. *Чуриловский В.Н.* Расчет геометрических элементов искусственных драгоценных камней: сб. тр. / В.Н. Чуриловсий, И.И. Власов // ВНИИювелирпром. 1977. Вып. 10.
67. *Шепелев А.Ф.* Товароведение и экспертиза ювелирных товаров и часов: учеб. пособие / А.Ф. Шепелев, И.А. Гутурова. Ростов н/Д: МарТ, 2001.
68. *Щербань Л.М.* Огранка алмазов в бриллианты: учеб. пособие / Л.М. Щербань. Киев: Вища шк. Головное изд-во, 1988.
69. *Элуэлл Д.* Искусственные драгоценные камни / Д. Элуэлл. М.: Мир, 1986.
70. Ювелирное и геммологическое оборудование, инструмент для ювелиров, расходные материалы: каталог. М.: Рута, 2005.
71. *Янг А.* Ювелирные техники: энцикл. / А. Янг. М.: АРТ-РОДНИК, 2009.

По вопросам приобретения книг обращайтесь:

Республика Беларусь

ООО «Новое знание»
220050, а/я 79, Минск,
пр. Пушкина, д. 15а
Тел./факс: (10-375-17) 211-50-38
E-mail: nk@wnk.biz
http:// wnk.biz

Российская Федерация

Отдел оптовых продаж «ИНФРА-М»:
127282, Москва, ул. Полярная, д. 31в, стр. 1
Тел. (495) 380-4260; факс (495) 363-9212
E-mail: books@infra-m.ru

Отдел «Книга–почтой»:
Тел. (495) 363-4260 (доб. 232, 246)

Учебное издание

Высшее образование

Луговой Вячеслав Петрович

ТЕХНОЛОГИЯ ЮВЕЛИРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Учебное пособие

Ведущий редактор	С.В. Исаенко
Редактор	Н.А. Гаспадарик
Художник обложки	С.В. Ковалевский
Компьютерная верстка	С.И. Лученок
Корректор	К.А. Степанова

Оригинал-макет подготовлен ООО «Новое знание»
Формат 60×90 $^{1}/_{16}$. Бумага офсетная. Гарнитура Ньютон.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 32,87. Уч.-изд. л. 29,67 + 0,26.

Общество с ограниченной ответственностью «Новое знание».
ЛИ № 02330/0552555 от 08.04.2009.
Ул. Шаранговича, 7-213б, Минск, Республика Беларусь.
Почтовый адрес: а/я 79, 220050, Минск, Республика Беларусь.
Телефон/факс: (10-375-17) 211-50-38
E-mail: nk@wnk.biz http://wnk.biz

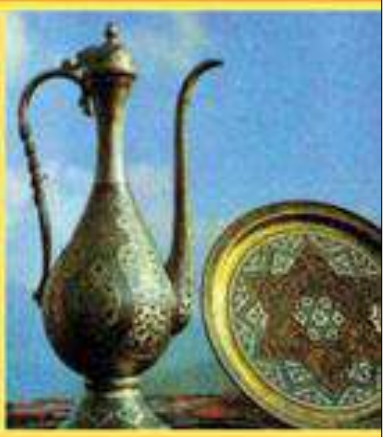
Издательский Дом «ИНФРА-М»
127282, Москва, ул. Полярная, д. 31в
Тел.: (495) 380-05-40, 380-05-43. Факс: (495) 363-92-12
E-mail: books@infra-m.ru http://www.infra-m.ru

М.П. Ермаков

ОСНОВЫ ДИЗАЙНА. ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛА

Учебное пособие





Москва
2014

Annotation

В учебном пособии, которое в странах СНГ и зарубежом является первым такого рода, изложены основы дизайна художественной обработки металла. Эволюция технологий обработки металла прослеживается в теснейшей взаимосвязи с архитектурой, скульптурой, изобразительным, декоративно-прикладным искусством, где художественная обработка металла находит самое широкое применение.

Подробно характеризуются разнообразные способы изготовления художественных изделий (проволока и листовой металл; ковка, дифовочные работы; чеканка, гравирование и иные работы), а также с оборудованием и инструментами для этих работ.

Книга сопровождается рисунками, эскизами и таблицами; на конкретных примерах описаны приемы работы в различных техниках декора.

Для учащихся системы СПО: ПТУ, колледжей (техникумов) художественного профиля, учебных комбинатов, мастеров художественных и ювелирных изделий. Может быть полезна для художников и мастеров, работающих в области декоративно-прикладного искусства, реставраторов, а также для профориентации учащихся общеобразовательных школ и ознакомления с технологией художественной обработки металлов любителями-металлистами, всех интересующихся с бесконечно разнообразным и таинственным миром металла, научиться и своими руками создавать различные поделки.

М. П. Ермаков

Основы дизайна. Художественная обработка металла. Учебное пособие

Предисловие

Все теперь скрывают свое искусство. Некоторые же пишут о вещах, которых они не знают. Всякий умеющий что-либо тотчас это заметит. Поэтому я намереваюсь с Божьей помощью изложить то немногое, что я изучил, хотя многие и отнесутся к этому с презрением. Но меня это не тревожит. Ибо я хорошо знаю, что легче разругать любую вещь, нежели сделать лучшую.

Альбрехт Дюрер

Учебное пособие «Основы дизайна. Художественная обработка металла. Учебное пособие» написано впервые на основании блока учебных элементов к федеральному компоненту государственного образовательного стандарта по предмету: «Основы декоративно-прикладного искусства – дизайн» для подготовки в учреждениях начального профессионального образования квалифицированных рабочих по специальностям: чеканщик и гравировщик – дизайнер; кузнец по металлу – дизайнер; филигранщик и эмальер – дизайнер; мастер-дизайнер ювелирного дела и т. д.

Учебное пособие состоит из пяти разделов:

I – Декоративно-прикладное искусство и современный дизайн;

II – Художественное литье;

III – Выколотка (дифовка), чеканка, басма;

IV – Гравирование. Медальерное искусство. Гравюра. Офорт. Насечка по металлу и дереву.

Содержание и порядок размещения 9 глав материала соответствует утвержденным программам одноименных курсов для средних художественно-промышленных профессионально-технических училищ (СПТУ) и колледжей (техникумов).

Учебное пособие может быть использовано студентами и аспирантами художественно-промышленных вузов, специализирующихся в области художественной обработки металлов. Его могут использовать профессиональные и самодеятельные художники, работающие в области декоративно-прикладного искусства, ювелиры, мастера художественных промыслов. Кроме того, оно может быть полезно реставраторам при работе по восстановлению художественных памятников из металла, искусствоведам при атрибуции музейных экспонатов, а также всем, кто интересуется прикладным искусством в области дизайна художественной обработки металла.

Учебное пособие предназначено в первую очередь для начальных и средних профессионально-технических учебных заведений (колледжи). Согласно нового Перечня профессий НПО (начального профессионального образования, СПО (среднего профессионального образования – колледжи), которые имеются в новом Общероссийском классификаторе профессий рабочих, должностей, служащих и тарифных разрядов (ОКПДТР): Принят и введен в действие постановлением Госстандарта России № 367 от 26. 12. 96. В Перечне указаны специальности СПО, родственные профессиям НПО и профессии, по которым осуществляется профподготовка на производстве рабочих предприятий художественных промыслов. А также Государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Государственные требования к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по специальности 0308 – Профессиональное обучение: Утвержден Минобразованием Российской Федерации 18.04.97. М.: Полиграфия, 1997 г. Государственного образовательного стандарта начального профессионального образования / Ин-т развития профобразования. М., 1995–1999 (Федеральный компонент и профессиональные характеристики для 254 профессий).

Учебное пособие будет полезно при бурно развивающемся в последнее десятилетие направлении образования в рамках подготовки специалистов нового профиля в университетах и колледжах по специальностям:

0308 – «Профессиональное обучение (дизайн), квалификация «Мастер производственного обучения».

0514 – «Дизайн» в учреждениях среднего профессионального образования, квалификация «Дизайнер».

030500.36 – «Профессиональное обучение» (квалификация дизайнер-педагог) и 030500.4 – «Профессиональное обучение» (дизайн, квалификация педагог профессионального обучения в области дизайна), реализация которых с каждым годом расширяется как в специализированных вузах, так и в вузах профессионально-педагогического и педагогического профиля.

030800 – «Изобразительное искусство» (дополнительная квалификация дизайнер-педагог).

030536 – Соответствие отрасли Дизайн 15 профессиям и 54 специальностям федерального уровня профилю «Производство художественных изделий и народные промыслы» среднего ППО (Перечень образовательных областей специальности 0308 «Профессиональное обучение»).

Учебное пособие будет также полезно учителям технологии средних и младших классов по основам дизайн-образования общеобразовательных школ.

Материал учебного пособия расположен в строгой технологической последовательности выполнения работ. При изучении всех основных тем программ отражены вопросы современной техники и технологии производства.

Весь изложенный материал и терминология соответствуют ГОСТам, Нормам и Правилам.

В книге приведены сведения как о традиционных материалах, химических веществах и растворах так и новых, которые начали применять в последние годы, знание которых необходимо при изготовлении изделий.

Для наглядности и лучшего усвоения книга имеет необходимое количество рисунков, иллюстраций, и таблиц. Приведена история художественной обработки изделий из различных материалов с древнейших времен до наших дней XXI века. Более подробные, глубокие и практически необходимые сведения приведены в этом материале, в котором также содержатся данные, представляющие познавательный интерес.

Содержанию пособия придана практическая направленность с тем, чтобы полученные знания могли быть наиболее эффективно использованы при изготовлении изделий.

В книге подробно описано о материалах, инструментах и приспособлениях, используемых при изготовлении изделий декоративно-прикладного направления. Рассмотрены вопросы материаловедения: физические, химические и технологические свойства черных, цветных металлов и их сплавов; даны сведения о кислотах, основаниях, видах солей, способах их образования и применения с соблюдением всех основных требований охраны труда и техники безопасности.

Рассмотрены методы художественной обработки и технические приемы художественного литья; технологии чеканных, дифовочных, граверных и граверно-медальерных работ. Рассмотрены методы отделочных операций (механические, химические, электрохимические); примеры изготовления художественных изделий.

В процессе изучения учебного материала учащиеся и студенты должны научиться работать с научно-технической и справочной литературой, техническими терминами. Работать на компьютере при составлении орнаментов и композиций в процессе изготовления изделий, находить нужное дизайнерское решение. Наиболее полный список терминов и литературы имеется в конце каждого раздела. Уметь читать технологическую документацию, инструкционные карты, выполнять практические работы, предусмотренные учебными программами.

Это не методика трудового обучения, которая, как известно, в определенной системе и с учетом дидактических принципов излагает вопросы содержания, организации и методов обучения труду, воспитания в труде и для труда. Это будет, скорее, настольная справочная книга, задача которой помочь в первую очередь мастеру производственного обучения ориентироваться в вопросах, возникающих в процессе подготовки к занятиям по спецдисциплинам, например «Основы художественной чеканки, (дизайн)».

Предлагаемая книга «Основы дизайна. Художественная обработка металла. Учебное пособие», новой дополнительной специальности 0308 – «Профессиональное обучение (дизайн), будет полезна при подготовке студентов на практических занятиях.

Книга не отвечает и, разумеется, не может отвечать на вопросы о конкретной тематике практических (проектных) работ учащихся и студентов, планировании занятий, реализации определенных задач воспитательной работы в процессе выполнения определенных практических заданий. Для закрепления и повторения пройденного материала каждый мастер и преподаватель может ставить свои контрольные вопросы учащимся и студентам.

Проведению и выполнению работ освещены основные вопросы охраны труда, техники безопасности и пожарной безопасности в домашних условиях, учебных мастерских и на предприятии.

При подготовке пособия использовались некоторые практические советы и рисунки, предложенные А. С. Хворостовым, Г. Я. Федотовым, Ю. В. Максимовым, К. А. Скворцовым и другими авторами. Многие рекомендации даны на основе многолетней практики автора. Использованы также материалы, публиковавшиеся в научно-популярных журналах и пособиях, они указаны в списке литературы, которые имеются в каждом разделе. Это поможет читателю безошибочно найти то, что ему нужно для дальнейшего проникновения в каждую область «Декоративно-прикладного направления в обучении дизайна».

Автор-составитель выражает благодарность всем авторам, работникам музеев, заводов, фирм и народным умельцам художественной обработки металла за предоставленные материалы, а также всем, кто помог в работе над книгой.

Издательство «Литера Форте» и автор-составитель с благодарностью примут все замечания по содержанию и структуре книги, особенно если ее общая идея создания будет признана заслуживающей внимания, а также дальнейшего совершенствования.

Раздел I

Декоративно-прикладное искусство и современный дизайн

Глава 1. Основы дизайна

Все люди – дизайнеры, все, что мы делаем, практически всегда – дизайн, ведь проектировать свойственно человеку в любой его деятельности.

В. Папанек, американский дизайнер

1.1. Дизайн как вид деятельности

Можно ли стать дизайнером, не имея специального образования? Ведь дизайн – дело сложное, требующее особых знаний и опыта. Не стоит исключать такую возможность – все зависит от способностей и желания.

До сих пор существует несколько точек зрения на определение сущности понятия «дизайн». Не вдаваясь в подробности профессиональных разногласий, рассмотрим наиболее типичные и существенные для нас определения.

Слово «дизайн» для отечественного словаря уже не является новым, тем не менее в обиходе, особенно в педагогической практике, оно не получило пока широкого использования. Разработанное учебное пособие построено именно с учетом специфики дизайнерской деятельности, поэтому имеет смысл рассмотреть ее более подробно.

Термин «дизайн» придуман довольно давно – в конце XVI века. В Оксфордском словаре издания 1588 года дается следующее его толкование: «задуманный человеком план или схема чего-то, что будет реализовано, первый набросок будущего произведения искусства».

Словарь иностранных слов определяет дизайн как: а) художественное конструирование предметов; б) проектирование эстетического облика промышленных изделий (Словарь иностранных слов. – М., «Русский язык», 1989). В «Популярной художественной энциклопедии» (М., «Советская энциклопедия», 1986) дается такое определение дизайна: «термин, обозначающий разновидность художественно-проектной деятельности, охватывающей создание промышленных изделий и рациональное формирование предметной среды». Возможно, дополнительную ясность внесет этимологическая справка: английское слово *design* означает в одном случае «замышлять, проектировать, конструировать», в другом – «замысел, проект, конструкция, чертеж».

Л. Н. Конышева пишет: «Исходя из этого, мы можем определить *дизайн* как вид деятельности, направленной на создание комфортной и эстетически выразительной предметной среды, наиболее полно удовлетворяющей запросы и предпочтение человека» [14].

Основываясь на анализе различных толкований понятия дизайна, его адаптированное и, главное, удобное для школы, колледжа и училища, народных художественных промыслов определение дала Л.П. Малиновская: «Дизайн – это придумывание и создание человеком красивых, удобных вещей и всего окружения, например, удобной и красивой комнаты; удобного и красивого класса. Дизайнер – это человек, который придумывает и создает красивое и удобное жилье, одежду, машины, даже целые города» [45]. К выше сказанному хотелось бы добавить, например, красивой статуэтки из кости, глины или камня; красивого ювелирного украшения; инкрустации по дереву; насечки по металлу и т. д.

Дизайн – это деятельность, синтез проектного мышления и творчества, целью которой является определение формальных качеств промышленных изделий (промышленный дизайн). Эти качества включают и внешние черты изделия, но главным образом те структурные и функциональные взаимосвязи, которые превращают изделие в единое целое как с точки зрение потребителя, так и с точки зрения изготовителя. Дизайн – синтез наук, технологий, эстетики. Искусствоведы выделяют средовой дизайн, графический, ландшафтный, промышленный. В. Глазычев в своих очерках по теории и практике дизайна пишет: «Хотя частных историй-определений дизайна можно сопоставить не меньше десятка, мы остановимся лишь на трех наиболее популярных описаниях рождения дизайна, тем более, что остальные являются промежуточными по отношению к этим основным.

В первом случае (при расширительной трактовке дизайна) утверждается, что дизайн – явление, имеющее длительную историю, измеряемую тысячелетиями, а «современный дизайн» – это не более чем

количественный скачок. Он выражается в резком увеличении количества вещей, в создании которых участвует художник, и соответственно в самоопределении дизайна как самостоятельной деятельности за счет его выделения из искусства и инженерии. Сущность деятельности дизайнера при этом существенно не меняется» [80].

Мы расскажем о возникновении и использовании понятий «техническая эстетика» и «дизайн», а также близкого к ним понятия «художественное конструирование», которое встречается в искусствоведческой литературе и художественной критике.

За последние 50 лет все мы были не раз свидетелями довольно острых дискуссий о соотношении красоты и пользы, эстетических и внехудожественных факторов, влияющих на смену форм предметной среды. В этих дискуссиях обращается внимание на то, что «вторая природа», созданная людьми, – здания, средства связи, транспорт, бытовые вещи, визуальная информация и т. д. – не только утилитарна, функциональна по своей основе, но и непосредственно воплощает в себе состояние культуры общества, отвечает эстетическим нормам и сложившимся вкусам народа. По ним определяется эпоха, тенденции и предпочтения людей того или иного поколения, выявляются географические и этнические особенности их бытия.

Еще в середине XIX века выдающийся немецкий теоретик архитектуры и промышленного искусства Готфрид Земпер (1803–1879) сформулировал проблему связи эстетики и техники. Он показал, что наука, технический прогресс предоставляют в распоряжение художественной практики такие материалы и способы их обработки, которые «еще не освоены эстетически». Он полагал, что временные сроки, необходимые для эстетического освоения нововведений будут постоянно сокращаться из-за все больших разрешающих возможностей техники и все большего художественного опыта накапливаемого с развитием искусств. Однако за полтора века ситуация не изменилась. Темпы роста промышленного производства связанные с освоением новых технологий и материалов значительно опережают сроки их эстетического освоения. Противоречия между красотой и функциональностью продолжают углубляться, особенно в области экологии. Все это происходит по той причине, что до настоящего времени промышленный дизайн не имеет стройной теории эстетики промышленных материалов и технологий, что, в свою очередь, затрудняет подготовку специалистов в области промышленного дизайна.

«За годы развития дизайна как самостоятельного вида творческой деятельности накопилось множество доводов, рассуждений, взглядов на его природу и основные цели, методы творчества. Схожие между собой в главном, они отличаются значительным многообразием трактовок, в которых нашли отражение особенности зарождения дизайна в определенное время, в определенных социально-экономических условиях, культуре. В частности, до сих пор нет единого мнения по поводу причин и даже точного времени формирования дизайна как профессии. Самую старую дату – в 140 лет – определяют по английскому движению «за связь искусств и ремесел», крупнейшей фигурой которого был теоретик искусства, общественный деятель и художник-практик У. Моррис. Именно тогда, в 70–80-е годы XIX века, в рамках этого движения были сформулированы главные положения теории и творческие принципы дизайна, концепции предметной среды. Моррис выступил против издержек новой, машинной цивилизации, придав своей критике значительный социальный пафос. Но в то же время он был убежден, что каждая историческая эпоха, каждое поколение людей имеют равные художественные возможности. Важно лишь понять, как распределяется способность народа к творчеству. Так, по мнению Морриса, в период Возрождения на первый план вышли изобразительные искусства. Усилия профессиональных художников были сосредоточены на очень узком участке культуры, а производство повседневного предметно-пространственного окружения перестало считаться творчеством. Во всяком случае оно лишилось ореола высокого искусства. По мнению У. Морриса, такое разделение стало особенно заметным с развитием буржуазного общества. Отсюда и возникла задача – снова возбудить интерес к творческому труду среди

самых широких масс населения. Так художник пришел к теоретическому переосмыслению «малых искусств», обратился к трудовому началу в самой художественной деятельности, поставил вопросы демократизации среды средствами искусства» [15].

Согласно другой сложившиеся традиции, дату возникновения профессии дизайнера переносят на начало XX века, когда художники заняли ведущие посты в некоторых сферах современного индустриального производства, например, на заводах, выпускающих электротехнические приборы, автомобили. В результате возник симбиоз художественных предвидений предметной среды будущего и новых технических форм, которые, попадая в стихийно развивающееся предметное окружение, приобретают качества художественных, стилевых форм.

Началом истории дизайна считается 1907 год, когда художник, архитектор, дизайнер Петер Беренс начал работу в компании «Allgemeine Elektrizitat Gesellschaft». При такой постановке вопроса предыдущие десятилетия (Рескин, Моррис) являются всего лишь только временем теоретической подготовки будущего практического дизайна.

Наконец, началом дизайна считают годы кризиса 1929 года, когда Раймонд Лоуи, Уолтер Дорвин Тиг, Генри Дрейфус и ряд других художников начали работу в американской промышленности и на американских промышленников, испытывающих трудности со сбытом продукции.

В Советской России было создано объединение под названием **«Производственное искусство»,** художественное течение в искусстве 1920-х годов. Программа производственного искусства призывала художника к работе в промышленности и активному участию в строительстве новой жизни. Группа теоретиков производственного искусства (Н. М. Тарабукин, О. М. Брик, Б. И. Арватов и др.) высказывали свои идеи на страницах журнала «ЛЕФ». Первоначально движение находило поддержку у руководства страны, с ним связывали надежду на восстановление промышленности. Идеи производственного искусства нашли своё воплощение в работах крупных современных художников, основоположников советского дизайна (Л. С. Попова, В. Ф. Степанова, А. М. Родченко и др.). Попова эскизы тканей решала одновременно с проектом костюма, учитывая проблему соотношения ткани, костюма с фигурой человека. Степанова разрабатывала модели «прозодежды» и «спортодежды», в которых воплотились принципы конструктивизма – максимальная простота кроя, соответствие костюма функции, яркие цветовые акценты. Во многом принципам производственного искусства следовали Н. П. Ламанова, А. А. Экстер, В. И. Мухина: в созданных ими эскизах костюмов отражены задачи удобства, возможности их выпуска массовым производством.

Идеи производственного искусства были близки В. Е. Татлину. Его интересует проблема стандартных форм, он разрабатывает модели «нормаль-одежды», «нормаль-печи», «нормаль-цвета». Примером новой разработки предметно-пространственной среды стал «Рабочий клуб» А. М. Родченко (1925). Основные черты конструктивизма в мебели воплотились в «клубной мебели нового образца», которая отличалась экономичностью, многофункциональностью, удобством, возможностью трансформации. Идеи производственного искусства получили своё развитие во Вхутемасе.

«Существует мнение, что о дизайне как профессии можно говорить только с того момента, когда были выпущены первые дипломированные специалисты, то есть когда сложились школы, методика преподавания, представляющие собой сумму упорядоченных знаний, когда появились преподаватели, способные гуманитарно очертить границы своей профессии. В таком случае дизайн как профессия сформировался в 20-е годы XX веке, когда в Советской России начали работать Высшие художественно-технические мастерские (ВХУТЕМАС), которые готовили «художников-мастеров высшей квалификации для промышленности, а также инструкторов и руководителей для профессионально-технического образования» [15], первым руководителем был скульптор, академик И. Г. Гинцбург.

В Германии открылась школа под названием «Баухауз», выпускавшая специалистов в области предметно-пространственных искусств.

Вальтер Гропиус был автором многочисленных статей и книг, но для него главным делом жизни (наряду с архитектурной практикой) было создание учебного заведения нового типа, которое получило название «Государственный Баухауз». Гропиус был директором Баухауза с 1919 по 1928 год, а потом его сменили швейцарский архитектор Ганнес Майер и известный впоследствии своими небоскребами архитектор Людвиг Мис ван дер Роэ. После прихода к власти фашистов Баухауз был закрыт.

«Пришедшие к власти фашисты закрыли не только Баухауз, но и целый ряд других художественных и архитектурных школ. Одновременно были распущены и творческие объединения художников типа Веркбунда» [15, 77].

История Немецкого Веркбунда (сокращенно НВБ) – неотъемлемая составная часть истории искусства XX века. Она неразрывно связана со многими другими явлениями искусства Германии и других стран прошлого столетия.

История НВБ рассматривается нами как своеобразное и самостоятельное проявление грандиозного общего движения.

Вопросы развития прикладного, промышленного искусства и дизайна исключительно актуальны. В связи с этим изучение деятельности НВБ приобретает в наше время, на наш взгляд, помимо теоретического, чисто практическое значение.

Упадок в архитектуре и прикладном искусстве середины XIX века (с которым в Англии пытались бороться Готфрид Земпер, Джон Раскин, Уильям Моррис, а во Франции – Леон де Лаборд, Виолле-ле-Дюк, Сезар Дали, Анри Лабруст и др.) перешел в 90-х годах в глубокий кризис всего художественного производства.

Центром обновления архитектуры, ремесла и промышленной продукции в это время становится Германия, быстрое техническое развитие которой дало необычайный стимул развитию самосознания ведущих буржуазных слоев и способствовало консолидации общественности страны. Освобождение от чуждого времени балласта в архитектуре и оформлении продукции, развитие художественных идей, переход к новым, соответствующим веку формам с нетерпением ожидались не только художниками, но и широкой общественностью [81]. В 1896 году архитектор Г. Мутезиус был послан в качестве атташе в Лондон для изучения английского художественного производства и архитектуры, а в Германию были приглашены Йозеф Мария Ольбрих и Анри ван де Вельде.

Демонстрация новых идей стали выставки художественных ремесел. После выставки в Дармштадте в 1897 году вся художественная промышленность так резко перестроилась на искусство модерна, что Анри ван де Вельде назвал Германию «американейшей страной, в которой все возможно».

Модерн, поднявший вопрос о едином формообразовании, пытался решить его путем объединения разрозненных по своей природе форм с помощью текучего, обволакивающего орнамента, путем внешнего воздействия на техническую форму. Но само появление такой «технической формы» было началом решения проблемы: фабричное изделие перестало быть копией изделия ручного производства – продукция промышленного производства обособилась и получила признание. Чувственно-романтическое отношение к вещи было потеснено началами рационализма, простоты.

Однако практика модерна показала и то, недостаточно развивать новую систему форм лишь деятельностью профессиональных художников, так как промышленность взяла ее результаты и тотчас наводнила рынок соответствующими «новшествами», но при этом были искажены художественные принципы модерна с его отрицанием неорганизованного украшательства. Поэтому воцарилось удивительно

единое мнение, что поворот можно совершить лишь путем сознательного тесного сотрудничества художников и промышленников, и уже в 1900 году более 16 тысяч человек входили в объединения художественно-ремесленной промышленности [82].

Околдованные невидимыми возможностями индустриализации, художники агитировали за всеобщее сотрудничество ради решения назревшей всеобщей задачи непосредственно осуществлять в продукции новые духовные проявления. Объединил все направления усиленный интерес к естественной красоте материала и его подчеркнуто эстетическому использованию.

«Новые тенденции после долгого периода подражательства и излишеств продемонстрировала, – по словам Артура Веезе, и выставка 1897 года в Мюнхенском Glaspalast, руководящим принципом которой была функциональность» [83]. А уже выставка 1901 года «Немецкое искусство» в Дармштадте ознаменовала отказ от модерна и поворот к более «деловому» оформлению с некоторым оттенком «люкса», вызвавшим много споров.

«Программным представлением «пуристичекой тенденции» стала III Всеобщая выставка немецкого прикладного искусства, открывшаяся в 1906 году в Дрездене, где принципиально новым было разделение прикладного искусства и промышленного дизайна. Выставка имела большой успех, и под ее влиянием произошло объединение мастерских Дрездена и Мюнхена в единые Немецкие мастерские прикладных искусств и ремесел. Основной целью Мастерских было создание конструктивной и функциональной продукции, выразительной прежде всего своей формой» [81].

Готфрид Земпер писал в те годы: «Деловой мир, если он только осознает свои выгоды, найдет и привлечет на свою сторону лучших людей, показав тем самым, что он является еще более рачительным покровителем и охранителем искусств и самих художников, чем некогда Меценат и Медичи» [84].

Итак, 7 октября в Мюнхене состоялось заседание, объявившее об образовании Немецкого Веркбунда (Deutscher Werkbund).

Объединение было создано Инициативным комитетом из двенадцати художников, выпускавших в основном художественную продукцию.

«Проект программы объединения гласил:

– способствовать плодотворному сотрудничеству искусства, ремесла и промышленности и повышению качества изделий;

– сплотиться во всех вопросах, волнующих художников и ремесленников;

– обязать самих членов союза к достижению высоких результатов в работе;

– проводить мероприятия по подъему представлений о хорошем качестве продукции;

– влиять на торговлю, систему финансирования и ведение дел;

– влиять на воспитание молодежи, прежде всего – ремесленных сил» [85].

До 1918 года Немецким Веркбундом практически руководили три его создателя: Герман Мутезиус, Карл Шмидт и Фридрих Науман, и их ближайшие друзья – Рихард Римершмид и Фриц Шумахер.

Наиболее значительными центрами производства Веркбунда были знаменитые Объединенные немецкие мастерские прикладных искусств и ремесел с центром в Хеллерау, имевшие рабочие мастерские и выставочные залы в двадцати городах страны.

В Хагене был открыт Новый немецкий музей искусства в ремесле и торговле. Этот музей был задуман как опорный центр: от него по всей Германии должны были циркулировать выставки.

Кроме того, НВБ развернул бурную деятельность по пропаганде своих идей в самых широких слоях общества. Им выпускалась масса общеобразовательной литературы, публиковались выступления по актуальным художественным проблемам, читались программные доклады. Объединение было активным участником всех дискуссий и выставок, посвященных темам круга «ремесло – прикладное искусство – промышленность», а со временем стало организатором регулярных собственных выставок. Выставки, пропагандистские издания Веркбунда, благодаря строго целенаправленному отбору экспонатов, производили сильное впечатление.

В 1910 году оформились Австрийский Веркбунд и Шведский Веркбунд в 1917 году, в 1913 году были основаны Швейцарский и Венгерский Веркбунды, а в 1915 году – тоже по образцу НВБ – в Англии была основана Design and Industries Association.

Проблема стандартизации художественных форм стала предметом ожесточенных споров на заседании НВБ в 1914 году. Анри ван де Вейде, возмущенный мыслью о возможности канона, дисциплины, «стерилизации» искусства, возглавил оппозицию Мутезиусу. В своих «Антитезисах» он проповедовал творческую свободу художников.

Столкновение группировок внутри Веркбунда было столь серьезным, что, возможно, лишь начало войны уберегло Немецкий Векбунд от полного распада. Однако кризис в теоретической области не помешал НВБ организовать в том же 1914 году выставку в Кёльне, ставшую его новым триумфом. Расположенная за городом выставка занимала огромную территорию и представляла вниманию публики разнообразные павильоны (которые были одновременно и помещением для экспонирования, и экспонатом) и архитектурные комплексы.

Послевоенное время принесло в корне новое отношение к вопросам культуры. Побежденная Германия оказалась в экономически сложных условиях. В связи с трудностями сбыта продукции многие мастерские закрывались. Сказалось это и на положении НВБ. В 1919 году Вальтер Гропиус объединил Великогерцогскую высшую школу изящных искусств в Веймаре и Великогерцогскую школу художественных ремесел в Государственный Баухауз – школу архитектуры, изобразительного и прикладного искусства (см. выше), оказавшую исключительно большое влияние на дальнейшее развитие европейского искусства.

Занятия в классах и мастерских Баухауза вели Ханнес Майер, Марсель Брейер, Йозеф Альберс, Лайонел Файнингер, Василий Кандинский, Пауль Клее, Ласло Мохоль-Надь.

Школой проводились и научные исследования. Так, Баухауз занимался изучением проблем света, цвета, пространства, вопроса о соотношении изобразительного материала и выразительных средств.

И все же главным в деятельности Баухауза была разнообразная практическая подготовка учащихся в мастерских школы – столярной, гончарной, ткацкой, фотографической, типографской, в мастерских по оформлению интерьеров, по театрально-декорационной живописи, по обработке металла и камня, по агитационной графике… В ходе обучения проводились разнообразные эксперименты, разрабатывались методы изготовления массовой продукции, создавались новые типовые образцы.

Параллельно с работой Баухауза по эстетическому образованию продолжалась и педагогическая деятельность НВБ. В 1920-х годах в журнале «Die Form» проводились художественно-педагогические обсуждения, касавшиеся работы в художественно-промышленных школах, и главным образом – воспитание воспитателей. Веркбунд принимал в них активное участие, а в 1932 году выпустил брошюру по школьной художественной педагогике. В этом же году при участии Гропиуса была подготовлена выставка общественных помещений высотного дома в Париже.

Немецкий Веркбунд был тогда одним из крупнейших объединений представителей военного поколения, своей деятельностью они способствовали в эти годы становлению функционализма, широкому

и быстрому признанию продукции массового промышленного производства, прогрессу художественных ремесел.

Этот художественно-радикальный и демократический НВБ был закрыт национал-социалистами в 1933 году.

Сразу после окончания второй мировой войны началось возрождение Немецкого Веркбунда на западе Германии, с центром в Дюссельдофе. В 1950 году по его инициативе был основан Дом промышленной вещи в Эссене для организации постоянно действующих выставок лучших промышленных изделий западногерманского производства. До 1960-х годов развитие дизайна в ФРГ продолжало идти под влиянием НВБ, в соответствии с теорией Веркбунда и в предложенных им формах объединения дизайнеров (так называемые «центры формы»).

В 1971 году по инициативе округа Берлин и Совета Веркбунда был создан Архив Веркбунда – специальная организация, изучающая историю создания, деятельности и тематики Немецкого Веркбунда, его взаимосвязь с другими явлениями в истории развития дизайна и его влияние на художественные процессы.

«Роль Немецкого Веркбунда в истории искусства и промышленности новейшего времени очень велика. Немецкий Веркбунд открыл принципиально новый этап развития немецкого искусства. Да и не только немецкого. НВБ действительно впервые предложил поставить на место «одинокого творца» активное сотрудничество промышленников, художников-специалистов, техников и клиентуры – базу современного производства; при этом он вышел далеко за рамки обычных в то время художественных группировок и союзов художников с ремесленными мастерскими. Своей деятельностью объединение стремилось изменить консервативные представления об искусстве, облагородить ремесленное и промышленное производство. И его практика «узаконила» следствия «машинизации» – серийное производство и полезное сотрудничество людей с техникой» [82].

«Объединение было создано художниками, сознававшими свою ответственность перед обществом, и не случайно так близки были его идеи основным положениям теории «производственного искусства», развивавшегося в 1920-х годах в Советской России: «общественная полезность», «сознательная связь искусства с повседневной жизнью», трактовка искусства как «одного из видов квалифицированного труда» (система ЦИТа – примечание Е.М.), утверждение «практически целесообразного, конструктивного характера художественного творчества, нераздельно слитого с социальной практикой» [86].

В послевоенные годы дизайн стал полноценным видом художественного творчества. Во многих странах мира сложилась развитая система дизайнерских служб – от инженерно-конструкторских подразделений на предприятиях, в составе которых работают художники и где уделяется специальное внимание проработке внешнего вида изделий, до самостоятельных художественно-конструкторских бюро, разрабатывающих серии однотипных изделий, проектирующих стиль целой отрасли производства. Широта охвата предметной среды отразилась в дискуссиях о границах и основных методах деятельности дизайнеров. Не раз высказывались пожелания дать общее определение дизайна как профессии, которое могло бы стать международным.

Первые такие определения появились в 50-е годы и формировались в основном теоретиками искусства. Главной задачей дизайна стала считаться выработка рекомендаций представителям промышленности по ассортименту выпускаемой продукции и ее внешнему виду (например, в определениях дизайна, данных английским теоретиком искусства М. Влеком). При этом художник мог сосредоточить свое умение не на всех аспектах производства, а на тех, от которых непосредственно зависит конечный облик продукта. Такой художник может по мере необходимости проникать в инженерную сферу, требовать

серьезных изменений, но чаще всего он ограничивается выявлением уже имеющихся, скрытых возможностей производства.

Согласно этому же определению художник считается дизайнером, если занимается только рекламой, оформляет упаковку и организует продажу изделий, влияя тем самым на вкусы и запросы потребителей. Дизайнерские бюро берут на себя разработку торговой политики, создают фирменные стили и тесно связаны с рекламной графикой, кино, телевидением. Дизайнер может работать и в сфере художественной промышленности, где обработка изделий ведется полумеханическим способом, – в стекольном, камнегранильном, ювелирной и художественной обработке металлов и других производствах; на выпуске уникальных изделий из фарфора и фаянса; при мебельных фабриках и в художественных мастерских резьбе по дереву; в косторезных мастерских; в художественных мастерских, занятых реквизитом для театральных постановок; для телестудий и киностудий и т. д. Но он считается дизайнером только в том случае, если созданные по его эскизам или моделям-эталонам вещи выпускаются сериями, поступают в массовую продажу и изготовляются коллективами рабочих, наладчиков, отделочников и т. д.

В такой трактовке отразились давние связи дизайна с декоративно-прикладным искусством, которое воспринималось как более широкое поле, из которого вышел дизайн, ориентируясь на машинное производство. В творческом же плане между ними традиционно сохраняется много общего и произведения дизайна вполне естественно должны соседствовать на художественных выставках рядом с декоративно-прикладным искусством, как его разновидность и дополнение.

Позднее, в 60-е годы прошлого века подобная трактовка стала казаться слишком профессионально суженной, она дополнилась целым рядом показателей, отражающих связи дизайна с общественным производством и потреблением. Одна из формулировок была принята в качестве рабочего определения дизайна Международным советом обществ по художественному конструированию (ИКСИД), в состав которого входит 67 профессиональных организаций из 37 стран мира, представляющих различные континенты и государства с различными политическими системами. Согласно этой формулировке «дизайн является творческой деятельностью, цель которой – определение формальных качеств предметов, производимых промышленностью. Эти качества формы относятся не только к внешнему виду, но главным образом к структурным и функциональным связям, которые превращают систему в целостное единство, с точки зрения как изготовителя, так и потребителя. Дизайн стремится охватить все стороны окружающей человека среды, на формирование которых оказывает влияние промышленное производство».

В 70-х годах XX века в профессиональном лексиконе для обозначения формообразования в условиях индустриального производства употреблялось понятие «индустриальный дизайн». Тем самым подчеркивалась его неразрывная связь с промышленным производством и конкретизировалась многозначность термина «дизайн». И многие трактаты по истории дизайна того времени в заголовках содержали уточнение «индустриальный дизайн». Затем в конце XX века проектно-художественную деятельность в области индустриального формообразования стали называть более кратко – «дизайн». Отчасти это связано и с тем, что общество вступило в фазу постиндустриального развития, произошли значительные перемены в целеустановках «индустриального дизайна».

«В октябре 1983 года в Италии (Милан) состоялся очередной, XIII конгресс ИКСИД. На нем обсуждались многообразные отношения человека и городской среды. Конгресс проходил под названием «От ложки к городу», что символизировало широту и взаимопроникновение дизайнерского и архитектурного типа мышления. Оба они одинаково заняты оформлением городского пространства – от микромасштаба непосредственно человеческого окружения, какими являются предметы первой необходимости, до макромасштаба целых урбанополисов, которые могут тянуться на целые десятки километров» [15].

«В апреле-мае 1985 года в Москве на территории ВДНХ прошла международная выставка «Дизайн-85» под девизом «Дизайн – социалистическому обществу». Выставка была организована ВНИИТЭ. В экспозиции приняли участие пять стран: СССР, Болгария, Венгрия, ГДР, Польша. Основной идеей экспозиции было показать реально существующие, выпускаемые промышленные изделия, формирующие наше предметное окружение. Устроители выставки стремились отразить процессы интеграции, происходящие в современной предметной среде» [77].

Наряду с экспонатами, включенными в международные экспозиции, каждая страна демонстрировала и собственные достижения в области дизайна. Специальный раздел был посвящен вопросам дизайнерского образования.

Современное представление о дизайне в цивилизованном мире рассматривается гораздо шире, чем промышленное проектирование. Известный американский дизайнер в области рекламы Максиме Виньелли (Massimo Vignelli) воскликнул: «Дизайн всеобщ!» И действительно, в любой области созидательной деятельности человека, будь то искусство, строительство или политика мы сталкиваемся с понятием дизайна.

Мы видим, что во всех определениях отражена, во-первых, активная, преобразующая, творческая сущность «дизайна» и, во-вторых, обращается внимание на то, что эта деятельность направлена на разработку и создание гармоничной окружающей среды. Гармоничной, то есть комфортной, функциональной, надежной и красивой, что действительно позволяет наиболее полно удовлетворять эстетические, социальные, психологические и другие предпочтения человека. Все это убеждает нас в том, что дизайн является комплексной деятельностью, неразрывно соединяющий в себе интеллектуальное, логическое, рассудочное начало и художественное, эмоционально-эстетическое.

Художников, пришедших работать в сферу промышленности, обратившихся к функционально-эстетическим проблемам предметной среды, называют *дизайнерами.* В 60-70-е годы прошлого века термины «дизайнер» и «дизайн» стали употребимы практически во всех странах мира. Для уточнения профессии дизайнера, сложившейся в промышленно развитых странах в первой четверти XX века, о чем подробнее будет рассказано ниже, используются также понятия «индустриальный дизайнер» (художник, занятый проектированием промышленных изделий и производственной среды), «дизайнер-график» (художник, работающий в сфере полиграфии, визуальных коммуникаций, рекламы), «интерьер-дизайнер» (художник, проектирующий предметно-пространственную среду жилища, офисов, магазинов, общественных центров и т. д.), «ландшафтный дизайнер» (художник, проектирующий парки, парковую скульптуру, фонтаны и т. д.). В нашей литературе более употребимы общие понятия «дизайнер», «художник-конструктор», «художник-оформитель».

Дизайн – неоднородное явление не только по объекту приложения сил художников. Он объединяет несколько типов профессиональной проектной деятельности – от конкретного конструирования новых элементов формы технически мало отличающихся друг от друга изделий (например, серии керамических изделий одного и того же вида) до проектирования моды, стиля в самом широком смысле. Дизайн – комплексный вид творчества, он тесно взаимосвязан с развитием искусства и различными типами культуры, внутри которой он распространяется как метод художественного предвидения и проектирования предметной среды в условиях НТР.

Учитывая данное обстоятельство, можно утверждать, что поиски приемлемых путей внедрения дизайнерского образования по декоративно-прикладному искусству, особенно в практику художественной обработки металла в СПТУ, колледжа, университета сегодня особенно актуальны – эта деятельность учит и мыслить, и чувствовать прекрасное.

«Несмотря на то, что дизайн как профессия, сформировавшаяся благодаря интеграции многих социально-исторически обусловленных достижений научно-технического прогресса и художественной культуры в сфере предметного творчества, успешно функционирует в мире с начала XX века (в том числе в нашей стране с середины прошлого века), вопросы повышения профессионализма дизайнеров и максимальной профессионализации самого процесса внедрения достижений дизайна во все сферы жизнедеятельности общества не утратили своей актуальности и сегодня» [81].

«Профессионализм дизайна базируется на решении трех основных взаимосвязанных проблем. Первая из них – это выявление научных предпосылок дизайнерского творчества, раскрытие природы и специфики многогранной дизайнерской деятельности на основе всестороннего системного анализа взаимосвязей дизайна с архитектурой, техникой и искусством путем рассмотрения феномена дизайна в системе культуры с ее подсистемами – сферами духовной, материальной и художественной культуры» [15].

«Вторая проблема – рассмотрение методических основ процесса, способов и средств проектной практики, разработки объектов дизайна» [19]. И третья проблема – формирование творческого кредо профессии, основы мировоззрения, осознание своей роли в обществе и подготовка с этих позиций кадров будущих профессионалов дизайна.

Задача подготовки дизайнерских кадров, знакомство учащихся СПТУ и студентов колледжей с основами дизайна может успешно решаться лишь при условии серьезной научной разработки теоретических и общеметодологических вопросов профессионального художественно-конструкторского образования. Указанные здесь базовые проблемы профессионализма не могут быть отделены от проблемы терминологии в рассматриваемой области теории и практики. Ясность, четкость и непротиворечивость понятийно-терминологического аппарата любой области научного знания зависят от уровня развития самой науки и особенно степени сформированности ее теории и собственной методологии.

Отмеченная закономерность развития науки и формирования терминологического аппарата имеет прямое отношение к далеко еще не завершенной в своей целостности и непротиворечивости теории дизайна (называвшейся в нашей стране «технической эстетикой»).

«С началом плохо продуманных, без прогноза последствий проводившихся реформ 90-х годов XX века в России, одним из многих отрицательных результатов которых явилось разрушение целостной системы многопрофильного межотраслевого дизайна (во главе с ВНИИ технической эстетики) и отраслевого специализированного дизайна в стране, теоретические работы в области технической эстетики были свернуты и практически прекращены вместе с профессиональной пропагандой идей, концепций и достижений отечественного и зарубежного дизайна в периодической печати, на радио и телевидении.

Это не замедлило сказаться на снижении уровня профессионализма многих российских дизайнеров, пытавшихся как-то приспособиться к нашей нецивилизованной рыночной экономике, обусловившей пренебрежение духовными ценностями и гуманистической ориентацией дизайна, социальной ответственностью представителей этой профессии» [88].

Все более размываются представления о границах дизайна, его специфике, искажаются критерии оценки результатов дизайнерского творчества, снижается требовательность самих дизайнеров к своим разработкам, происходит падение общей культуры и художественного вкуса в стремлении угодить нередко низкопробным запросам заказчиков или не отличающихся высоким уровнем культуры определенных контингентов потенциальных потребителей.

Вместо одухотворенного искусства дизайна, ориентированного на решение социально значимых задач в целях повышения качества жизни людей и совершенствования социально-культурных отношений в обществе, все больше распространяются ремесленничество, заимствования, подражание тому, что

считается на Западе модным и престижным, бездушное формотворчество, лишенное глубинной мотивации, содержательности, однако внешне эффектное, привлекающее внимание потребителей необычностью модных приемов компоновки, декора, отделки и обеспечивающих формальную новизну оригинальных сочетаний материалов и применяемых технологий.

«Дизайнер из творца гармоничного предметного мира и его компонентов – вещей разного вида, а в идеале – всей прекрасно-целесообразной и комфортной «второй природы», создаваемой им вместе с другими специалистами предметного художественного творчества (как прогнозировалось будущее этой профессии в России 20-х годах XX века идеологами «жизнестроения»), в существующих условиях превращается в модного стилиста, обслуживающего в основном элиту общества, а также систему разных бизнес-проектов, бизнес-стратегий с их шоу-презентациями и рекламой, одновременно становясь выразителем индивидуальных амбиций ради личного самоутверждения и преуспевания» [88].

Безусловно, все сказанное относится не только к дизайнерам, но и к значительному числу современных литераторов, деятелей театра, кино, телевидения, певцов, танцоров и музыкантов (особенно в области эстрады), художников изобразительных и прикладных искусств, а также представителей многих других коммерциализованных видов и форм творчества.

Здесь многое, конечно, зависит не только от довлеющей идеологии рыночной экономики, девальвировавшей ценности гуманизма как главного и всеобщего критерия оценки уровня развития культуры, но в немалой степени и от жизненной позиции представителя той или иной творческой профессии, его кредо (символа веры), убеждений.

Известно, что осознание огромного социально-культурного, гуманистического потенциала дизайна, разработка его концепций и научных основ творчества (в том числе подхода к осмыслению ключевых понятий дизайна, характеризующих сущность этой профессии) были впервые осуществлены выдающимися архитекторами и дизайнерами Европы и Америки, при всем том, что они жили и работали в условиях рыночной экономики с ее жесткой конкуренцией и коммерческой идеологией.

Это – Шарль ле Корбюзье, Вальтер Гропиус (создатель Баухауза) [91], Анри ван де Вельде, Алвар Аалто, Герберт Рид, Джон Глоаг, Джио Понти, Джордж Нельсон [90], Генри Дрейфус, Раймонд Лоуи, Томас Мальдонадо [89, 95] и другие яркие личности.

Прекрасно осознавая тот факт, что большинство промышленных, торговых и рекламных фирм привлекают дизайнеров для достижения коммерческого успеха своей деятельности и получения высокой прибыли, многие дизайнеры (как и архитекторы), исповедуя принцип социальной ответственности и отдавая себе отчет в большой культурной значимости своей профессии, стремились и стремятся к максимально возможной реализации ее гуманистического потенциала в интересах всего общества.

В нашей стране теоретические разработки в области дизайна стали проводиться лишь с начала 60-х годах XX века, со времени создания государственной системы дизайна в стране, возглавляемой ВНИИТЭ.

Среди тех немногих отечественных специалистов (архитекторов, скульпторов, дизайнеров, философов, искусствоведов), кто внес свой вклад в разработку основ теории, методологии и методики дизайна в 60–80-е годы, можно назвать В.Р. Аронова, Л.Н. Безмоздина, В.Л. Глазычева, А. В. Иконникова, К.М. Кантора, М.А. Коськова, Е.Н. Лазарева, Г.Б. Минервина, Л.И. Новикову, В. Ф. Сидоренко, Ю.С. Сомова, М.В. Федорова.

Составной частью многих взаимосвязанных направлений научно-методических исследований была работа над проблемой упорядочения понятийно-терминологического аппарата теории дизайна – технической эстетики.

«В 1975 году во ВНИИТЭ был издан Краткий словарь терминов дизайна, содержавший 263 термина на русском языке и их эквиваленты на восьми языках, включая японский. В 1978 году там же был составлен, но,

к сожалению, не издан Краткий словарь основных терминов методики дизайна, а в 1980 году был издан Краткий словарь терминов эргономики» [88, 95].

«С 1978 года работа по терминологии дизайна во ВНИИТЭ приняла систематический характер с привлечением ведущих теоретиков и практиков дизайна как нашей страны, так и специалистов Болгарии, ГДР, Польши и Чехословакии в целях создания общей методики проведения терминологических исследований в этой области, составления подробной картотеки терминов дизайна с краткими дефинициями как основы для создания толкового словаря терминов дизайна и статейного словарного справочника по дизайну энциклопедического характера» [95].

«В 1988 году такой краткий справочник-словарь «Основные термины дизайна» был издан ВНИИТЭ» [94].

Помимо статей, поясняющих отобранные составителями справочника термины дизайна, это издание включает русско-иноязычный словарь отобранных терминов, дающий их параллельный перевод на болгарский, чешский, немецкий, английский, французский, венгерский и польский языки, а также англо-русский, болгарско-русский, венгерско-русский, немецко-русский, польско-русский, французско-русский и чешско-русский словари основных терминов дизайна.

Это издание было последней публикацией результатов терминологических исследований в области дизайна, проводившихся в нашей стране до начала реформ.

При всех своих достоинствах справочник-словарь не лишен недостатков. Создатели справочника, к сожалению, не взяли на себя труд разработки строгих, точных и, по возможности, кратких дефиниций отобранных ими терминов, оправдываясь существовавшей (и все еще существующей) неоднозначностью их толкования и отказавшись от более подробного разъяснения смысла многих важных терминируемых понятий. Целый ряд дефиниций в этом справочнике представляется спорным и недостаточно раскрытым. Из-за трактовки составителями справочника-словаря некоторых терминов не как основных, а как подчиненных, то есть «подтерминов», их определения получились недостаточно полными, точными, а иногда и спорными. Это относится, например, к определениям понятий *композиционного формообразования, типологии в дизайне, стиля в дизайне, эстетической ценности произведений дизайна.*

«Недостаточно полно и убедительно трактованы здесь само *определение дизайна,* его *цель, задачи, объекты, предмет дизайн-деятельности,* а также *функции дизайна* (последнее понятие подменено функциями вещи)» [88].

Кроме того, следует отметить, что при всей серьезности подхода к составлению анализируемого справочника-словаря, базирующегося на научных принципах терминирования понятий, на специально разработанной методике упорядочения терминологии дизайна, на многоаспектном анализе данной проблемы, структура этого справочника не отражает столь важного для методологии терминирования принципа системности.

«Алфавитный принцип расположения отобранных терминов и их определений удобен для поиска необходимого термина, но при этом разрушает понятийно-смысловые связи многих групп терминов, образующих в теории и практике дизайна взаимосвязанные системы и подсистемы понятий. Видимо, целесообразно было бы в таком издании дополнить бесспорно удобный алфавитный принцип расположения терминов и определений принципом системной группировки взаимосвязанных понятий» [82].

В данном учебном пособии по художественной обработке металла не ставилась цель продолжения работы в этом направлении для создания более совершенного справочника-словаря по терминологии дизайна.

В предлагаемом автором пособии в I разделе дан краткий результат исследования, анализа содержания и систематизации *основополагающих понятий теории дизайна как научной дисциплины, изучающей закономерности определенного вида творческой деятельности.* Система этих понятий определяет *основные положения дизайнерской деятельности, ее смысл и сущность,* взаимосвязь с родственными видами *творчества* и отличие от них, свою специфику. Специально рассматриваются этимология понятия «дизайн», его определения, дается логически обоснованное, уточненное определение этого термина.

В систему ключевых, основополагающих понятий дизайна с их дефинициями помимо определения термина «дизайн» входят: *предмет и объекты дизайна, основной метод дизайна, основные рабочие категории дизайна; типология дизайн-деятельности* по нескольким основаниям; *цель, функции и задачи дизайна; основополагающие принципы и закономерности дизайна.* Анализируется также сущность понятия *композиционное формообразование в дизайне,* посредством которого реализуется художественно-образное моделирование как основной метод дизайна. В заключение дизайн рассматривается в системе предметного художественного творчества и во взаимосвязи с другими видами архитектонических искусств.

Учебное пособие призвано помочь студентам, изучающим основы теории и истории дизайн-проектирования, в усвоении материала соответствующего раздела «Основы дизайна», должно способствовать формированию у будущих дизайнеров разных специализаций профессионального мышления, расширению их кругозора, углублению эрудиции, развитию общей культуры. Это позволит понять и глубже постичь *сущность выбранной профессии* и осознать социальную ответственность дизайна в решении обусловленных его сущностью *общественно значимых задач,* ориентированных на достижение *наиболее полного соответствия* гармонизируемых методами и средствами дизайна *объектов и предметной среды* в целом многообразным развивающимся *потребностям человека и общества.*

Сегодня дизайн существует одновременно в двух измерениях, двух мирах – в области чистого искусства и в области техники. Соответственно, и язык специальных понятий делится на две группы. Первую можно обозначить как «художественную», которая пришла из первоисточников – «старших» видов искусства – живописи, скульптуры, архитектуры. Это понятия общие, фундаментальные для всех искусств: стиль и стилизация, пространство и среда, композиция, пропорции, пластика, ритм, объем, цвет, свет, контраст и нюанс, поверхность и фактура.

Вторая группа понятий пришла в дизайн из области техники, конструирования и строительства, поэтому можно назвать ее «технической». К техническим понятиям имеет смысл отнести: реконструкцию, перепланировку, кубатуру, перспективу, зонирование, масштаб, эскиз, проект, чертеж, выкраску, инсоляцию, декорирование, модуль, план.

Осваивать «дизайн» человек начал еще на этапе превращения камня в примитивное орудие труда или охоты. Он просто пытался обустроить, например, пещеру под собственный образ жизни. Так что на первых порах дизайн был жизненной необходимостью. Сейчас нельзя сказать однозначно – это необходимость или искусство. Скорее всего, ни то ни другое в чистом виде. Некоторые авторы учебников по дизайну предлагают метафору – «язык для общения человека и вещи, им созданной».

«Приглядимся внимательнее к предметам, сопровождающим наше бытие. Вещественное окружение человека – мебель, посуда, хозяйственный инвентарь – представляет собой хранилище информации, передаваемой через тысячелетия. Причем эта информация может быть сосредоточена на площади и в 30, и в 200 м^2. Когда человек садится за стол, вряд ли ему приходит в голову, что форма и назначение этого

предмета мало изменилась со времен Древнего Египта или Греции. Во все эпохи человек стремился к оптимальной среде обитания. И руководствовался в своем стремлении не только личным вкусом и модой, но и современным ему требованиями комфорта» [87].

Внешнее великолепие отличает и дворцы египетской знати. Поражали сказочные росписи дворца в Ахетатоне, созданные безымянным живописцем 3500 лет назад. На полу дворца изображен бассейн с лотосами, нильские заросли, плавающие рыбы. Мастер прекрасно передает свежесть раннего утра, радость пробуждения природы.

В решении египетских интерьеров широко использовались камень, золото, серебро, бронзовая инкрустация. Фаянсовыми плитками устилался пол, резьба и темперная роспись покрывали стены. Синие плафоны и изображения звезд напоминали небо. Орнаментом украшались панели стен, для облицовки использовалось дерево ценных пород, при этом умело варьировался цвет.

Невиданных для того времени достигает зодчество во многих странах. В Древней Греции, например, для поселений выбирались живописные уголки вдоль извилистой береговой полосы Эгейского моря. Здесь строятся совершенные по красоте сооружения. Создается архитектурный ордер – строгий, художественно осмысленный порядок расположения частей сооружения.

«В отделке внутренних пространств применяются штукатурка, мрамор, дерево для стен, мозаичные полы. Для общественных сооружений используется позолота, порфир, инкрустация из глазури и золота на мраморе, пластины из чеканной меди. Изящные вазы, амфоры, кувшины из керамики, на которых изображены различные сцены из жизни, украшают интерьеры древних греков. На улицах древних городов было большое количество статуй из мрамора и бронзы» [87].

Учитывая данное обстоятельство, можно утверждать, что поиски приемлемых путей внедрения дизайнерского образования по декоративно-прикладному искусству в практику школы, СПТУ, колледжа, университета сегодня особенно актуальны: эта деятельность учит и мыслить, и чувствовать прекрасное.

1.2. Художественные и технические приемы дизайна

Прежде чем приступить к практике дизайна, необходимо обозначить ее основные этапы.

Широко известна лаконичная **формула дизайна: «красота + польза»,** с учетом которой разрабатываются наиболее совершенные вещи. Иногда приходится встречать в дополнение к ней и еще одно понятие – прочность (получается: «красота, польза и прочность»). Н.М. Конышева пишет: «Думается, что это добавление необязательно: оно включается в понятие «польза», под которой подразумевается удобство изделия, его максимальное соответствие своей функции, а значит и прочность» [14].

В исследованиях по дизайну убедительно доказывается, что наиболее гармоничные вещи лучше выполняют и свою утилитарную функцию. Можно сказать и наоборот: те предметы, которые лучше продуманы с точки зрения выполнения своей основной функции, являются и более совершенными и красивыми внешне. Многочисленные наблюдения подводят к выводу, что *красота всегда целесообразна.* Это относится как к объектам природы, так и к продуктам человеческой деятельности. Об этом можно найти много интересных высказываний у художников, философов, представителей различных наук, конструкторов и т. д. при проектировании изделий декоративно-прикладного направления на уроках и особенно в процессе анализа образцовых вещей, выполненных мастерами народных промыслов, всегда есть возможность остановиться на данном правиле дизайна, чтобы учащиеся и студенты как следует освоили его. Для этого преподаватель и учитель могут использовать как хорошо известные, утвердившиеся в школьной и студенческой практике примеры, так и менее известные.

В частности, эталоном гармоничной формы являются вазы Древней Греции, древнегреческие храмы. Наиболее известные разновидности древнегреческих сосудов своей внешней формой максимально точно отражают исполняемую функцию. Храмы древних греков удивительно соразмерны с пропорциями человека и потому при всем величии и монументальности не вызывают ощущения подавленности, а, наоборот, возвышают и возвеличивают дух человека. Это хрестоматийные примеры. Но скажем, простой славянский сосуд – горшок является не менее удивительным примером гармоничной конструкции, прекрасная форма которой идеально отвечает своей функции.

Основной принцип дизайна в процессе разработки конкретных вещей реализуется через совершенно определенные *правила* или *требования.*

1) Очень важным требованием к разрабатываемой вещи или системе вещей является *композиционная целостность,* то есть соответствие отдельных частей друг другу и соответствие части целому. Эта комплексная характеристика включает в себя целый ряд более частных качеств, каждое из которых можно рассматривать и по отдельности. Среди них обычно выделяют: соподчиненность, пропорциональность и другие. В любом случае данное требование означает согласованность и соразмерность частей в составе целого, их уравновешенность, т. е. *единство.* Прежде всего речь идет о единстве стиля, что обеспечивается единством форм, размеров, материала, технологий и т. д.

Пропорциональные изделия воспринимаются глазом как гармоничные, совершенные. Видимо, в природе человека изначально заложены определенные эталоны, которые позволяют нам оценивать одни формы как соразмерные, а другие – как несоразмерные, дисгармоничные.

Обычно пропорциональные предметы имеют гармоничную линию контура и, возможно, поэтому при визуальном восприятии их форма легче прослеживается и кажется более приятной. К сожалению, не всегда окружающие вещи являются образцом художественности: и бытовые предметы, и декоративные изделия могут не отвечать высоким требованиям гармонии.

Уравновешенность, единство, или композиционную целостность, можно рассматривать как внешнее выражение внутренней конструкции вещи, как ее организованность, упорядоченность. Они складываются

из целого ряда более конкретных параметров или средств, наиболее существенными из которых являются *симметрия* и *ритм элементов.* Каждый из этих параметров можно включить в учебные задания, поскольку они универсальны и должны быть усвоены студентами и учащимися. Очень важно, чтобы дизайнерское требование соответствия формы и всех деталей изделия его назначению систематически ставилось преподавателями на лекциях и в практической работе в учебных мастерских пред студентами. Очень полезны сравнения конкретных вещей, имеющих сходную, но в чем-то различную функцию, чтобы наглядно показать, как даже незначительные функциональные различия могут влиять на изменение формы, конструкции, пропорции изделия.

2) Не менее важное требование дизайна – максимальное *выявление* в изделии всех *возможностей материала*, из которого оно сделано. Талантливый исследователь декоративно-прикладного искусства А. Б. Салтыков писал о том, что «хороший вкус любит подлинное, поэтому подделка одного материала под другой возможна и уместна лишь в тех случаях, когда их внешние свойства похожи (матовые или блестящие, гладкие или шероховатые, твердые или мягкие и пр.). если эти свойства сильно различаются, подделки лишены художественной выразительности» [31].

Так, например, возможна имитация золота в изделиях из серебра или других металлов, и изделия могут быть при этом высоко художественными. Но вот попытки расписать фаянсовое или фарфоровое изделие «под дерево» едва ли могут увенчаться успехом, ведь качества этих двух материалов слишком различны.

«Нужно стремиться «подать» материал, обыграть его качества в изделии наиболее выразительно, а не подделывать, скажем, дешевое под дорогое. Каждый материал обладает своими собственными достоинствами, которые нужно уметь выявить использовать» [87]. Мастеру производственного обучения следует иметь в виду, что любой, даже самый простой и привычный для нас, материал, например алюминиевая фольга, обладает неисчерпаемым количеством совершенно определенных свойств, которые так или иначе следует учитывать при изготовлении изделий. Мы знаем, что фольгу можно резать ножницами и ножом, рвать, мять, изгибать, сгибать, прокалывать шилом, дыроколом, иглой, сшивать, склеивать, окрашивать и т. д. При этом по-разному будет вести себя фольга различной толщины. Далее, каждая из этих операций имеет ряд разновидностей; скажем, необходимо изготовить снежинку: можно фольгу разрезать, вырезать в ней отверстие, сделать прорезь внутри плоскости, надрезать с краю; аналогично можно оторвать, прорвать, надорвать. Операции можно сочетать между собой и таким образом получать бесчисленное количество новых художественных и конструктивных эффектов: надрезать и отогнуть, прорезать и надорвать от прорези и т. д.

Отсюда следует очень важный вывод: поскольку свойства любого материала бесконечно разнообразны, а их учет и выбор соответствующих приемов обработки и инструментов зависят от стоящей задачи, то едва ли возможно изучить все мыслимые свойства и их изменения заранее, отдельно от практической работы. Все необходимые знания и умения лучше всего приобретаются именно в творческой деятельности.

3) Следующее требование дизайна – *учет* декоративных, психологических, физиологических и прочих *возможностей цвета* при разработке изделия.

Хорошо известно, что различные цвета, а также их сочетания оказывают на человека определенное психофизиологическое воздействие; на этом основано эмоциональное переживание цвета и эстетическое отношение к нему. В одной цветовой среде человек будет чувствовать себя комфортно и оптимистично, другая может вызвать чувство страха или состояние агрессии, раздражения и пр. При этом в каких-то случаях воздействие и восприятие цвета будут одинаковыми или похожими для многих людей, а в других – избирательными и субъективными. На знании этих законов основаны некоторые психодиагностические методики. Современные дизайнерские разработки, естественно, не могут обойтись без учета такого важного

фактора, как цвет, при проектировании отдельных предметов и среды в целом. В художественных конструкциях, в декоративных вещах чаще всего уместны условные тона, но именно их использование вызывает у студентов и учащихся значительные трудности.

4) Наконец, отметим еще одно важное дизайнерское требование – *уместность украшений* на предмете. Украшения на вещах не всегда имели чисто декоративный смысл. Изучая историю предметного мира, ученые пришли к выводу, что большинство бытовых предметов наряду с обычной утилитарной функцией выполняли и магическую функцию, а украшения были символическими и усиливали магию вещей.

«Современный дизайн практически не учитывает эту историческую особенность предметного мира, и украшения в нем рассматриваются с сугубо декоративных позиций, но это не упрощает предъявляемых к ним требований. В частности, любая отделка никогда не должна мешать человеческому глазу наслаждаться формой предмета. Наоборот, она должна подчеркивать строение формы и составлять с ней целое. Украшение никогда не должно казаться попавшим случайно на предмет. Оно должно быть так тесно связано с ним, чтобы без него вещь казалась хуже, была бы не так выразительна. Украшение должно соответствовать форме и поверхности предмета, быть соразмерным с ним» [87].

Подводя итог краткой характеристики основных правил дизайна, следует еще раз подчеркнуть, что они все вместе обеспечивают оптимальную функциональность вещи (или целостной среды): *форма, цвет, материал и декор разрабатываются в соответствии с основными функциями изделия.* Если такого соответствия нет или оно как-то нарушено, вещь утрачивает свою гармоничность. Скажем, поиски внешней красоты в изделии никогда не должны мешать его назначению, препятствовать употреблению. Вещи не должны быть бессмысленными, бесполезными, нелепыми.

Разумеется, и чисто внешнего соответствия формы предмета тоже недостаточно, во всяком случае, оно не должно пониматься поверхностно. Всякий горшок, чайник и т. п. имеют формы, отвечающие назначению, но от этого далеко не каждый из них становится гармоничной художественной вещью. Не решается проблема и простым украшением поверхности предмета; скажем, если тот же чайник имеет плохо продуманную, невыразительную форму, не спасет положения и цветочная роспись или другая отделка.

Техническая эстетика в системе эстетического знания. Понятие «техническая эстетика» стало употребляться в советской научной литературе на рубеже 50–60-х годов прошлого века. Оно пришло к нам из Чехословакии, где его ввел видный художник и публицист П. Тучны, назвав технической эстетикой теорию художественного конструирования орудий труда и средств производства. Правда, сам Тучны трактовал техническую эстетику довольно узко, ограничивая ее вопросами улучшения качества и внешнего вида ручных инструментов и органов управления станков и приборов на основе анализа производимых с ними операций, антропометрических, физиологических и психологических факторов труда. Тучны и другой чешский дизайнер, З. Коварж, создали тогда множество рукояток, рычагов, кнопок, разработали новые формы молотков, пил, ножниц. Их эксперименты имели важное значение: они способствовали совершенствованию орудий труда, но в очень локальной области.

«Когда статьи самого Тучны и публикации о чешских экспериментах стали печататься в советских журналах, термин «техническая эстетика» был расширен до общей теории промышленного искусства (в высших и средних учебных заведениях, готовящих художников для работы в сфере промышленности, до сих пор сохраняется название специальности – «промышленное искусство») [15].

В 80-х годах прошлого века термин «техническая эстетика» широко стал употребляться в Советском Союзе. Появился Всесоюзный научно-исследовательский институт технической эстетики (головной институт был расположен в Москве, а его филиалы – в Баку, Вильнюсе, Ереване, Киеве, Ленинграде, Минске, Свердловске, Тбилиси, Хабаровске, Харькове). В Москве и Риге работали информационные Центры технической эстетики, целью которых являлось пропоганда достижений и требований технической эстетики

на современном этапе. Стал выходить ежемесячный теоретический, научно-практический и методический журнал «Техническая эстетика» Государственного комитета по науке и технике, было опубликовано более 40 выпусков «Трудов ВНИИТЭ» серии «Техническая эстетика», в которых рассматривались прикладные и общетехнические вопросы предметного художественного творчества [73].

За рубежом, в англоязычных странах, нет особого понятия «техническая эстетика», ее проблемами занимается теория дизайна; в немецком языке под технической эстетикой подразумевают теорию индустриального формообразования; во французском языке одно время в 80-х годах прошлого века было употребимо понятие «индустриальная эстетика»; в Болгарии мы встречаемся с понятием «промышленная эстетика» все они выступают, в общем, как синонимы, отражая развитие дизайна и его теории в разных странах.

1.3. Творческая переработка форм природы в формы декоративные

Поскольку предметная среда создается человеком и существует внутри мира природы, все проблемы дизайнерской деятельности так или иначе должны решаться с учетом этого обстоятельства. Гармоничная рукотворная среда не может не быть в гармонии с природой. Таким образом, мы получаем возможность использовать в системе дизайнерского образования по декоративно-прикладному искусству огромное воспитательное воздействие природы.

Декоративно-прикладное искусство направлено на создание художественных произведений, предназначенных для быта: мебели, одежды, украшений и пр. Работая с каким-то определенным материалом, создавая из него изделия, сувениры, необходимо стремиться привнести в него художественную ценность. Особенность декоративного искусства в том, что оно, по выражению А. Б. Салтыкова, «входит в жизнь создавать новую материальную среду, заменять новыми и красивыми вещами старые» [31].

В своем творчестве художник перерабатывает и видоизменяет окружающую действительность по законам, отличным от законов изобразительного искусства. Букет цветов, изображенный на холсте художником-живописцем, будет передавать расположение цветов и листьев буквально так, как они есть в натуре. В декоративном предмете, например из дерева или металла, такой же букет изображается иначе: цветы и листья располагаются в определенном ритме, чередуясь между собой.

Изобразительный рисунок теряет свое самостоятельное значение, входит в общий строй предмета, становится более декоративным, принимая характер украшения. Поэтому в декоративной композиции допускается условная трактовка рисунка, иногда сознательно легким намеком, иногда утрировано.

Это обусловлено объективными причинами: свойствами материала, местом использования композиции, характером исполнения.

В декоративном изделии все должно быть согласовано: форма и ее назначение, конструкция и материал, цвет и украшения.

Универсальные конструктивные и художественные идеи природы. В народном искусстве растения, фигуры животного и человека трактуются с большей или меньшей степенью упрощения, но всякий раз сохраняют свою образность. В русском народном искусстве кроме кружевной резьбы наличников и фронтонов на фасадах домов использовали и объемный элемент оформления постройки – охлупень, толстое бревно на крыше сруба, которому придавали облик утицы, коня, оленя. Со временем, потеряв свой ритуальный смысл, эти скульптуры использовались как обязательное украшение и необходимая деталь для всего дома. И где бы они не выполнялись – на севере или в средней полосе России, – их неизменно сближают черты, присущие всей русской скульптуре: предельная выразительность образа, условность и обобщенность формы.

Однако, как показывает практика, поиск решения образной формы художником-дизайнером иногда приводит к ее упрощению до такой степени, что она становится неузнаваемой, деформируется и даже исчезает вовсе, уступая место аляповатым надуманным элементам. Таких работ, разумеется, не должно быть.

Среди предметов искусства можно найти множество примеров, как воплощался один и тот же образ животного в разных материалах: металле, мраморе, гипсе, кости и т. д. Но во всем необходимо чувство меры, нужна грань реального и абстрактного, организация композиции происходит в процессе самого творчества, максимально подчиненного порывам творческой фантазии. В лучших работах всегда ощущается импровизация, в них нет копирования формы, они сохраняют свежесть и непосредственность авторского

замысла. Предельная геометричность в них воспринимается с интересом, и многие работы завоевывают симпатии зрителей.

Вольная игра с материалом доставляет мастеру истинное творческое удовольствие. Обобщенные цельные формы при таком методе работы исключают точный повтор, копию, обеспечивают уникальность каждого предмета.

Деятельность настоящих мастеров направлена на постоянный поиск художественных средств, на расширение границ ремесла. Стремящийся постичь основы ремесла должен чаще задавать вопрос: как это сделано? Ответом будут уникальные работы специалистов с их секретами мастерства, их тайнами и гордостью.

Понимание природы материала – одно из условий успеха в создании обобщенных и выразительных художественных образов.

«В лаконичной форме произведений народных мастеров ощущается большая сила и ясность. Они стремились добиться выразительности силуэта, гармонии линий, излюбленной игры орнаментальных мотивов: в Древнем Египте – папирус, в Прибалтике – белые барашки – волны, ветки ели; у народов Средней Азии – юрты, овцы. Реальные формы перерабатываются, обобщаются в зависимости от мыслей, чувств, настроения художника, сказываясь на характере стилизации рисунка. Изображение тонконого коня, удлиненной фигуры человека в древнерусском искусстве говорит о величественности, статности, даже романтичности» [87].

Декоративно-прикладное искусство, как и другие виды искусств, стремиться к художественно-образному содержанию, передаче определенного настроения и переживания.

Одна из особенностей декоративного искусства – создание обобщенного образа с приданием ему более широкого смысла. Это расширение может выйти за пределы того круга явлений, непосредственным отражением которого становится образ. Тогда образ превращается в *эмблему.*

Традиции искусства эмблематики в настоящее время получили свое развитие в промышленной графике. Дизайнеры для многих предприятий разрабатывают фирменный (или товарный) знак. По отдельной, довольно простой, но характерной детали можно получить представление о профиле отрасли целой организации, предприятия. Например, часть ствола дерева с тремя распущенными листочками и дятел – эмблема деревообрабатывающего предприятия.

В каждом случае выбор изобразительных элементов и графическое построение композиции определяются содержанием знака, способом нанесения его на поверхность: трафаретная и штемпельная печать, штамповка, гравирование, фотоспособ и др.

Композиционная завершенность имитирует трафаретную технику выполнения или электронное изображение на световом табло. Лаконичность, предельная простота в обобщении формы, запоминаемость – результат творческой переработки изобразительных форм в декоративные, пригодные к тиражированию различными технологическими способами.

Творческий процесс создания стилизованного рисунка требует высокой культуры, художественного вкуса, специальной дизайнерской подготовки, обширных знаний.

Все эти перечисленные выше факторы в сочетании с умением найти типичное, характерное в форме живой природы способствуют созданию гармоничного изделия.

1.4. О декоративности в дизайнерском искусстве

Декоративность – это стремление связать произведение искусства с его окружением, без стремления буквально отобразить действительность.

Как и всякое искусство, декоративно-прикладное также развивается по определенным правилам и имеет свои принципы построения художественного образа. Эти принципы вырабатывались тысячелетиями, так как декоративно-прикладное искусство одно из самых древних; возникновение его относится к эпохе верхнего палеолита, к 40–20 тыс. до нашей эры.

Каковы же эти принципы?

Первый – принцип целесообразности или утилитарности.

Перед художником-прикладником стоит задача создавать предметы, которыми было бы удобно пользоваться. Поясним эту мысль примером.

Чашка должна быть такой формы, чтобы из нее было удобно пить. Ее можно сделать цилиндрической или чуть расширяющейся вверху – пить из такой чашки легко. Удобно, когда у чашки есть ручка, тогда вы не обожжете руки, если в ней очень горячий чай.

Однако не все бытовые предметы могут быть отнесены к области искусства.

Второй важный принцип декоративно-прикладного искусства – в красоте вещи, в ее художественности. Только художественно выполненная мебель, утварь, одежда может быть отнесена к области искусства.

Что значит художественно выполненная?

Многие скажут: «Очень просто: если на чашке многоцветная роспись и золотые полоски, шкаф украшен замысловатой резьбой, а ткань – пышным орнаментом, следовательно, эти вещи художественны и вписываются в современный интерьер; если же нет никаких украшений, как например, на кухонной кастрюле, то это обычный бытовой предмет».

Не совсем так.

Нередко вещи, украшенные орнаментом, могут оказаться антихудожественными, а простой формы предметы из недорогого материала, например, глины, будут названы высокохудожественными произведениями искусства.

Итак, нам необходимо знать, что признаком искусства в бытовом предмете является соединение целесообразности и красоты. Это союз – и в форме предмета, и в правильно выбранном для него материале. Художники прикладного искусства всегда ценили материал, старались показать его декоративные возможности, никогда не подделывали его под драгоценный камень или золото.

Но это еще не все.

Декоративно-прикладное искусство является еще и средством эстетического выражения социальных отношений того или иного класса. Богатая история этого вида искусства дает возможность проследить его историю.

Изучение интерьеров прошлого – занятие захватывающее. Ведь дом предназначен для жизни, следовательно, вполне утилитарен. Исследуя его обстановку, мы мысленно примеряем ее на себя. Кроме того, изучение истории вопроса – святая обязанность каждого, кто решил обратиться к практике (в данном случае – к практическому дизайну и декоративно-прикладному искусству).

Теоретик декоративного искусства А. Б. Салтыков, сопоставляя декоративность с требованиями изобразительного искусства в классическом и современном интерьере, формулировал такие характерные признаки декоративности:

– множественность места;

– множественность перспективы;

– плоскостность, локальность цвета, отсутствие или условность освещения;

– множественность времени;

– множественность действия;

– эмблематичность, подписи, контурность, жест.

Значение этих положений для декоративного искусства, бесспорно, велико. Используя эти законы в своем творчестве, художники создали выразительные монументальные произведения, отвечающие характеру современного искусства.

Пример тому – витраж «Берегите мир» Б. Тальберта в Музее Комсомольской Славы имени А. Матросова в Великих Луках выполнен в технике росписи по стеклу, имитирующей черно-белую гравюру. Сочетание черного и белого трогает своей искренностью и строгой торжественностью. В мозаике запечатлены сюжеты, взятые из реальной жизни и рожденные фантазией автора, тепло и поэтично переданы юность, материнство.

Отдельные сцены объединены композиционным построением в цельный рассказ о мире, красоте жизни и счастье.

В технике выколотки (дифовки) выполнена скульптурная композиция «Рабочий и колхозница» из нержавеющей стали В. Мухиной в Москве.

Творчество многих художников отличается умением найти гармоничное образное и композиционное решение, создать эстетически организованную среду.

Таким образом, в поисках дизайнерских наиболее выразительных декоративных решений мастера современных народных промыслов стремятся преодолеть привычную специфику обработки материала посредством использования излюбленного технического приема контрастности фактуры, подчиняя ее смыслу, логике и выразительности самого материала.

Поиски декоративности в дизайне заключены в самом методе использования материала и в новых технических приемах его обработки. Одни из них являются общим достоянием, другие используются отдельными предприятиями, мастерскими, в интерьерах офисных зданий, квартирах, на дачах, третьи – секреты самих мастеров.

Язык и приемы декоративного искусства при точном и лаконичном их использовании усиливают идейно-образную выразительность. Четкая ритмичность, обобщенность фигур, ясность и плавность силуэтов, многообразие колорита, монументальность образов, празднично-нарядные сюжетные рисунки в народном искусстве, определенным образом организованные на плоскости, делают народное искусство неисчерпаемым.

Художники-дизайнеры упорно ищут лаконичного графического языка, разнообразия, специфической условности, остроты и выразительности цвета, содержательных решений.

1.5. Виды искусства

В процессе исторического развития искусства сложились различные его виды. Эпохи наивысшего расцвета искусства свидетельствуют о том, что полнота отображения мира достигается одновременным расцветом всех искусств. Как известно. Виды искусства можно объединить в следующие группы: временные, пластические и синтетические (пластическо-временные).

К *временным искусствам* относят музыку и литературу, так как для исполнения музыкального произведения и чтения книги требуется определенное время.

Пластические искусства – это искусства, произведения которых имеют предметный характер, создаются путем обработки материала и существуют в реальном пространстве. Пластические искусства с XVIII века называют прекрасными, изящными.

К пластическим искусствам относятся изобразительное искусство (графика, живопись, скульптура), архитектура, декоративное и прикладное искусство, дизайн, а также произведения народного искусства изобразительного и прикладного характера.

Произведения пластических искусств воспринимаются зрительно. А иногда и осязательно (скульптура, декоративное и прикладное искусство). Этим они отличаются от произведений временных видов искусства (музыкальные произведения воспринимаются на слух. Стихи и прозу можно также воспринимать с помощью слуха).

Пластические искусства тяготеют к синтезу различных видов (слияние и взаимодействие архитектуры с монументальной живописью, скульптурой и декоративно-прикладным искусством; живописи – в рельефах; живописи с декоративно-прикладном искусством – в керамических изделиях, вазах и т. д.).

В пластических искусствах пластика объемов, форм, линий имеет определенное значение, с этим связано и их название. Окружающая действительность фиксируется художником в пластических образах. Основная их особенность заключается в том, что, материализуясь на плоской или иной поверхности, а также в объеме, они, как правило, становятся знаками реально существующих предметов. Художественность пластического изображения раскрывается в отборе тех качеств предметно-пространственного мира, которые дают возможность передать характерную выразительность и выделить эстетически ценное.

Архитектура (от. лат. architectura, от греч. architekton – строитель), зодчество, искусство строительства зданий и сооружений; один из видов пространственных искусств. Формирует пространственную среду для жизни и деятельности людей. Имеет первостепенное значение в синтезе искусств (живописи, скульптуры, декоративно-прикладного творчества), объединяя их в художественный ансамбль. Архитектурные сооружения являются, с одной стороны, памятниками материальной культуры (свидетельствуют о технических достижениях, связаны с практическими нуждами людей); с другой стороны, произведениями искусства, с помощью специфического языка раскрывающими мироощущение своей эпохи. Вероятно, поэтому говорят, что архитектура – это застывшая музыка в дереве, в бетоне, стали, алюминии и стекле.

Архитектура возникла и существует вследствие общественной потребности в ней. В начальный период истории человеческого общества различные трудовые и бытовые процессы протекали в естественном, природном пространстве, то есть под открытым небом, в примитивных шалашах или в естественных убежищах (пещерах). Со временем научились возводить постройки и даже свайные на озерах и реках. Сооружая здания, люди создают так называемое архитектурное пространство, которое не просто ограничено стенами и крышей, но и организовано, то есть имеет заданную, нужную форму. Первостепенной задачей архитектуры является организация пространства для процессов человеческой жизнедеятельности. Это пространство люди для своего удобства оборудуют различными предметами и таким образом в дополнение к естественной, природной среде создают для себя искусственную среду.

Различают три основные виды архитектуры: объемные сооружения (культовые, общественные, промышленные, жилые и другие здания); ландшафтная архитектура (беседки, мостики, фонтаны и лестницы для скверов, бульваров, парков); градостроительство – создание новых городов и реконструкция старых. Своей художественно-образной стороной архитектура отличается от простого строительства. Комплексы построек и открытых пространств составляют архитектурные ансамбли. Эстетические, функциональные и конструктивные качества в архитектуре взаимосвязаны.

Связанная в своем развитии с постоянно меняющимися материальными потребностями человека, с достижениями науки и техники, архитектура является одной из форм материальной культуры.

Основные выразительные средства, применяемые в архитектуре, – пластика объемов, масштабность, ритм, пропорциональность, а также фактура и цвет поверхностей. Архитектурные сооружения отражают художественный стиль эпохи, как и произведения любого другого вида искусства. Всемирно известные архитектурные сооружения и ансамбли запоминаются как символы стран и городов (пирамиды Египта, Акрополь в Афинах. Колизей в Риме, Эйфелева башня в Париже, небоскребы в Чикаго, Кремль и Красная площадь в Москве и др.).

Архитектура воздействует своими монументальными формами на сознание людей. В художественных образах архитектуры отражаются и строй общественной жизни, и уровень духовного развития общества, и его эстетические идеалы. Архитектурный замысел раскрывается в группировке архитектурных масс, организации пространства интерьера, пропорциональных отношениях частей и целого, ритмическом строе. Соотношение интерьера и объема здания характеризует своеобразие художественного языка архитектуры. Большое значение имеет художественное решение наружного облика зданий.

Архитекторы создают для человеческой жизнедеятельности художественно организованное пространство, которое является гармоничной средой для синтеза искусства.

Знание истории архитектуры расширяет кругозор, обогащает интеллект приобщения к этой замечательной области человеческого творчества. Дает возможность видеть историю зодчества как закономерный процесс его развития. И укрепляет веру в прогресс, силу разума и творческого гения человечества.

1.6. Художественные стили и направления

Стиль – это художественное выражение восприятия мира, свойственного людям той или иной эпохи. В нем получают свое воплощение историческое и национальное своеобразие художественной культуры. Стиль проявляется и на уровне индивидуального творчества художника.

Изучение стилей – главный вопрос искусствознания. При этом широко используется метод сравнительного анализа, позволяющий точнее установить, где, когда и кем было создано произведение.

Каждый исторический стиль возникает закономерно. Развиваясь из предыдущих стилей. Четких границ между ними может и не быть, главное – чтобы осуществлялось непрерывное развитие художественного мышления в исторических категориях стиля. Важнейшие этапы истории изобразительного искусства и зодчества неповторимы, и лучшее из достигнутого в каждую эпоху входит в совокупный опыт национального и мирового искусства.

Хорошо известно, что в одну историческую эпоху могут сосуществовать художественные стили, идейные установки которые прямо противоположны. Например, классицизм и барокко в XVII веке, романтизм и реализм – в XIX веке и др.

Наименование региональных художественных стилей складывались по именам правителей (стиль Людовика XIV), по национальным признакам (итальянский маньеризм, русский ампир, немецкое барокко), по географическим названиям (помпейский стиль росписи, московский стиль живописи, петербургский стиль графики), по месту и материалу производства художественных изделий (китайский фарфор, египетское стекло) и др.

Следует понятие стиля как исторически возникшей художественной категории (готика, барокко, рококо, классицизм и др.) от употребления этого слова для обозначения манеры, почерка художника. Замысел художника, выраженный в стиле его работы, зависит от личности творца и от времени и места создания произведения. При рассмотрении индивидуальных особенностей изобразительного языка художника надо обращать внимание на то, какие средства художественной выразительности он выбирает, какими композиционными приемами пользуется, как передает характер движения, что предпочитает, моделируя форму, – линию, пятно, силует, свет или цвет.

Для художника стиль эпохи не только достоверное изображение архитектуры, предметов быта, одежды, вооружения, присущих данному времени, но и само понимание основных изобразительных закономерностей, свойственных этому времени.

Стиль – единство содержательных и изобразительных элементов, с помощью которых непосредственно создается художественное произведение. Итак, в изобразительном искусстве под стилем может пониматься способ, который определяет выбор и сочетание сюжетов и образные характеристики персонажей, структуру композиции, приемы передачи пространства, использование светотени и колорита в каждом конкретном произведении, например, художником-дизайнером при оформлении интерьера.

Стиль в интерьере.

Прежде чем приступить к конкретным действиям по оформлению дома, коттеджа или квартиры, необходимо ознакомится с некоторыми стилями.

С веками меняется представление человека о красоте, но важным принципом было и остается гармоничное сочетание всего окружающего. Смена эпох вносила свои поправки в сферу обитания, ускоряя уход старой и приход новой, качественно отличной от предыдущей.

Так, с уходом ценностей египетской цивилизации на первый план вышли эллинские, которые затем сменились римскими; кануло в лету строгое средневековье, а на его место пришел кардинально противоположный стиль – барокко; затем – классицизм, сменившийся в свое время модерном.

В зависимости от стиля жизни менялось и жилище человека, где он мог отдыхать от суеты жизненного водоворота событий, куда он мог приглашать друзей, где он мог работать. Интерьер всегда соответствовал его образу мысли. С течением времени менялся сам и менял все вокруг себя. Старые ценности возвращались, а только что существовавшие уходили в далекое прошлое.

Порой только один предмет мебели: покрывало на диване, стилизованный светильник или небольшая статуэтка, но на видном месте способны совершенно изменить стиль обстановки.

В истории интерьера мы можем заметить одну интересную особенность. То, что традиции античности тесно вплелись в культуру Запада – неудивительно. Однако интересно, что современный дизайн интерьера до сих пор черпает идеи в другой древней цивилизации – восточной – в культуре устройства жилища Древнего Египта.

Стиль Древнего Египта.

Обаяние атмосферы Древнего Египта и сейчас продолжают волновать умы многих дизайнеров интерьера. Это по праву первый из стилей мировой культуры.

Если «все дороги ведут в Рим», то начинаются они для западной цивилизации однозначно с Египта. Одна из первых высокоразвитых культур мира – египетская – позволяет нам впервые говорить о каком-то развитом стиле. Египетский стиль к тому же и прародитель почти всех последующих европейских.

Древний Египет – первое в мире государство, где были созданы древнейшие в истории памятники архитектуры, – возникло искусство декора, а быт стал предметом внимания и украшения.

Уже с самой глубокой древности в Египте стали разрабатывать медные рудники, производить сложные изделия: иголки, проволоку, украшения, посуду. Здесь создавались сложные оросительные системы, достигло совершенства строительство из кирпича-сырца: египтяне первыми научились возводить кирпичный свод, изобрели водопровод и даже создали систему обогрева полов в виде керамических труб, в который подавался теплый воздух от горящего во дворе дома костра. Посуду производили из глины особого состава – египетского фаянса. В Египте же изобрели папирус. В отделке украшений впервые в Египте стали использовать природные камни – бирюзу и малахит с Синайского полуострова, лазурит, поставлявшийся посредством обмена с азиатскими племенами. Ювелирное производство, огранка ценных камней также возникли в Древнем Египте. В домашнем обиходе древних египтян были широко распространены изделия из слоновой кости.

Раскопки английского ученого Г. Картера в Долине царей в Египте в 1922 г. дали много интересных материалов о быте и искусстве Египта XIV века до н. э. Ученый обнаружил гробницу фараона Тутанхамона, относящуюся к 1350 г. до н. э., почти не расхищенную древними грабителями и сохранившуюся в первоначальном виде. Картер считал, что воры унесли около шестидесяти процентов хранившихся в сокровищнице драгоценностей. Раскопки продолжались десять лет. Как пишет доктор исторических наук И. Кацнельсон: «Здесь нет никакой возможности не то что описать, даже перечислить сотни и сотни предметов, обнаруженных в гробнице. Многие из них никогда не попадались археологам и были известны лишь по изображениям на фресках или на рельефах. Достаточно сказать, что под экспозицию предметов из гробницы Тутанхамона в Каирском музее отведено тринадцать залов. Примечателен кинжал, клинок которого сделан из железа: это был один из наиболее древних железных предметов, обнаруженных в Египте. Ценность его доказывается хотя бы тем, что кинжал положили в гроб фараона. Академик Б. Б. Пиотровский, который

изучал орнаментальные украшения рукоятки и ножен, предложил не без оснований гипотезу: кинжал изготовили малоазийские или сирийские мастера, которые жили в долине Нила» [42].

Гробница, состоявшая из нескольких помещений, украшалась росписями со сценами из жизни фараона, в нее помешали множество бытовых предметов, созданных руками египетских ремесленников.

Экспедиция Картера обнаружила изделия из золота, кости, стекла, украшенные драгоценными камнями и отличающиеся высокими художественными достоинствами. На большинстве предметов изображен Тутанхамон. Интересен характер изображений: почти всю плоскость занимает фигура фараона, а по сторонам в несколько ярусов помещены небольшие фигурки воинов и рабов. Этим художники подчеркивали превосходство фараона над окружающими.

Среди найденных здесь предметов есть стул фараона, верхняя часть спинки которого украшена накладкой из золотого крылатого солнца – знака бога Ра. Интересен также и двойной деревянный ковчег для хранения культовых реликвий. Весь вызолоченный и покрытый росписью, ковчег имеет четырехугольную форму, он укреплен на полозьях. По сторонам стоят на страже четыре вырезанные из дерева обнаженные фигуры богинь. Верхняя часть ковчега украшена богатым карнизом из ряда священных змей со знаками бога Ра над головами. Кроме мебели, в гробнице Тутанхамона найдено также большое количество деревянных культовых колесниц, очень интересных по конструкции и исполнению. На плечи и лицо мумии была надета маска из кованого золота, инкрустированная лазуритом, сердоликом, цветным стеклом. Тутанхамон изображен в облике владыки подземного царства – бога Осириса. Черты молодого фараона, несмотря на некоторую идеализацию, переданы с необыкновенным реализмом.

Поразительно, сколько великолепных произведений успели создать древние мастера за девять лет правления молодого царя. Произведения безвестных резчиков, скульпторов, живописцев и ювелиров дошли до нас через тридцать три века и ныне в XXI веке доставляют нам подлинное эстетическое наслаждение.

В оформлении убранства домов знати широко использовалось золото, из него изготовлялись обшивки, скульптура, украшения, посуда, золото применяли и в инкрустации. С серебром египтяне обходились бережно. Так же довольно рано здесь появились меха и шерсть, привозимые из североэфиопских экспедиций. С усовершенствованием ткацкого станка, что позволило делать плотно тоньше и значительно шире, в убранстве жилищ появились драпировки. А с появлением бронзы интерьер стали украшать коваными изделиями.

В столярном производстве, которое в Древнем Египте было очень развито, использовалось черное эфиопское дерево. Древнейшие из известных нам образцов египетской мебели были найдены в царских погребениях. Это ларцы и шкатулки черного дерева, инкрустированные слоновой костью, зеленым и синим малахитом, бирюзой и лазуритом, табуреты с ножками в виде копыт животных, вырезанных из целых слоновьих клыков.

Рубанка у египетских мастеров еще не было, и токарного дела они не знали. Поэтому дефекты сборки скрывались под толстым слоем краски-замазки, на которую уже сверху наносились расцветки «повеселее». Египтяне знали уже технику фанерования, когда дешевую древесину облицовывают пластинками из более благородных пород (правда, не такими тонкими, как фанера). Особенно богатую мебель украшали слоновой костью, перламутром и даже золотыми накладками. Мебель разрисовывалась обычно цветным орнаментом, иероглифическим письмом и символическими элементами (солнечный диск, священный жук скарабей, коршун, пальма, папирус и др.). Краски были яркими, но с ограниченной гаммой цветов, которые никогда не смешивались.

Несмотря на обычай сидеть на земле, именно египтяне первыми создали мебель для сиденья. В основном это низкие скамеечки и стулья. Здесь возник и прототип первого складного стула.

Благоразумные египтяне также одними из первых отказались спать на холодном грязном полу и создали ложе.

Итак, огромное место в интерьере древнего египтянина занимала мебель. Среди древнеегипетских богатых «гарнитуров» известны древние кровати, стулья с ножками, изображающими львиные лапы или копыта быков, причем передние и задние ножки мебели были сделаны соответственно в форме передних и задних ног животного. Богато украшенные кресла и троны мастера Древнего Египта снабжали подлокотниками в виде идущих львов, а их спинки покрывали резьбой, накладками из золота и эмалью.

Мебель, ларцы, сундуки в большинстве окрашивались белой краской, служившей фоном для дальнейших украшений.

В строгий симметричный интерьер древнеегипетского дома гармонично вписывались изящные статуэтки божественных животных, хотя их назначение было не эстетическое, а культовое. Чаще всего это были статуэтки бога Анубиса в виде лежащего шакала или черной собаки, богини Бает – кошки и бога Бэса, напоминающие маленького карлика с львиной гривой.

В настоящее время египетские мотивы используются в современных декоративных тканях, обоях, керамической плитке, посуде. Неотъемлемой частью украшения древнеегипетского интерьера можно назвать всевозможные плетенки и циновки из трав, стеблей папируса и тростника. Если обзавестись такими предметами и несколькими соответствующими деталями (статуэтками или вазами), этот стиль вполне можно передать в современном интерьере.

Можно воспользоваться и этим рецептом для украшения интерьера или экстерьера.

Стиль Древней Греции.

Культура Древней Греции стала отправным пунктом всей европейской цивилизации. Созданный греками ордер «подпирает» всю последующую архитектуру Европы. Средневековье, отрицая языческую культуру, все же многое позаимствовала у нее.

Как на острове Крит, так и в материковой Греции, начиная уже с III тысячелетия до н. э. дома простых людей строились из сырцового (высушенного на солнце) кирпича, часто на каменном фундаменте.

Древний грек был, прежде всего, существом общественным (полисным). Поэтому долгое время роскошью в Греции могли отличаться только общественные здания (в первую очередь храмы). Частные жилища даже у богачей были лишены элементарных удобств. В суровой Спарте запрещалось даже использовать рубанок, чтобы спартанские воины не изнежились на удобной мебели.

Лишь после войн с персами запросы греков начинают расти, и появляются красивые богатые дома. Только теперь (наконец-то обнесенный каменным забором!) дом мог считаться «своей крепостью». Окна же, выходящие на улицу, появились довольно поздно.

Дом, в отличие от дворика, был темным. В жилые помещения свет проникал только сквозь небольшие окошки, размещенные под потолком, а вечером всегда зажигалось большое количество масляных светильников. Чаще всего светильники изготовлялись из глины, реже из бронзы или другого металла.

Форма светильника была проста: небольшая плошка с ручкой, но и сейчас она все еще популярна. Для освещения дворика в вечернее время чаще всего использовались масляные факелы.

Оштукатуривая стены, а затем расписывая их разноцветными узорами, мы, сами того не зная, соблюдаем древнегреческую традицию фресковой живописи. Предпочтение древние греки всегда отдавали орнаменту в виде изломанной линии, геометрическим фигурам, переплетениям ветвей и трав.

Гармоничность убранства комнаты, как правило, воплощалась в рациональности, простоте и естественности. Стилизация, прежде всего, касалась цветового решения, которая максимально соответствовала краскам природы.

Для эллинской культуры было характерно преобладание желтого, красного и черного цветов. Для стен всегда выбиралось желтое убранство – цвет глины, которая в разных местностях имела свой оттенок.

Полы во всех, даже в жилых, комнатах украшались мозаикой из ракушек, мелких керамических плиток или гальки. Наверняка и использование мозаики в быту пошло именно отсюда. Основная палитра красок всегда оставалась естественной, приближенной к природе.

А теперь поговорим о предметном наполнении античного дома. Немногочисленная мебель отличалась выветренностью пропорций и элегантностью исполнения. То, как она выглядела, мы можем представить себе по изображениям на греческих расписных вазах. Грекам хорошо была известна слоновая кость. Этот ценный материал применялся для украшения мебели и других предметов домашней утвари: ларцов, шкатулок и т. д.

Мебель в Греции делали из дерева, бронзы и мрамора. Подлинных образцов деревянной мебели не сохранилось. Правда, мебели даже в богатых домах было немного. Наиболее разнообразна была мебель для сиденья. Из Египта «приходит» складной табурет на Х-образной опоре.

В V веке до н. э., считающемся золотым веком всех искусств Греции, в формах мебели произошли некоторые изменения в сторону их улучшения и придания им большего изящества. У греков-столяров наконец-то появляется в обиходе рубанок и токарный станок, что тут же отразилось на качестве деревообработки. Греки, судя по всему, освоили и гнутье древесины с помощью пара – способ, переоткрытый европейцами вновь только в XIX веке! Реализм и простота греков в сочетании с развитым художественным вкусом привела к появлению элегантной и комфортной мебели.

Вообще на стульях и тронах греки находились не столь часто, как мы. Есть, читать, писать они предпочитали в полулежащем состоянии на специальных ложах (клине), которые покрывали яркими пушистыми тканями с изысканными узорами.

А вот комодов или платяных шкафов греки не знали. Поэтому наиболее употребительным и важнейшим типом домашней мебели был ларь – особого вида ящик для хранения различных вещей. Стенки таких ларей (и саркофагов) покрыта росписью разных цветов. По яркому синему фону изображаются меандры, пальметты и другие мотивы греческого орнамента. Кроме ларей, в обиходе древних греков были также «писты» – большие, цилиндрической формы банки, делавшиеся из бронзы. Из бронзы же делались курительницы – «трилигатерии», канделябры и треножники.

Большинство мебели было цветной. Для орнамента, кроме растительных мотивов, наиболее характерен широко всем известный меандр: ряд линий ломаных под прямым углом. Орнаментика всегда была для греков чисто декоративной и не имела такого символического культового значения, как у тех же египтян.

Греки различали покрывала для мебели и настенные драпировки. Узорчатые ткани могли висеть вдоль стен свободно или в складку. Иногда их вешали в несколько слоев, каждый из которых имел свой цвет. Для драпировок в Древней Греции применяли шерсть и сукно, обычно ярких цветов, предпочтение отдавалось зеленому, шафрановому, золотому, оттенкам фиолетового. Величественное, спокойное, строгое и при этом

никак не скучное, и скорее смелое сочетание цветов, – готовый рецепт цветового решения современного интерьера (но для непрозрачных материалов, какие и использовались в ту далекую эпоху).

Узоры на тканях были обычно вытканы, но присутствовала и вышивка. Мотивы орнамента имели природное происхождение и перекликались с теми, что украшали капители, карнизы и вазы: листья аканфа, меандр, пальметты. Это создавало целостность всего предметного наполнения (или, говоря современным языком, дизайна) античного дома, о какой в наши дни остается лишь мечтать.

Высокого расцвета в Греции достигла керамика. Вазы были разнообразны по форме и покрывались художественной росписью, использовались для хранения вина и масла, благовоний, воды. Роспись ваз выполнялась в сложной технике в виде орнаментов, мифологических сюжетов, бытовых сцен. Вазы делались и из серебра, украшались рельефными изображениями.

Из Древней Греции ведут свое происхождение смеющиеся маски, современные дверные ручки в виде головы животного с кольцом в пасти. Но их использование отнюдь не ограничивалось декоративными функциями – люди верили в то, что они охраняют дом от злых духов и помогают справиться с болезнями.

Стиль Древнего Рима.

Стремление к пышности и парадности было присуще и архитектуре, и скульптуре, и обустройству богатого дома в эпоху Древнего Рима.

При этом все было направлено на то, чтобы сделать дом максимально удобным и красивым. Он всегда огораживал древнего римлянина от вторжений в его частную жизнь. Поэтому стены, выходящие наружу, преимущественно были глухими, без единого окна. Зато внутри римляне давали свободу своей фантазии. Здесь в изобилии присутствовала настенная фресковая роспись.

В Древнем Риме архитектура была ведущим видом искусства. В отличие от Греции, где главным был храм, в римской архитектуре основное место занимали сооружения, воплощавшие идеи могущества римского государства, а в последствии и императора: форумы, триумфальные арки, амфитеатры. Римский театр, в отличие от греческого, – это отдельное здание, впервые в нем строится сцена. Одной из вершин римской архитектуры является амфитеатр Колизей, вмещавший 50000 зрителей, предназначался он для гладиаторских боев. Римские императоры строили дома в соответствии с личными вкусами и капризами. Например, Нерон построил «Золотой дом» – огромный дворцовый комплекс в центре Рима, внутреннее убранство которого было отделано золотом, перламутром, драгоценными камнями, потолки были обшиты слоновой костью и могли вращаться, при этом с них сыпались живые цветы.

Конечно, дома римских патрициев (родовой знати) выглядели не столь помпезно, как у императора, однако были значительно более представительными (репрезентативными), чем греческие. Ибо здесь хозяин принимал своих клиентов и не хотел «ударить в грязь лицом». Дом украшали скульптура (бюсты, статуи, гермы с портретами философов), фонтаны, цветники, мозаика на стенах или полах.

Дом переходил от хозяина к хозяину, оставаясь неизменным в течение многих лет. Единственное, что постоянно менялось в атриуме, – это количество бюстов предков, которые ставились в специально сделанную для этого нишу в стене.

Как и у греков, у римлян были популярны настенные росписи, которые создавали иллюзию расширения внутреннего пространства для тесных комнат. Археологи, делавшие раскопки, даже стали называть здания по сюжету фресок, связанному с личностью владельца. Конечно, мы не призываем расписывать стены картинами из профессиональной деятельности хозяев. Но, может быть, стоит поискать в своей жизни какую-нибудь тему или идею и воплотить ее в стиле дома.

Технология римской настенной живописи была довольно сложной и состояла из многих этапов. Предполагается, что после нанесения многослойной грунтовки, заключающей в себе истолченный в порошок мрамор, роспись делали с помощью комбинирования пигментов, приготовленных на воске и яйце. Затем шла полировка шерстью, после чего шелковой кистью наносился расплавленный с растительным маслом пунический воск. Вслед за этим к стенам подносили раскаленные угли из чернильного ореха и снова разглаживали и полировали поверхность чистым полотном.

Однако римляне покрывали стены своих домов не только росписью. Их облицовывали мрамором, иногда гранитом. В I веке н. э. особенно популярным стал такой вид декора, как мозаика. Она могла украшать и пол, и потолок, и даже колонны. Существовал также особый жанр мозаики, называемый *эмблемата.* Это были изделия особенной красоты и тщательности исполнения, предназначенные для неспешного разглядывания. Часто они покупались как станковые произведения и включались в разнообразные декоративные схемы.

Наиболее впечатляющий предмет такого рода – мозаика, изображающая битву Александра Македонского с царем Дарием, – был найден в Помпеях в доме «Фавна».

Виллы римлян отличались роскошным убранством, применением мрамора и ценных пород дерева. Стены украшались сложной живописью, имитирующей колонны – так называемый архитектурный стиль. Культура завоеванных народов влияет и на римскую орнаментику. Кроме традиционных симметричных комбинаций цветов и листьев, используются символические фигуры орлов, львов, сфинксов. Правда, они не носили столь серьезного (как у народов Востока) содержания, и именно у римлян мы впервые в истории сталкиваемся с осознанной стилизацией.

На образование стиля древнеримской мебели также большое влияние оказали Греция, Египет и страны Востока, присоединенные завоевателями к Римской империи.

Древние римляне, кроме мебели из дерева, бронзы и мрамора, делали еще и мебель, плетеную из ивовых прутьев. Деревянных образцов до нас не дошло, но декоративных мраморных предметов осталось очень много; сохранились также и предметы обстановки, сделанные из бронзы. Общие формы древнеримской мебели изящны и изысканны, но страдают излишеством украшений. Кресла, например, делались с подлокотниками в виде грифонов, сфинксов, львов. Ножкам придавали форму львиных лап с крыльями, оканчивающихся вверху головой зверя. Деревянная мебель украшалась резьбой, позолотой, инкрустацией из дерева других цветов, эмали, кусочков фаянса, золота и серебра. Существовала также мебель декоративная, неподвижная, делавшаяся из белого или цветного мрамора с мозаичными досками на столах.

Кровати в Древнем Риме были очень похожи на греческие. Остов кровати по большой части делался из дерева и инкрустацией из черепахи, слоновой кости, цветного стекла, а также бронзовыми деталями (головами львов, лошадей). Между стенками остова помещалась решетка из бронзовых прутьев, на которую клался матрац. Ложе имело точеные ножки прямоугольной или изогнутой формы, или в виде лап животных. У ложа простирался «ковер» из кубиков мозаики. Когда в конце республики в моду стали входить круглые столы, ложа стали делать полукруглой формы, и они получили название «сигма».

Столовая доска иногда делалась гладкой, иногда украшалось мозаикой или каменной инкрустацией. Наиболее драгоценными считались столовые доски, сделанные из туи, росшей в Африке, где ствол ее достигал 1,50 м в диаметре; у древних римлян это дерево называлось «цитрус». Известны, например, баснословные суммы, уплаченные Цицероном за доску из такого дерева. Верхние доски, в зависимости от рисунка древесины, разделялись на волнистые, крапчатые, тигровые, с павлиньим пером и т. д. менее состоятельные люди довольствовались фанерованными столовыми досками.

Мебель для сиденья похожа на греческие формы. Особенно распространенными в Римской империи были складной курульный (парадный) стул и удобная, хотя и громоздкая, кафедра – кресло для знати, созданное на основе греческого клисмоса.

Шкафы в жилище были не популярны, ими обставлялись в основном лавки. Вещи хранились в сундуках. Наиболее солидный из них назывался *арка.* Он был полностью обит железом, никогда не передвигался и служил для хранения особо ценных вещей (такой вот «сейф» античности).

Вся древнеримская мебель может быть разбита на две большие группы: а) мебель деревянная, украшенная резьбой, позолотой, инкрустацией из дерева других цветов, эмали, кусочков фаянса, золота и серебра, и б) мебель декоративная, неподвижная, делавшаяся из белого или цветного мрамора с мозаичными досками на столах. Кроме этих двух типов, существовала еще бронзовая мебель, стоявшая ближе к первой группе. Все эти группы мебели имеют общие пропорции и орнаментальные украшения. Формы древнеримской мебели вдохновляли художников позднейших эпох и особенно начала XIX века, когда на почве ее изучения возник стиль *ампир.*

Прикладное искусство достигло в Древнем Риме высокого уровня развития: резные и чеканные золотые и серебряные чаши, сосуды из стекла, оправленного в золото, прекрасные ткани украшали интерьеры домов в Риме.

Римляне славились выделкой меха и кожи, используемых в интерьере. Шелковые ткани ввозились из Китая.

В качестве небольшого ковра римляне использовали шкуры животных, а также кожу. Это не только утепляло полы, но и придавало интерьеру изысканность и величественность. Шкуры и кожи не только стелили на пол, ими иногда обивали стены, – последнее обстоятельство можно учесть при воссоздании духа римского жилья.

Ярким декоративным акцентом в доме были произведения из мозаичного стекла (римляне применяли технику инкрустации разными цветными кусочками). Эффектно смотрелись и сосуды из синеватого или зеленоватого стекла – чаши, кубки, вазы в форме виноградной кисти, человеческих фигур, птиц, рыб, животных. Особым изяществом отличались стеклянные объемы, вдуваемые в стеклянные или серебряные ажурные футляры (так называемое кельнское стекло). Все эти изделия украшались гравировкой, золочением или росписью, имитирующей «двухслойное стекло» и придающей предметам сходство со знаменитыми римскими камеями (резными камнями).

Римским искусством завершилось искусство античности. Но его достижения воскреснут впоследствии в романском стиле, эпоха классицизма возьмет их за образец, а «наполеоновский» стиль ампир вообще будет нарочитой копией римского стиля.

Рассматривая достижения древних цивилизаций, мы можем только удивляться и восхищаться находчивостью наших далеких предков: столь современным кажутся сегодня их быт и культура. И думается, что европейцы не так уж много изобрели кардинально нового с той поры в сфере дизайна интерьера.

Средневековье.

Интерьер этого времени на первый взгляд может показаться довольно мрачным и угрюмым.

Сквозь маленькие окна в комнаты проникали скудные лучи дневного света. Поэтому для освещения приходилось использовать множество светильников и больших факелов.

Все же ярким примером может служить декоративно-прикладное искусство периода разложения феодализма и образования абсолютистских государств. Дворянству и церкви было необходимо искусство, которое могло бы убедить подданных в богатстве и могуществе короля. В это время строятся пышные

королевские резиденции. В убранстве их принимают участие крупнейшие художники. Так, период становления абсолютизма во Франции в XVII веке связан со строительством Версаля.

Весь интерьер – декоративная резьба на мебели, ткани, драпировки – чаще всего украшался растительным орнаментом. Переплетенные ветви винограда, листья дуба, цветы лилий, части чертополоха, шиповника, остролиста, гороха, табака и хмеля наносятся везде: на стены, потолок, на мебель, на различные украшения и статуэтки.

Цвету обстановки уделялось очень большое внимание. Это и многочисленные витражи, обилие цветного орнамента, мозаичное покрытие полов, мелкая пластика. Яркие цвета, игра красок во многом преображают интерьер средневекового замка, делают его динамичным.

Ткани, привозимые из восточных стран, и шпалеры (тканые ковры, рисунок которых представляет собой органическое сочетание с фоном) закрывали мрачные стены и скрашивали их облик, не только украшая, но и утепляя холодные комнаты. Вешали такие шпалеры не только на стены, но и на окна в виде портьер.

Новая конструкция построения дома – каркасная, – состоящая из двух пересекающихся арок, позволила наполнить естественным светом все пространство дома. Большие окна, которые украшаются своеобразным растительным орнаментом, становились более изящными и привлекательными. Впервые появляются специальные столы-конторки, которые делаются наподобие ларей. Верхняя крышка имитирует пюпитр и украшается резным неглубоким рельефом.

Стулья, кресла и табуреты шлифовались и украшались всевозможной резьбой. Чаще всего здесь использовался орнамент в виде трилистника. Кровать состояла из большого массивного основания, которое устанавливалось на четыре ножки, продолжающиеся в стойки. На эти стойки крепился полог из тяжелых плотных тканей. Немного позже кровати стали делать со спинкой, которая украшалась резьбой.

Стиль эпохи Возрождения.

В эпоху Возрождения человечество снова обратилось к утерянным идеалам античности. Это проявилось, прежде всего, в стремлении к простоте, ясности, жизненности как в архитектуре, скульптуре, живописи, так и в обустройстве собственного жилища.

Растительным или геометрическим орнаментом, стилизованным под античный период, украшались околопотолочная часть стены, сами потолки, а иногда и стены. Из античных стилей была взята и стукковая лепная декорация, которая могла быстро принимать нужную форму, а в застывшем виде напоминала мрамор.

Для декорирования стен чаще всего использовались бархат, парча и тисненая кожа. В таких нишах устанавливали бронзовые статуэтки.

Ножки сундуков для одежды, поставцов, столов, кресел, стульев чаще всего делались в виде лап хищных и диковинных животных. Неотъемлемым атрибутом такой мебели было наличие колонн с античными ордерами.

В отличие от средневековья предметы мебели в эпоху Ренессанса становятся разнообразнее. Так, в моду вошли легкие кресла (которые больше напоминают стулья с подлокотниками); складные стулья, спинки которых украшены мозаикой; и большие тяжелые стулья, сиденья и спинки которых обиваются кожей или яркой парчой.

Стиль барокко.

После простоты в убранстве комнат человечество опять возвращается к изысканности и роскоши. Пластичные формы украшений, витиеватые и сложно переплетенные орнаменты создавали возвышенность и объемность. Этому способствовала и фресковая роспись, обильно украшающая своды потолков и стен.

Достаточно часто для убранства стен используются большие, спускающиеся до пола тканые ковры, на стены вешаются таких же размеров зеркала, украшенные массивной лепниной и позолотой. Орнамент состоит из различных переплетающихся ветвей, больших листьев, крупных цветов. Переплетения становятся все более витиеватыми, замысловатыми, все более сложными. Здесь уже почти не встречаются прямые линии.

Небольшие панно в то далекое время украшали пространство над дверью. Это так называемые десюдепорты, которые представляли собой горизонтально расположенные сюжетные картинки.

Для украшения мебели достаточно часто применяется резьба по дереву.

Изменения коснулись и самих столов. Кроме больших, трапезных, появляются и специальные консольные столы, которые устанавливаются у стен. Чаще всего они предназначены для часов, шкатулок, канделябров и прочей мелочи, которая украшает интерьер.

Не менее изящными были шкафы на шарообразных ножках, с мощными карнизами и картушами, множеством всевозможных ящиков и ящичков. Их уникальность достигалась за счет множественных украшений в виде рельефа из бронзовых фигурок, масок и пальметок, которые в основном располагаются в определенной геометрической последовательности.

Барокко характеризуется четким разграничением стилистики комнат. Для каждой из них специально подбирается мебель, каждая из них выполняет определенную функцию. Так, например, в интерьере кабинета обязательно должны присутствовать письменный стол, шкафы для книг и бюро. Иногда такой интерьер украшается большим глобусом или развешанными на стенах картами.

Спальня, кроме своей функции опочивальни, выполняет также роль гостиной. Здесь зачастую принимают гостей. Характерно наличие балдахина над кроватью, но более изысканной формы, чем в предыдущую эпоху.

Стиль рококо.

Помещения не всегда выдерживались в одной цветовой гамме и обустраивались с учетом наклонностей хозяина и его рода занятий. Порой возникает некоторое противоречие в интерьере целого дома, но именно смена декораций позволяет настроится на работу, на отдых и на развлечения. Внутри дом всегда украшается настенной живописью, достаточно часто встречается и роспись потолков, продолжающая сюжетную линию стен. Конусообразный или овальный свод отделяется орнаментом, однако более легким, чем в барокко.

Стены помещений украшаются не фресками, а шпалерами с диковинными узорами – безворсовыми коврами, вытканными шелком или шерстью.

Особой популярностью пользуются светлые тона, приглушенные и забеленные красками, полутона. Множество зеркал, встроенных в стену, развешанных над каминами или над столиками, обрамляются легкими овальными рамами из гипса или фарфора. Для этого периода характерно увлечение зеркалами и портретами.

Мебель всегда знает свое место в интерьере и полностью ему подчинена. Для рококо характерной становится округленная, изысканная и обильно украшенная мебель. Здесь присутствует целая смесь

характерных для других стилей черт: богатая резьба барокко и раскраска пастельными тонами отдельных деталей мебели, простота конструкций средневековья, отделка ножек в виде лап животных и золотая отделка в духе римского стиля.

Для освещения комнат используется множество настенных канделябров для свечей в виде статуэток и небольших сюжетных композиций. В большинстве случаев, чтобы усилить освещение комнаты, светильники размещаются либо напротив зеркал, либо рядом с ними. Они изготавливаются из фарфора, стукко, металла или фаянса, которые после отделки становятся блестящими и сами отражают колеблющееся пламя свечи.

Композиция из множества свеч в металлических или фарфоровых подсвечниках, расположенных поблизости от зеркала, даже если оно старовато и потемнело, внесет в интерьер колорит рококо.

Посуда тоже становится тонкой и изящной. Да и стекло здесь немного облагораживается. Статуэтки и сюжетные миниатюры из стекла, которые устанавливаются на консольные столы, украшают интерьер. Структура стекла позволяет не только играть бликами свечного пламени, но и заставляет статуэтку оживать, «двигаться» в отблесках пламени.

Более чем в другие времена ценится хрусталь. Из серебряной посуды остаются только дутые чайники и вытянутые кофейники с ребристой поверхностью.

Стиль используется дизайнерами в коттеджах, архитектура которых обычно соответствует такому интерьеру.

Стиль классицизма.

Классицизм, пришедший на смену барокко и рококо, опять выдвигает на первый план традиции античности, идеалы простоты и рациональности.

Большинство деталей, заимствованных из античности, скорее играли чисто декоративную роль, а не эстетическую, как раньше. Среди «возрожденных» большое место занимают ордера, декоративный орнамент и скульптурные композиции. Стены, потолки и полы не так изобилуют орнаментальными деталями, которые присутствуют в отделке мебели и украшений интерьера. Мебель становится менее массивной, более изящной, предпочтение отдается тем же прямолинейным и симметричным линиям, которые присутствуют в интерьере. Легкость мебели подчеркивается и небольшими вставками из фарфора и позолоты. Нередко все это украшается изящной утонченной резьбой и эмалевой росписью.

Достаточно легкими были не только стулья, но и комоды, секретеры, туалетные столики, которые дополнялись большими зеркалами. Ножки различных кушеток, диванов, столиков для цветов и игры в карты становятся более изящными, чуть изогнутых форм. Искусство интерьера в основном опиралось на использование каких-то отдельных деталей, например на роспись и форму посуды и украшений.

Фаянс занимал главенствующее место. Из других материалов популярными были богемское стекло, фарфор, полудрагоценные камни, из которых делаются вазы, имитирующие греческие амфоры или стеклянные сосуды в ажурных чехлах.

В России особой роскошью отличался быт русского двора в период царствования Елизаветы Петровны и Екатерины II. Загородные резиденции – Царское Село и Петергоф – поражают пышностью и великолепием убранства и являются подлинными сокровищницами декоративно-прикладного искусства.

Дворцы эти представляют собой синтез архитектуры, изобразительного и декоративно-прикладного искусства. В парадных помещениях нет случайных вещей. Резьба и роспись плафонов, мозаика паркета, картины, скульптура и мебель связаны не только содержанием, но и единым стилевым решением. Названия отдельных помещений Екатерининского дворца в Царском Селе яркое тому свидетельство – Зеленая

столовая, Китайская голубая гостиная, Янтарная комната. Обязательно обратите внимание на Парадную лестницу и Большой зал дворца.

Парадная лестница, благодаря темно-красным коврам и такого же цвета драпировкам на окнах, резным золоченым украшениям на белых стенах и нарядным фарфоровым вазам, выглядит пышной и торжественной. По ней входили во дворец иностранные послы и гости. Далее они попадали в анфиладу (длинный сквозной ряд комнат в общественных зданиях, дворцах). Сквозь раскрытые двери анфилады видна великолепная резная золоченая мебель, украшения на стенах и потолке, паркеты из дорогих пород дерева. Обивку мебели повторяют затянутые шелком стены. Вазы (малахитовые, янтарные, фарфоровые) украшают залы. Великолепные хрустальные люстры и жирондоли переливаются всеми цветами радуги, отражая солнечный свет, обильно вливающийся в залы сквозь высокие окна.

Через анфиладу гости попадали в Большой зал – главное парадное помещение дворца. Это самый огромный по размеру зал дворца, достигающий восьмидесяти метров в длину. С двух сторон он освещается двадцатью двухъярусными окнами. В простенках помещены зеркала в резных золоченых рамах.

Множество золоченой резьбы и скульптуры, расписной плафон, зеркала, в которых отражалось более шестисот свечей, создавали грандиозное и почти фантастическое зрелище, произведя на представителей других держав ошеломляющее впечатление. Слава о русском дворе как самом богатом и могущественном разносилась иностранными послами по всему свету.

Создателями этого великолепия были замечательные русские мастера Петербурга, Москвы и других городов России, работавшие по эскизам лучших архитекторов, скульпторов, живописцев. Содружество художников разных профилей и мастеров-исполнителей было плодотворным для русского декоративно-прикладного искусства XVIII и первой половины XIX века. В это время были созданы наиболее интересные памятники, в которых со всей полнотой проявился синтез архитектуры, изобразительного и декоративно-прикладного искусства. В последствии такого идейного и стилистического единства русское искусство достигнуть уже не могло. Это было время наивысшего расцвета всех видов прикладного искусства.

Желание подражать приводит буржуа к необходимости пышно обставить свой дом внутри. В особняк попадают самые дорогие и уникальные вещи, но они не составляют ансамбля, потому что нарушен принцип красоты и целесообразности. Глядя на этот интерьер, невольно вспоминаешь, что говорили в таких случаях древние греки: «Он сделал богато, так как не смог сделать красиво».

Безвкусица, проникшая в богатые особняки буржуа, распространилась повсеместно.

Стремление к созданию внешнего великолепия приводит к подделке. В этот период перестают ценить материал. Если раньше при создании произведения декоративно-прикладного искусства стремились как возможно полнее и всесторонне показать красоту и декоративные возможности материала, то в XIX веке делают подделку – фарфора под малахит, обыкновенного металла под золото, стекла под драгоценные камни.

Ампир.

Ампир (от французского empire – империя), стиль империи Наполеона Бонапарта, сформировался в период его триумфа и победоносных сражений.

Стиль ампир особенно ярко воплотился в архитектуре, изобразительном и декоративно-прикладном искусстве первой трети XIX века, завершивший развитие классицизма. Ампир с его стремлением к величию и грандиозности, героике и торжественности наиболее ярко выразил себя в основном в архитектуре и скульптуре. Скульптура ампира представлена именами итальянца А. Кановы и датчанина Б. Торвальдсена.

В отличие от Франции, где стиль воплотился в основном в украшении дворцовых интерьеров и декоративно-прикладном искусстве, в России на первый план вышли градостроительные задачи, которые решались с небывалым размахом и масштабностью; возводились прежде всего общественные здания. Грандиозные ансамбли, созданные в Санкт-Петербурге, одухотворены патриотическим пафосом, охватившим русское общество после победы в Отечественной войне 1812 года. Для них характерны незыблемая мощь и величие, предельный лаконизм и строгость, тяжеловесная торжественность форм. Архитектурный ансамбль центральной части Санкт-Петербурга, окончательно сложившийся в эпоху ампира, включен в список Памятников Всемирного наследия ЮНЕСКО.

В эпоху ампира переживает расцвет монументальная скульптура. Большие плоскости гладких стен создавали эффектный фон для скульптурного декора (статуарные группы перед портиком Горного института в Санкт-Петербурге: «Геракл и Антей» С. С. Пименова, «Похищение Прозерпины» В. И. Демут-Малиновского, обе – 1809–11 гг.; памятники М. И. Кутузову и М. Б. Барклаю-де-Толли Б. И. Орловского перед Казанским собором) и т. д.

Ампирные мотивы получили широкое распространение в декоративно-прикладном искусстве. В орнаментах особенно часто используется римская символика и военные атрибуты: венки, факелы, доспехи, жертвенники в виде треножников.

Среди драгоценностей тех лет особенно эффектны были диадемы. Прекрасны были бриллиантовые диадемы, но не менее хороши и более скромные украшения, оформленные в виде золотых лавровых венков либо венков из колосьев или дубовых листьев.

Торжество ампира было непродолжительным, практически оно закончилось вместе с падением империи Наполеона. После 1815 года в общественной жизни Европы появились новые идеалы и новые настроения, которые стали основой для развития в искусстве и литературе мощного художественного направления – *романтизма.*

Романтизм и историзм.

Крушение могущественной империи Наполеона вызвало в Европе небывалый подъем общественного самосознания, обострившего стремление к личной и гражданской свободе и подтолкнувший к поискам новых идеалов. На этой волне к 30-м годам XIX века в европейской культуре сформировалось новое направление, которое получило название романтизм.

По мнению некоторых специалистов, первоначально романтизм был ориентирован на идеализацию искусства Древнего Рима, что и определило его название.

После наполеоновских войн волна романтических настроений прокатилась по всей Европе, и на этом фоне сформировался первый из неостилей XIX века – неоготика. Вслед за неоготикой, а порою и одновременно с ней, образцом для подражания становилось искусство других исторических эпох. Это увлечение породило целую череду неостилей – неорококо (или второе рококо), второй ампир, неоренессанс, необарокко, третье рококо, неоклассицизм. Увлечения тем или иным стилем возникали и сменяли друг друга так быстро, что зачастую неостили смешивались и, приобретя новые качества, лишь отдаленно напоминали свой первоисточник. Не удивительно, что картина стилистики произведений ювелиров и художественного литья того времени была на редкость разнообразна и живописна.

Время возникновения и периоды расцвета тех или других неостилей в разных странах Европы порою не совпадали, так же как и названия неостилей. К примеру, во Франции неорококо 1830–1840-х годов именуют «стилем Луи-Филиппа», а в Англии – «ранним викторианским стилем» и т. д. В России для обозначения искусства середины и второй половины XIX века было введено общее понятие – *историзм*,

поскольку определяющие его стили сориентированы на исторические прототипы и интерпретацию искусства прошлого.

В ювелирных украшениях нашли отражения все неостили эпохи историзма. Неоготический стиль способствовал появлению множества имитаций старинных изделий эпохи Средневековья и вызвал интерес к украшениям из чугуна (цепочки, браслеты, медальоны). Мода на них, как и сам стиль, пришла в континентальную Европу из Англии, где в это время романтика Средневековья владела умами писателей, художников, архитекторов.

Распространение в середине века стиля неоренессанс, основоположником которого считается друг Виктора Гюго, известный парижский ювелир Франсуа-Дезире Фроман-Мёрис, способствовало популярности украшений с объемными деталями в виде сфинксов на концах браслетов, миниатюрных фигурок-статуй на булавках для пик туков и других изделий с рельефными деталями, типа тех, что изготавливали ювелиры в XV–XVI веках, и ферроньерок – налобных украшений, подобных тем, которые носили итальянки во времена Леонардо да Винчи, а также привело к широкому использованию эмалей.

Неогреческий стиль, сформировавшийся в конце 1860-х годов, привнес в ювелирное искусство мотивы и орнаментику греческих и этрусских украшений. Камеи, мозаики, гравированный меандр, акант, пальметты – все эти и другие приметы античного искусства, а затем и стиля классицизм, вновь появились в кольцах, ожерельях, браслетах, брошах.

С большим мастерством ювелиры создавали драгоценные украшения с изображениями лебедей, орлов, ящериц, всевозможных насекомых. При воспроизведении природных мотивов они стремились быть предельно точными в передаче натуры, умело подбирая колорит камней и не допуская вольностей в рисунке. Тема «драгоценной флористики и анималистики», впервые так ярко и выразительно прозвучавшая в искусстве второй половины XIX века, сохранила свою актуальность и в последующее время, вплоть до наших дней.

Нельзя не отметить и «русский стиль», сложившийся в эту эпоху в России и существовавший одновременно с неостилями, пришедшими из Западной Европы. Ранний этап его развития принято определять как «русско-византийский», поздний – как «неорусский».

В основе стиля лежало романтическое стремление возродить исконно русскую культуру, которое в значительной мере определило развитие архитектуры, живописи, прикладного искусства, музыки того времени. В ювелирном деле обращение к историческим корням – к древнерусскому искусству XVII века – порою выливалось в стилизацию старинных форм и декора. Однако ряду ювелирных фирм удалось создать выразительные произведения, вполне отвечавшие патриотическим настроениям своего времени и пользовавшиеся неизменным успехом на международных выставках. Их техническое исполнение до сих пор вызывает восхищение. В XIX веке «русский стиль» в большей степени отразился на развитии таких видов ювелирного искусства, как предметы православного культа, интерьерные декоративные композиции и предметы сервировки стола, а на художественное решение ювелирных украшений он оказал значительно меньшее влияние. Тем не менее присущие этому стилю черты можно увидеть в украшениях конца XX столетия, когда в России начался процесс возрождения традиций русского ювелирного искусства.

Довольно часто в произведениях эпохи историзма, которую некоторые исследователи пренебрежительно окрестили периодом *эклектики*, усматривают только искаженные черты «чистых» стилей предыдущих эпох. Но при всей справедливости подобных воззрений нельзя не отметить, что художники и ювелиры того времени создали обширный арсенал форм, видов декора и технических приемов, оказавшийся востребованным и спустя многие десятилетия и в значительной степени определивший творчество мастеров всех последующих поколений.

Особенно впечатляют технические достижения в художественном литье и ювелирном деле второй половины XIX века. К их числу можно отнести создание новых сплавов металлов и способов огранки камней, использование гальванического золочения и серебрения, применение платины и полихромного золота, возрождение и совершенствование разнообразных технологий ювелирной эмали. Наконец, не следует забывать о механизации изготовления изделий, позволившей ускорить и удешевить производство.

Эпоха историзма оставила в истории русского ювелирного искусства много замечательных имен. Особенно яркий след в искусстве создания украшений оставили ювелиры семьи Болин, Леопольд Зефтиген и классик историзма в ювелирном творчестве, несравненный Карл Фаберже.

Однако метод создания новых произведений путем заимствования и смешения элементов разных стилей, использовавшийся в искусстве эпохи историзма, должен был рано или поздно себя исчерпать. Уже в 1880-е годы этот метод стал подвергаться критике в среде художественной интеллигенции и начали формироваться общества, ратовавшие за движение к новому искусству. Интенсивные поиски оригинальных выразительных средств увенчались успехом, и в конце 1880-х годов развитие искусства пошло по новому пути, который определялся новым художественным стилем – *модерном.*

Модерн.

Модерн (франц. moderne – новейший, современный), принятое в России название стилевого направления в европейском и американском искусстве конца XIX – начало XX века (во Франции – «ар нуво», в Германии – «югендстиль», в Италии – «либерти» и др.). Модерн был тесно связан с поэтикой символизма. Стиль проявился прежде всего в зодчестве, художественном литье и прикладных видах искусства (мебель, ткани, ювелирные изделия, посуда и т. д.).

Ища вдохновения в мире чудес и сказочных фантазий, мастера модерна направили творческую энергию в те сферы, которые раньше не были затронуты высоким искусством, и прежде всего в создание самых будничных, повседневных предметов обихода. Для них не существовало мелочей; предметы быта перестали восприниматься только как утилитарные, превратившись в такой же объект эстетического восприятия, как картины и скульптуры. Художники стремились пересоздать по законам красоты всю жизненную среду человека: от ложки, пуговицы, дверной ручки до интерьера и архитектурного облика здания в целом. Поэтому, несмотря на свою недолговечность (всего 15–20 лет), модерн стал целой эпохой в истории культуры, внедрившись в быт не только элиты, но и широких слоев общества.

Теоретический фундамент модерна был заложен в Англии трудами Дж. Рёскина и У. Морриса, выдвинувшими утопическую идею преобразования жизни по законам красоты. Эта идея была с воодушевлением воспринята деятелями культуры разных стран (О. Редон, М. Дени, М. Клингер, Ф. Ходлер, М.А. Врубель, В.Э. Борисов-Мусатов, художники объединения «Мир искусства». Созданная У. Моррисом фирма «Моррис и Ко» (1861 г.), а затем мастерские «искусств и ремёсел» начали производить предметы в стиле модерн. Выполненные вручную выдающимися художниками уникальные изделия должны были противостоять обезличенной массовой фабричной продукции. Модерн претендовал на роль наследника всех художественных традиций прошлых эпох, не только Европы, но и Древнего Востока, Африки, Японии.

Однако, в отличие от представителей *эклектики*, мастера модерна не копировали образцы искусства прошлого, а черпали в них мотивы и художественные приемы, которые подвергались свободной интерпретации и становились органичным элементом современного искусства. Синтез всего предшествующего эстетического опыта значительно обогатил художественный язык модерна.

Для модерна характерно обилие и разнообразие орнаментов и стремление превратить природные формы в узор. Любимыми орнаментальными мотивами были волна, цветок, узор павлиньего хвоста, изгиб лебединой шеи и т. и. В России были также популярны изображения обитателей Севера: оленей, белых

медведей, тюленей (панно К. А. Коровина для выставочных павильонов в Нижнем Новгороде, 1886 г., и Париже, 1900 г.). Фигуры и предметы уподоблялись гибким растениям. Длинная, упруго изгибающаяся, охватывающая все изображение неотрывная линия (т. н. «удар бича») стала отличительным признаком произведений в стиле модерн. О. Рёскин утверждал, что подобные линии ассоциируются «с жизнью и организмом», так как они подобны биологическим формам без сочленений и разрывов.

В скульптуре образы становятся более условными и отвлеченными. Пристрастие модерна к живым органическим формам выразилось в стремлении создать ощущение текучей пластической массы, словно находящейся в процессе становления и обретающей законченную форму на глазах у зрителя (О. Роден, А. Майоль, А. Бурдель, А. С. Голубкина). Значительно чаще стали использовать дерево и керамику («Лесная серия» С. Т. Конёнкова, 1907 г.). Мастера модерна часто прибегали к окраске скульптуры. Получила развитие пластика малых форм, предназначенная для украшения интерьера (статуэтки А. Майоля, О. Родена, майоликовые изделия Врубеля и фарфоровые статуэтки К. А. Сомова).

Новый стиль окончательно оформился к началу 90-х годов XIX века. Его появление было встречено с необычайным энтузиазмом. Архитекторы, художники, графики и мастера прикладного искусства сразу увидели его креативные возможности и устремленность в будущее.

Однако претензии основоположников модерна на абсолютную новизну и полное забвение искусства прошлого несколько преувеличены. Новый стиль возник не в одночасье и не на пустом месте. Он складывался из множества тенденций и направлений, среди которых не последнее место занимало и обращение к историческим стилям. На начальном этапе формирования модерна особенно ощутимо влияние готики.

Творчество художников модерна не избежало и влияния искусства других эпох – крито-микенской культуры, своеобразной пластики этрусков, красоты форм и орнаментики кельтских вещей, итальянского маньеризма конца XVI века. Однако в эпоху модерна обращение к искусству прошлого носило принципиально иной характер, чем в предшествовавший период. Оно заключалось не в заимствовании элементов каких-то определенных стилей и воспроизведении исторических образцов, а в синтезе разных культур, обобщении художественного опыта предыдущих поколений.

Заметное влияние на стиль модерн оказало также знакомство Европы со Страной восходящего солнца, которая долгое время была закрыта для европейцев. Утонченное мировосприятие японцев, культ природы, изысканная декоративность костюма и окружающих их вещей, завораживали художников и не могли не овладеть их воображением. Привлекало и умение японцев видеть и ценить красоту, казалось бы, самых простых материалов. Созвучными представлениям того времени о красоте оказались и излюбленные мотивы японского искусства – изображения хризантем и орхидей, волн и скал, обитателей морских глубин и снежных вершин. Интерпретация всех этих мотивов органично вошла в образную систему модерна.

В орнаментальном декоре флорального направления в ювелирном искусстве модерна нашел отражение волшебный и поэтичный мир растений и животных: изумрудные ящерицы и змеи, пестрокрылые стрекозы и бабочки, величавые подсолнухи и камыши, роскошные орхидеи, элегантные ирисы, нежные ландыши, эффектные цикламены и особенно много любимых поэтами «серебряного века» лилий.

Работы ювелиров модерна были столь прекрасны, что, возможно, впервые публика увидела в украшениях не просто драгоценный аксессуар костюма, а подлинное произведение искусства. В 1890-е годы во Франции даже амбициозные представители «высокого искусства» изменили свое отношение к творчеству ювелиров: их произведения начали допускать на выставки Национального общества изящных искусств, в Обществе французских художников открылась секция прикладного искусства, устраивались персональные выставки художников-ювелиров, их изделия стали публиковаться в журналах, закупаться музеями. Искусство

ювелиров модерна получило всеобщее признание на Всемирной выставке, проходившей в Париже в 1900 году.

Лучшим среди ювелиров уже в то время был признан французский художник Рене Лалик, которого считают одним из создателей стиля модерн. Лалик виртуозно владел разнообразными приемами художественной обработки металлов, и в частности техниками эмали. Не случайно современники называли его «ювелиром-поэтом» и «парижским Челлини». Не меньшую славу снискал Рене Лалик как художник по стеклу, которым он увлекся в конце 1900-х годов.

К началу XX века флоральное течение модерна достигло апогея своего развития. И хотя отдельные проявления этого стиля встречались вплоть до 1914 года, формы изделий стали менее изощренными, а волнистые линии заменил геометризированный декор. В архитектуре и произведениях декоративно-прикладного искусства позднего модерна уже прослеживались черты конструктивизма.

Эпоха в конце XIX века привела архитектуру к потере национального, к *эклектике*, заимствованию чужих форм. Эти черты отразились и в русском прикладном искусстве и, в частности, в каслинском литье. Например, столовые кандерябры выполняются то в виде стилизованных в духе рококо стеблей и листьев, то подражают старинным французским стенникам из золоченой бронзы. Одновременное ними отливались в Каслях «ампирные» канделябры. Черты высокого классицизма видны и в стенном канделябре в форме колонки с узорами на кронштейне. Значительная часть мелкого художественного литья, выпускаемого в Каслях в 1900-е годы, Б. В. Павловский пишет: «… испытывает на себе влияние упаднического направления в искусстве – модерна» [98].

В начале XIX века применение механических методов для массового производства металлической утвари для домашнего обихода привело к быстрому упадку ремесленного мастерства. Новая эстетика дизайна машинной продукции еще не была сформулирована; поэтому вместе с возрождением в XIX веке интереса к различным историческим стилям промышленные изделия имитировали произведения художественного ремесла прошлых эпох. Позднее в Англии Уильям Моррис стал инициатором движения «искусства и ремесла», которое отстаивало возврат к рукодельному творчеству, однако оно оказало лишь незначительное влияние на дизайн. На рубеже XIX–XX веков в стиле модерн, использовавшем элементы *различных исторических стилей*, создавались металлические изделия элегантных и утонченных форм, напоминающих живое растение.

Распространению модерна способствовало проведение Всемирных выставок, на которых демонстрировались достижения современных технологий и прикладного искусства. Наибольшую известность стиль модерн получил на Всемирной выставке 1900 года в Париже (см. ниже Каслинский чугунный павильон). После этих лет значение модерна стало угасать.

Л. Тиффани в США был главным представителем модерна в области художественного металла и стекла. Архитектор Л. Салливен создавал детали архитектурного декора сложных и богатых форм в технике литья из железа. Баухауз, школа дизайна в Германии 1920-х годах, оказал наиболее сильное влияние на формирование новой эстетики механизированного производства; согласно этой концепции, внешний вид предметов из металла или других материалов должен выявлять материал и назначение изделия. Дизайн немецких и шведских изделий из серебра, нержавеющей стали и сплавов олова особенно наглядно демонстрирует пластическую красоту и функциональную выразительность этого нового направления в искусстве.

Екатерина Паникаровская пишет: «Черты искателя непроторенных путей, увлеченного романтикой, проявились в творчестве одного из самых загадочных художников XX века – Эрте». *Роман Петрович Тыртов, Ромен де Тиртоф (псевдоним – Эрте; годы жизни: 1892–1990 гг.), работал в стиле модерн.*

Хронологические рамки эпохи модерна очень узки, немногим более двух десятилетий, но значение этого стиля для развития чугунного художественного литья и ювелирного искусства необычайно велико. Соединив традиции Запада и Востока, античности и средневековья, аристократического и фольклорного искусства, обобщив опыт всего предыдущего художественного развития, художники эпохи модерна создали яркое самобытное искусство.

Ар Деко.

Ар деко – фр. «Art Deco» – сокращение от названия выставки «L'Exposition Internationale des Arts Decoratifs et Indu-striels Modernes» – это «Международная выставка современных декоративных и промышленных искусств», которая состоялась в 1925 году в Париже.

Данный стиль получил распространение в 1918–1939 гг. во Франции, Западной Европе и Америке. Стимулом к стремительному развитию послужила парижская выставка 1925 г., где демонстрировались последние достижения дизайна в области архитектуры, проектирования интерьера, мебели, изделий из металла, стекла и керамики. В целом ар деко можно рассматривать как переходный момент от модерна к послевоенному функционализму. Для него характерно сочетание монументальных утяжеленных форм с изощренным украшательством, союз элементов модерна, кубизма и экспрессионизма, а также выразительные особенности технического дизайна. В искусстве сохраняются мотивы Ар Нуво, – извилистые линии, изображение фантастических существ, формы волны, раковины, драконов и павлинов, лебединых шей и томных бледных женщин с распущенными волосами, а также сочетание дорогих и экзотических материалов (слоновая кость, черное – эбеновое дерево, перламутр, бриллианты, шагреневая кожа, «шкурки ящериц» и кожа крокодила). Во всем присутствует устремленность к использованию геометрических форм: прямых углов и линий, окружностей и широких плоскостей чистого цвета.

Интерьеры, оформленные в стиле ар деко, производят впечатление суммы отдельных компонентов – мебели, тканей, изделий из бронзы, стекла, керамики, – нежели единой композиции. Многие из таких интерьеров назывались «павильон коллекционера», «ателье художника». Создавались они с шиком и использовались в украшении фешенебельных отелей, дорогих ресторанов и салонов, поэтому иногда стиль называют «стилем Риц» (англ. Ritz Style).

После открытия в 1922 году гробницы Тутанхамона и последовавшего за этим событием всплеска интереса к Египту ювелирная фирма Дома Картье начала производить красочные украшения, выполненные в «египетском стиле». Среди них – эффектные подвески из пластин нефрита, декорированные алмазами и рубинами, и знаменитая брошь-скарабей из дымчатого кварца с крыльями из голубого фаянса, украшенными бриллиантами. Особенно часто ювелиры стали создавать яркие декоративные изделия после кризиса 1929 года: так они пытались, привлекая внимание покупателей, выстоять в это трудное время.

Таким образом, история Дома Картье наглядно иллюстрирует процесс становления стиля ар деко. Окончательно он сформировался к началу 1920-х годов, а своего апогея достиг к середине десятилетия. Временем его триумфа стала Выставка декоративных искусств и современной промышленности, проходившая в 1925 году в Париже. Собственно, именно на этой выставке стиль получил окончательное признание, а позднее ее сокращенное название – «Ар деко» – стало названием стиля. Успех ювелиров, работавших в стиле ар деко, был феноменальным. Формальным признанием нового стиля можно считать то, что высшую награду выставки – Золотую медаль – получил за украшения в стиле ар деко парижский ювелир Жорж Мобуссен.

В поздних формах ар деко приближается к геометрическому конструктивизму. В Италии и Германии элементы стиля, соединяясь с формами неоклассицизма, перерастали в архитектуру нового ампира – фашистского стиля третьего Рейха. Ар деко называют последним из художественных стилей, который

соединял абсолютно не совместимые элементы. Вероятно, именно этим он и оказал значительное влияние на дальнейшее развитие многих видов искусства.

Но развитие стиля не стояло на месте. Он родился в век науки и техники и в значительной мере испытал влияние его достижений. Один из ювелиров, участников выставки, писал, что «полированная сталь, тусклый никель, тень и свет, механика и геометрия – все это предметы нашего времени. Мы видим их и живем с ними каждый день. Мы люди своей эпохи, и это основа всех наших настоящих и будущих творений…» Не удивительно, что ради достижения художественной выразительности ювелиры прилагали немало усилий в поисках новых материалов и разрабатывали новые технологические приемы [96].

Принято считать, что стиль ар деко господствовал в мире искусства немногим более двух десятилетий, от конца Первой мировой войны и до начала Второй. Однако образный строй и приемы, разработанные мастерами ар деко, оказались настолько жизнеспособны и универсальны, что его влияние ощущали ювелиры всех последующих поколений. И в этом кроется удивительный феномен ар деко.

В то время как развитие ювелирного искусства в первой половине XX века удерживалось практически в рамках двух стилей – вначале ар нуво (модерна), а затем ар деко, в так называемом «высоком искусстве» происходили бурные процессы: рождались многочисленные и зачастую весьма противоречивые эстетические воззрения, возникали новые стили и стилевые направления. Это было частью тех быстро сменяющих друг друга событий, которые в то время происходили в науке, технике, да и в целом в обществе.

Чипаруса Дмитрия (1886–1947), можно назвать выдающимся мастером XX века декоративной скульптуры из бронзы и слоновой кости в стиле ар деко. Его произведения служат образцом исключительного уровня исполнительского мастерства и художественного вкуса.

Произведения скульптуры 1920–1940-х годов представляют собой уникальный материал для изучения эпохи ар деко в целом. Декоративная скульптура воссоздает перед нами образ жизни и общество того времени.

В 1930–1950-х годах отмечают проявление «советского ар деко». В качестве характерных примеров приводятся работы скульпторов Н. Данько, И. Ефимова, В. Мухиной – произведения из фарфора, металла, стекла с необычной для того времени обобщенностью и геометризацией формы. Кроме того, присутствует пышная, вызывающая декоративность набивных ситцевых тканей, украшенных советской агитационной атрибутикой. В конце XX века смелые контрасты обобщенной, геометризованной формы и яркого цвета, открытые стилем ар деко, возрождаются в дизайне и моде: оформлении интерьеров, ювелирных украшениях, одежде, рекламной графике. Течением в архитектуре ар деко в России так и не стал, но все же некоторые образцы позднего его проявления имеются – многие станции метро в Москве и Санкт-Петербурге выполнены именно в данном стиле.

Знаменательно, что в последнее десятилетие XX века ювелиры в дизайне все чаще стали придавать своим произведениям некий философский смысл, обращаясь к идеям вербально насыщенного концептуального искусства, выражающего глубинную сущность явлений. Одним из первых и наиболее выдающихся мастеров этого направления был замечательный итальянский скульптор, ювелир и психолог Бруно Мартинацци. Начиная со своих первых ювелирных работ 1960-х годов, он, отталкиваясь от концепций поп-арта и от классической мифологии, сумел передать ощущение гармонии и одновременно напряжения современного мира (золотые броши и браслеты «Золотые пальцы», «Губы», «Хаос» и другие) [96].

Для художественного литья советского периода характерны механизация литейного производства, освоение новой техники, внедрение новейших технологий литья, таких, как кокильное, оболочковое, центробежное и др. Кроме того, на новой основе развивались и старые способы литья. Например, статуарное литье по восковой модели, в котором сложные составы формовочных смесей из органических

компонентов (опилки, конский навоз, коровья шерсть и т. п.) заменяются неорганическими материалами, позволяющими отливать монументальные фигуры не только бронзовые, чугунные, но и титановые с высокой степенью точности.

Стиль ар деко воспринимается как ретро стиль, стиль роскоши и достатка. Интерьеры, выполненные в этом стиле, как правило, не отличаются функциональностью, а служат скорее для украшения жизни. Он стремится к удовлетворению индивидуальных вкусов заказчика и разнообразию – свободно оперируя историческими знаками и символами, ар деко обращается к новым материалам, цвету, световым эффектам и этим отличается от исторических предшественников.

М. О. Окроян создал двухтомный каталог, составленный на русском и английском языках, представляет собой энциклопедическую монографию о декоративной скульптуре стиля Ар Деко.

«На страницах двухтомного альбома воспроизведено более 700 скульптур авторов французской, немецкой и австрийской скульптуры, издание дополнено рядом великолепных живописных работ как русских художников начала XX века, так и представителей западноевропейских течений модернизма – экспрессионизма, фовизма, сюрреализма» [38].

Стиль кантри.

Изначально стиль кантри возник в Англии в XIX веке. Его родоначальник Уильям Моррис отстаивал традиционные формы и возрождал ремесла, которые стали постепенно забываться с развитием фабричного производства (см. выше).

Одна из особенностей этого стиля состоит в том, что каждый представляет его по-своему. Это может быть и русский народный стиль с матрешками и деревянными ложками, и американский с лоскутными одеялами – пэчворк, и средиземноморский с яркими цветами с преобладанием синего и белого. Общий его принцип – естественный, незамысловатый уют любого деревенского дома, независимо от того, где этот дом находится. Поэтому кантри так полюбился владельцам современных загородных домов.

Полоски на тканях, из которых шьются занавески и подушки, на чехлах и ковриках, простая, нарочито грубая керамика, старая мебель, чей возраст не скрывается, а подчеркивается, – так называемый «псевдоантиквариат», уже упомянутый пэчворк, все, что связано, вышито, украшено своими руками, – все эти особенности присущи стилю кантри.

Со словом «кантри» связано еще одно очень популярное во всем мире слово – бунгало. Бунгало – это не вилла, не основательный загородный дом, но тем не менее это строение, в которое можно приехать отдохнуть на пару дней в любое время года. У нас это иногда называют дачей. В прочем дело не терминологии. У классического бунгало первый этаж полностью застеклен. В отечественных условиях это не всегда возможно. Для интерьера бунгало больше всего подходит стиль кантри, причем часто его смешивают с любыми другими современными стилями. Самая подходящая мебель в данном случае – плетеная. Сегодня благодаря наличию в продаже искусственного и натурального ротангового полотна (ротанг – лиана, которую называют еще ротанговой пальмой; ее используют для изготовления плетеной мебели). Пол бунгало, как правило, делается «холодным», то есть из керамики или камня, и покрывается ковриками. К этой обстановке прекрасно подойдут ручные гобелены и изделия, выполненные в технике макраме.

Вытеснив ручное производство, промышленность не смогла дать взамен подлинно красивых вещей, и в конце XIX века декоративно-прикладное искусство Западной Европы и России находилось в состоянии глубокого кризиса. Рынок был наводнен огромным числом предметов, рассчитанных на самый низкий вкус. Характер промышленного производства предметов быта, мебели, одежды требовал творческой мысли художников, способных создать подлинные произведения декоративно-прикладного искусства в единичных

экземплярах и при большом тиражировании вещей. Эту задачу предстояло решать художникам нового времени.

Этностиль.

Существует масса разновидностей этностиля: японский, китайский, английский, африканский, французский. Этностиль формируется под воздействием географических и культурных традиций, климата, человеческого темперамента.

Одно из главных достоинств этностиля – использование экологически чистых материалов, которые, как принято считать, снимают напряжение, вызванное современным ритмом жизни. Насыщенные цвета, изогнутые формы, необычная фактура создают ощущение реальности, обладающей магическими свойствами.

Наиболее распространенным является африканский стиль, который считается самым экзотическим.

Африканские маски, деревянные блюда для фруктов, стилизованные фонарики, покрывала, расписанные вручную специальной краской, придают жилищу нужный для этностиля колорит. Мебель должна быть деревянной, украшенной резьбой, кованной из железа или плетеной из ротанга или ивы.

Цвета Африки – очень теплые и приятные, блестящие ткани из хлопка, льна и вискозы в красках заморских пряностей и экзотических фруктов.

Рустикальный стиль.

Этот стиль – один из вариантов кантри. Характерная черта – имитация поверхности природного материала, для которого характерны естественные неоднородные краски, будь то камень, дерево, штукатурка или ткань. Стиль характеризуют как деревенский, простой, зачастую даже грубоватый, однако в простом деревянном доме он так же уместен, как кантри. Особую выразительность ему придадут элементы мебели из натуральных ошкуренных бревен и жердей, ткани грубой фактуры, печь из неокрашенного кирпича ит.д.

Стиль применим и в коттеджах, но эффектнее выглядит в простых деревянных домах.

Стиль Хай-тэк.

1. Стиль Хай-тэк часто называют интерьером высоких технологий. По-сути дела, этот стиль прямо противоположен экологическому, восточному. Основной его принцип – формирование окружающей среды из сборных технических деталей, а также стекла, металла и бетона.

Интерьеры в стиле хай-тэк – это гармоничное сочетание пространства и света, формы предметов и их цвета плюс идеальные пропорции. В цвете и материале никаких особых предпочтений у такого стиля нет. Можно применять все что угодно: краску, которая дает гладкую, блестящую поверхность, штукатурку, жидкие или объемные обои с интересным рельефом, керамическую плитку или натуральный камень, ламинированное дерево, линолеум.

Мебель должна быть похожа на офисную. Для изготовления применяются современные материалы из пластика, кожзаменителя, полированного металла.

1. *Интерьеры* этого стиля отличают четкость и конкретность, деловитость. Рисунков нет, декоративных элементов тоже. Поверхности стен, потолка и пола должны быть идеально гладкими и чистыми, и, соответственно, мебель, ткани, посуда также должны быть гладкими и блестящими.

Свет в стиле Хай-тэк также важен, как и фактура. Кроме общего света, который дает основной источник, используются всевозможные светильники, вмонтированные в мебель. Светильники могут быть на кронштейнах, подставках. Зеркала в таком интерьере могут быть вообще без рам.

Он в той или иной форме оказывал влияние на творчество ювелиров, мастеров художественного литья, мыслящих современными категориями века «боингов» и «феррари». Возможно, не без влияния этого дизайна в ювелирном искусстве последних двух десятилетий XX века ощущалось увлечение украшениями минималистских форм, для выполнения которых использовались новейшие способы выражения, приемы и материалы.

Хай-тэк пробудил у дизайнеров вкус к использованию суперсовременных материалов в 90-х годах прошлого века. Сегодня отмечается новый всплеск интереса к технологическим достижениям. Лазерная обработка текстильных изделий, использование металлических нитей превращают ткань в произведение искусства. Это может быть текстиль прозрачный, бронзового, золотого, стального тонов. Говоря о материалах рассматриваемого стиля, нельзя не упомянуть пластик – один из любимых помощников для дизайнера. В Голландии выпустили стулья с использованием плетеного волокна карбона и армида – получилось своеобразное хайтэковское макраме. К числу новейших отделочных материалов относятся и акриловые натяжные потолки – это тоже элемент хай-тэка.

2. *Мебель.* Формы и пропорции мебели тщательно продуманы, она похожа на офисную: кожзаменитель, пластик, полированный металл. Удачно подобранные стулья, кресла или диван из хромированного металла и кожзаменителя смотрятся очень стильно, и что не маловажно – практичны и удобны. Вместо шкафа, стенки и горки лучше поместить стеллажные модули с закрытыми и открытыми секциями. Они могут быть из любого материала, например, пластиковые, стеклянные или деревянные полки, укрепленные на металлическом каркасе из полированных труб. Еще один нюанс: все поверхности мебели должны быть ровными и гладкими, а металлические элементы и фурнитура должны быть серебристые, блестящие.

3. *Свет* здесь также важен, как и фактура. Кроме общего света, который дает основной источник, используются всевозможные виды освещения. Гармонично здесь будут смотреться современные светильники на кронштейнах, подставках, а также вмонтированные в мебель. Вообще светильники – благодатная почва для техногенной эстетики, царства металла и пластики, простых форм и линий, эргономики и безупречной функциональности. Жесткие композиции создают системы токовых шин. Очень красиво в этой обстановке смотрятся стеклянные плафоны из молочного или цветного матового стекла простой формы, которые гармонируют с декоративными стеклянными или металлическими элементами – вазами, посудой, статуэтками.

4. *Цвет.* Особенностью современных интерьеров в стиле хай-тэк является то, что они строятся больше на пространства и света, чем на сочетании цвета и рисунка. Идея диктует и соответствующее колористическое решение. Цвета в таком интерьере должны быть чистыми и конкретными, без всяких полутонов: черный, белый и серый в основе, а красный, синий, зеленый и желтый – как дополнение. Рисунков нет, декоративных элементов тоже, расцветки минималистические (стиль минимализма: выкидывается все лишнее, оставляется минимум, только самое необходимое) – если не однотонная ткань, то в крайнем случае, двухцветная. Этот стиль не терпит небрежности, вычурности и излишества – все должно быть ровным и гладким: бескомпромиссно чистые, чаще блестящие поверхности стен, потолка, пола, оконных рам, дверных коробок. И естественно, минимализм – интерьеры этого стиля отличает четкость и конкретность, можно даже сказать – деловитость.

5. *Декор.* Создавая интерьер в стиле хай-тэк, нужно помнить, что при всей кажущейся простоте он требует качественного продумывания и отбора всех элементов. Любой чужеродный стакан или картина

испортят впечатление. Мебель, ткани, посуда также должны быть гладкими и блестящими. Блеск как бы увеличивает пространство, добавляет света, создает ощущение стерильности. Тот же блеск создают и зеркала. Они могут быть вообще без рам, но обязательно следует хорошо продумать, куда их повесить. Стандартные занавески будут в такой обстановке немного неуместны. А вот жалюзи, абсолютно любые, как никогда кстати. Естественно, что фарфор и хрусталь в такой обстановке будут неуместными. Фаворит стиля – посуда «техно» из матового цветного стекла или глазурованного фаянса, одноцветная, без орнамента и рисунков, четкой геометрической формы в виде шара, цилиндра, конуса, призмы.

Китч в интерьере.

Определение «китч-интерьер» появилось относительно недавно и означает оно новомодную категорию интерьеров. Основной идеей китча является насмешка над историей и художественными традициями, вкусами и стилями. Это своего рода нигилизм в архитектуре, отрицающий все ее предыдущие достижения. Это когда откровенная безвкусица становится принципом выбора, а бьющая в глаза несочетаемость цветов и предметов интерьера – его основной отличительной чертой. Например, позолоченная лепнина по карнизу, на ярко-синем потолке – крупные блестящие звезды, у стен симметрично стоят кадки с пальмами, а пол выложен керамической плиткой с восточными мотивами.

Вещи в стиле китч входят в моду, когда старые образцы хорошего тона приедаются и вызывают тоску, а новая эстетика еще не сформировалась. Исторически это обычно совпадает с какими-то кризисами: социальными или экономическими, когда обстановка становится нестабильной, а общество ждет перемен. И по этому мода на вещи в таком стиле достаточно кратковременна.

Но всегда существует определенное количество людей, в характере которых присутствует некий нигилизм от природы, им нравится ставить окружающих в недоумение, опровергать авторитеты. Такие люди в любую эпоху экстравагантно одеваются и столь же оригинально обставляют свое жилье. Так что китч как стиль присутствует постоянно. Как правило, китч рождается от чрезмерного богатства и пресыщенности или, наоборот, от вопиющей, бросающей вызов, бедности. Но в любом случае – это стремление эпатировать, таким образом, проявив свою неординарность.

Как правило, излюбленной темой стиля китч являются псевдоисторическая архитектура и интерьеры. Остроконечные башни и башенки загородных коттеджей, в обилии «украшающих» такие произведения, узкие готические окна-витражи в сочетании с современными жалюзи и рулонными ставнями и соответствующее внутреннее убранство: огромную «рыцарскую» гостиную украшает электрический камин. Все это типичный китч, но не ироничный, а серьезный. Когда хозяин не то, что не замечает подделок, он уверен, что они производят впечатление подлинников.

И тогда бархат заменяют на плюш, позолоченные багеты – на толстые лепные рамы, покрытые бронзовой краской «под золото», а «картины» заказывают у базарного мастера, с непременным сохранением сюжета. Мраморные барельефы стен и колонн можно нарисовать, чем тратиться на настоящий благородный камень. А вот проделав все это, можно наслаждаться скопированной красотой и кичиться собственным «богатством». Так что русский аналог слова китч существовал давно и, что самое интересное, довольно точно отражал смысл понятия.

Помимо китча, возникающего как подделка под «благородство» на полном серьезе, есть, как мы уже говорили, китч как стиль в искусстве.

В странах Запада, где изысканными и стильными интерьерами никого не удивишь, существовали одно время даже рекомендации в журналах по дизайну, как можно оформить самому жилище, превратив его в произведение искусства в стиле китч: оборвать обои с части стены и по трафарету закрасить образовавшиеся

отверстия. Можно также для превращения вашего шкафа в дизайнерский шедевр обмотать его ножки серебристой изолентой.

Это как раз то, когда руководствуются даже известные мэтры-дизайнеры, с юмором создавая иногда шедевры-пародии.

Так, на Миланской мебельной выставке 2002 года, как писалось в репортажах, «было много мебели в стиле неукрощенного, бьющего через край роскошного китча». Например, «дворцовые» кровати и затейливые диваны с атласной обивкой и золочеными ножками. А известный дизайнер Филипп Старк однажды удивил всех, уродливыми (но достаточно смешными) гномиками, выполненными в базарно-лубочном стиле и использованными в виде ножки стола. А потом он создал и люстру в виде стеклянных полок, на которых стоят хрустальные вазы-плафоны, и назвал этот светильник «Шрамы роскоши». Этот остроумный предмет – добрая ирония старого мэтра над теми, кто любит демонстрировать свое богатство.

Но бывает и китч-интерьер от бедности, у него другой облик. В таких интерьерах основными материалами являются полиэтиленовые занавески, самодельные перегородки, настенная живопись из аэрозольных баллончиков с ярко-кислотными красками и мебель, найденная на свалке. Такой интерьер менее подражателен, чем его богатый родственник, а ирония в нем уступает место агрессии. Жить в таком интерьере можно только с определенным состоянием души.

Вывод

Рассматривая достижения древних цивилизаций и средневековых мастеров, мы можем только удивляться и восхищаться находчивостью наших далеких предков: столь современным кажутся сегодня их быт и культура. И думается, что более поздние мастера не так уж много изобрели кардинально нового с той поры в сфере художественной обработке металлов и в дизайне.

Особо стоит отметить, что с тех пор и по сегодняшний день, художественная обработка металла остается уникальной и самобытной сферой деятельности. Но именно по этой причине, желая выделить свой дом из ряда подобных, владельцы особняков, коттеджей и загородных домов стремятся украсить дом декорированными коваными и литыми изделиями из металла.

На сегодняшний день художественная обработка металла переживает своего рода Эпоху Возрождения. Все более возрастающий интерес к этой сфере декоративных работ определяет моду на изделия из металла. Более того, художественная обработка металла в наши дни получила статус элитарного мастерства.

Язык металла разнообразен, время от времени мы сознательно используем его как графическое средство, соразмерное человеческому масштабу и не обязательно созвучное общему архитектурному стилю. Прихотливая линия металла, вступая в противодействие с крупными геометрическими объемами, «силится разрушить монолит здания, извиваясь и цепляясь за фасад, как дикий плющ».

На каком-то этапе металл становится неотъемлемой частью архитектурного образа. Необузданность и спонтанность металла, с одной стороны, подчеркивает незыблемость архитектурных форм, а с другой – привносит природную живость в сонное царство камня. Но, безусловно, усилий дизайнера, работающего с металлом, здесь мало, необходимо изначальное, еще на стадии проектирования, понимание роли металла как в возможной конструктивной части здания, так и в его декоре.

В настоящее время наше государство стало заботиться о развитии художественных промыслов, об удовлетворении культурных запросов народа. На многих заводах и в мастерских развивается искусство художественного литья, ковки, чеканки и т. д. Сейчас создаются условия для научно-технического и художественно-технического творчества старшего поколения и молодежи. Молодые мастера – воспитанники средних профессионально-технических училищ и колледжей, наследники прекрасного

мастерства старшего поколения – успешно осваивают его опыт и продолжают лучшие традиции в производстве художественного металла с применением новейших нанотехнологий.

Итак, может ли каждый стать «сам себе дизайнером»? Все зависит от ваших собственных способностей, полета мысли и желаний. В книге найдете теорию и практические советы по художественной обработке металла, полезные для начинающего дизайнера в области декоративно-прикладного искусства. Многое можно сделать своими руками, а сделать что-то самому – это всегда интересно!

Библиографический указатель использованной и рекомендуемой литературы к I разделу

1. Афанасьева О. В. Дизайн интерьера дачного дома. Теория и практика. – М.: Изд-во «Эксмо», 2003.

2. Бардина Р. А. Изделия народных художественных промыслов и сувениры: Учеб, пособие. М.: Высшая школа, 1990.

3. Барышников А. П., Лямин И. В. Основы композиции. – М.: Трудрезерв, 1951.

4. Гирина Д. С. Компьютерное моделирование декоративно-прикладных изделий непрямоугольной формы. //Ж-л «Школа и производство», № 7, 2005.

5. Горяева Н. А., Островская О. В. Декоративно-прикладное искусство в жизни человека. – М.: Просвещение, 2000.

6. Грожан Д. В. Справочник начинающего дизайнера. Ростов н/Д: Феникс, 2005.

7. Декоративно-прикладное направление в обучении техническому труду. // Ж-л «Школа и производство», № 1, 2005, с. 52.

8. Изобразительное искусство и художественный труд. 1–9 кл.: Программа для средних общеобразовательных учебных заведений. Отв. ред. Л. Е. Курнешова. Научи, рук. Б. М. Йеменский. – М.: Школьная книга, 2001.

9. Казаринова В. И. О красоте и композиции. – М.: Экономика, 1969.

10. Каган М. С. О прикладном искусстве. – Л.: Художник РСФСР, 1961.

11. Кинк Х. А. Художественное ремесло Древнего Египта и сопредельных стран. – М.: «Наука», 1976.

12. Кильчевская Э. В. От изобразительности к орнаменту. М., «Наука», 1968.

13. Кулебякин Г. И. Рисунок и основы композиции. – М., 1988.

14. Конышева Н. М. Методика трудового обучения младших школьников: Основы дизайнобразования: Учеб, пособие для студ. сред. пед. учеб, заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 1999).

15. Максимов Ю. В. У истоков мастерства: Из опыта работы. М.: Просвещение, 1983.

16. Максимов Ю. В. Родник творчества: Кн. для учителей. (Из опыта работы). М.: Просвещение, 1988.

17. Минкявичус И. К. Интерьер и монументально-декоративное искусство. – М.: Стройиздат, 1974.

18. Музей народного искусства и художественные промыслы. (Сборник трудов НИИХП), вып. 5. М., 1975.

19. Народные мастера: Традиции, школы. Вып. I. – М., 1985.

20. Некрасова М. А. Народное искусство, как часть культуры. – М., 1983.

21. Нешумов Б., Щедрин Е. Художественное проектирование. М.: Просвещение, 1979.

22. Основы художественного ремесла. Ч. II. – М., 1987.

23. Основы художественного ремесла / под ред. В. А. Барадулина. М., «Просвещение», 1979.

24. Павловский Б. В. Декоративно-прикладное искусство промышленного Урала. М.: Искусство, 1957.

25. Паньшина И. Н. Декоративно-прикладное искусство. – Минск.: Народная Асвета, 1975.

26. Проблемы народного искусства. – М.,1982.

27. Рондели Л. Д. Народное прикладное искусство: Книга для учителей. М., Просвещение, 1984.

28. Роль искусства в развитии способностей школьников / Под ред. С. К. Чухлан. М., Педагогика, 1985.

29. Русские художественные промыслы (вторая половина XIX–XX вв.). М., 1966.

30. Русское декоративное искусство. Т. I–III. М., 1962–1963.

31. Салтыков А. Б. Самое близкое искусство. М.: Просвещение, 1969.

32. Сапожникова Т. Б., Коблова О. А. «Методика проведения уроков изобразительного искусства по теме «Декоративно-прикладное искусство в жизни человека». // Газета «Искусство», № 17–24, 2006.

33. Сельскому учителю о народных художественных промыслах Сибири и Дальнего Востока: Научно-популярная книга для учителя // Сост. Т. Б. Митлянская. М.: Просвещение, 1982.

34. Сокольникова Н. М. Краткий словарь художественных терминов. 5–8 кл. – Обнинск: Титул, 1996.

35. Скворцов К. А. Декоративно-прикладное направление в обучении техническому труду. // Ж-л «Школа и производство», № 1, 2005.

36. Орнаменты, стили, мотивы / Н. С. Воронихин, Н. А. Емшанова. Издательский дом «Удмуртский университет», 2004. – 90 с.

37. Творческие проблемы современных народных художественных промыслов. – Л., 1981.

38. Окроян М.О. Скульптура ар деко: истоки и расцвет (том 1). М.: Издательство: «Русский дом Арт Деко». 2008. – 240 с.; М., Издательство: «Институт русской Живописи», (том 2), 2011.

39. Федотов Г. Я. Дарите людям красоту. (Из практики народных художественных промыслов): Кн. для учащихся ПТУ. М.: Просвещение, 1985.

40. Хворостов А. С. Декоративно-прикладное искусство в школе: Пособие для учителей. М.: Просвещение, 1983.

41. Холмянский Л. М., Щипанов А. С. Дизайн: Книга для учащихся старших классов. М.: Просвещение, 1984.

42. И. Кацнельсон «Гробница Тутанхамона» // «Наука и жизнь». № 9, 1974.

43. Понятийный аппарат педагогики и образования: Сб. науч. тр. / Отв. ред. Е. В. Ткаченко. – Екатеринбург, 1995. – 224 с.

44. Глинкин В. А. Искусство современного интерьера – школьнику: Кн. для учащихся ст. классов. – М.: Просвещение, 1984.

45. Малиновская Л. П. Вопросы формирования дизайнерского мышления на уроках изобразительного искусства в начальных классах. – Тернополь, 1993.

46. С. И. Мокроусов. Компьютерные технологии в дизайне среды. Учебно-методический комплекс для студентов специальности 050602.65 «Изобразительное искусство», специализирующихся в области дизайна среды, 2008.

47. Аронов В. Р. Теоретические концепции зарубежного дизайна XX века. Вып. 1. – М, ВНИИТЭ, 1992. – С. 4–9.

48. Воспитательная работа в новых условиях (опыт учреждений профессионального образования). Авторы-составители: Смирнов И.П., Ткаченко Е.В. // Научно-методический сборник. – М.: Изд. Отдел НОУ «ИСОМ», 2003.

49. Пелевин. В. Ампир «В». М.: Издательство «Эксмо». 2008. – 460 с.

50. Каган М. С. Новое слово в теории дизайна. // Техническая эстетика. – М., 1991. № С. 3–5.

51. Кантор К. М. Красота и польза. – М.: Искусство, 1995.

52. Климов В. П. Научное обеспечение дизайн-образования. // Образование и наука. Известия УрО РАО.-2005. – № 21 (32). – С. 135–148.

53. Орнамент в стиле Модерн / В. И. Ивановская, М.: Издательство В. Шевчук, 2007. – 94 с.

54. Кожуховская С. М. О преемственности ступеней профессионального образования при подготовке дизайнера-педагога. // Международное университетское сотрудничество в области образования, науки и культуры. – Екатеринбург: Изд-во УГППУ, 1997. – Ч. 2 – С. 34–37.

55. Кожуховская С. М. Организация дизайн-образования в колледже. // Профессиональное образование. – 1997. – № 6. С. 14–15.

56. Кожуховская С. М. Пути реализации программы повышенного уровня подготовки дизайнеров по уровню среднего профессионального образования. // Образование и наука. Екатеринбург, 2002, Вып. № 1.0. 93-103.

57. Кожуховская С. М. Дизайн-образование в системе НПО. // Профессиональное образование. – 2005. – № 8. – С. 24.

58. Кожуховская С. М. Организация, структура и содержание подготовки дизайнеров-педагогов. // Ткаченко Е. В. Образование и наука. Будущее в ретроспективе. – Екатеринбург: Изд-во УрО Рао, 2005. – С. 22–234.

59. Кожуховская С. М. Структура и содержание подготовки дизайнеров-педагогов для начальных и средних профессиональных образовательных учреждений: Дне. канд. пед. наук. – Москва: ИРПО, 1998. – 186 с.

60. Кожуховская С. М., Соловьева В. В. Подготовка дизайнера-педагога в области информационных технологий. // Вестник Института развития образования и повышения квалификации педагогических кадров при ЧГПУ. Серия 3. Актуальные проблемы образования подрастающего поколения. – № 26, 2004. – С. 119–123.

61. Кубрушко П.Ф. Содержание профессионально-педагогического образования. – М.: Высшая школа, 2001. – 236 с.

62. Роберт И. В., Козлов О. А. Концепция комплексной, многоуровневой и многопрофильной подготовки кадров информатизации образования. – М.: ИИО РАО, 2005. – 49 с.

63. Сидоренко В. Ф. Дизайн как общеобразовательная дисциплина (по следам поисковой программы Королевского колледжа искусств). Библиотека дизайнера ВНИИТЭ. Дизайн в общеобразовательной школе. – М., 1994. – С. 9–14.

64. Ткаченко Е. В., Кожуховская С. М. Дизайн-образование: теория, практика, траектории развития. // Учебное пособие. – Екатеринбург: «Аква-Пресс» – 2004. – 240 с.

65. Ткаченко Е. В., Кожуховская С. М. Концепция непрерывного дизайн-образования. // Профессиональное образование. – 2006. – № 8. – С. 4–43.

66. Ткаченко Е. В., Климов В. П. Дизайн-образование: концептуальные версии. // Образование и наука. Известия УрО РАО. – 2000.-№ 1(3). – С. 94–101.

67. Ткаченко Е. В., Кожуховская С. М. Организация, структура и содержание подготовки педагогов профессионального образования в области дизайна. // Образование и наука. Известия УрО РАО. – 2001. – № 4 (10). С. 136–148.

68. Ткаченко Е. В., Кожуховская С. М. Дизайн-образование: принципы формирования содержания образования дополнительной квалификации. // Вестник Института развития образования и воспитания подрастающего поколения при ЧГПУ-Челябинск: ЧГПУ, 2003.-С. 85–91.

69. Ткаченко Е. В., Манько Н.Н., Щтейнберг В. Э. Дидактический дизайн-инструментальный подход. // Образование и наука. Известия УрО РАО. – 2006. – № 1 (37). – С. 58–66.

70. Ткаченко Е. В. Образование и наука. Будущее в ретроспективе. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАО, 2005. – 434 с.

71. Щтейнберг В. Э. Инструментальная дидактика и дизайн-образование. // Ткаченко Е. В. Образование и наука. Будущее в ретроспективе. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАО, 2005. – С. 234–250.

72. Бех Н. И., Васильев В. А., Гини Э. Ч., Петриченко А. М. Мир художественного литья история технологии // УРСС. Москва. 1997.

73. Джудит Миллер. Ювелирные украшения. Путиводитель коллекционера. М.: Астрель, АСТ, 2004. – 255 с.

74. Гумилев Л. Хуину: Степная трилогия. – СПб.: Тайм-аут-Компасе. 1993. – 212 с.

75. Ходжаш С. Искусство древнего Востока. – М.: Изобразительное искусство. 1973. С. 72.

76. Авдиев В. История древнего Востока. – Л.: – Политическая литература. 1953. – 756 с.

77. Черняк В. З. Уроки старых мастеров – М: Стройиздат, 1986. – 248 с.

78. Колпакова О. Карл Фаберже и русские ювелиры. М.: Белый город, 2008. – 49 с.

79. Петриченко А. М. Искусство литья. – М.: Знание. 1975. – 160 с.

80. Анри де Сен-Бланка. Соперники фараонов // За рубежом. 1985. № 5.

81. Ермаков М. П. Технология декоративно-прикладного искусства. Основы дизайна. Художественное литье. Учебное пособие / Ермаков М. П. – М.: Lennex Согр. Издательство «Нобель Пресс», 2013.-396 с.

82. Медведев В. Ю. Сущность дизайна: теоретические основы дизайна: учеб, пособие. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: СПГУТД, 2009. – 110 с.

83. Сидорова В. Скульптура древней Индии. – М.: Искусство. 1971.-86 с.

84. Петриченко А. М. Книга о литье. – Кшв: Техшка. 1972. – 277 с.

85. Майяни З. Этруски начинают говорить. – М.: Наука. 1966. – 334 с.

86. Буриан Я., Моухава Б. Загадочные этруски. – М.: Наука. 1970. – 226 с.

87. Плетнева С. От кочевий к городам. – М.: Наука. 1967. – 195 с.

88. Маневич А. П. Бронзовые котлы в собраниях Государственного Эрмитажа. // Исследования по археологии СССР (сб. статей). – Л.: Изд. ЛГУ. 1966.

89. Полонская-Василенко И. История Украины. Т. 1. – Киев: Либідь. 1993. – 588 с.

90. Львова Е.П, Фомина И. И., Некрасова Л. М., Кабкова Е.П. Мировая художественная культура. От зарождения до XVII века. (Очерки истории). – Спб.: Питер, 2008. – 416 с.

91. Куфтин Б.А. К вопросу о древнейших корнях грузинской культуры на Кавказе // Вестник Государственного музея Грузии. 1944. XII-В.

92. Сокольникова И. М. История изобразительного искусства: учебник для студ. учреждений высш. Проф. Образования: в 2 т. Т. 1 / И. М. Сокольникова. М.: Издательский центр «Академия», 2011.– 304 с.

93. Гомер. Одиссея, песнь VII, стихи 82–90.

94. Разина Т. М. и др. Русский художественный металл. М., 1958.

95. Сокровища сарматских царей. // Наука и жизнь. № 11, 1984.

96. Шаталова И. В. Стили ювелирных украшений. Издательский дом «6 карат», 2004.

97. Искусство. Современная иллюстрированная энциклопедия. Издательство: Росмэн – Пресс 2007 г.

98. Б. Павловский. Касли. Свердловское книжное издательство. 1957.

99. Папанек В. Дизайн для реального мира. М.: Д. Дронов, 2004.

100. Чубова А. П. Искусство Европы I–IV веков. Европейские провинции Древнего Рима. М.: Издательство «Искусство», 1970. – 28 °С.

101. Википедия. Свободная энциклопедия. Интернет.

Рекомендуемая литература:

а) основная

1. Рунге В. Ф., Сеньковский В. В. Основы теории и методологии дизайна – М.: Издательство «МЗ Пресс», 2004.

2. Петров М. И., Молочков В. П. Компьютерная графика. – СПб.: Издательство «Питер, 2003.

3. Тайц А. М. Самоучитель Corel Draw 10. – СПб.: Издательство «BHV-С. – Петербург», 1999.

4. Харрел В. Секреты Corel DRAW. – М.: Издательство «Информ-Пресс», 1998.

5. Петров М. В. Corel DRAW 11. Руководство пользователя с примерами и упражнениями. М.: Издательство «АСТ-ПРЕСС», 2000.

б) дополнительная

6. Петров М., Попов С. Corel Draw 11. Новые инструменты. – М.: Издательство «Информ-Пресс», 2000.

7. Петров А. А. Corel DRAW 9. Справочник. – М.: Издательство «Триумф», 1999. 8. Коцюбинский А. Г. Грошев Л. М. Компьютерная графика. Популярные программы. – М.: Издательство «БИНОМ», 2000.

9. Коцюбинский А. О. Corel DRAW 10: Новейшие версии программ. – М.: Издательство «Триумф», 2001.

10 О'Квин Д. Допечатная подготовка. Руководство дизайнера. – М.: Издательство «Деес», 2002.

11. Залогова Л. А. Практикум по компьютерной графике. – М.: Издательство «Информ-Пресс», 2000.

12. Варакин А. Первые шаги пользователя Corel Draw 10 с примерами. – М.: Издательство «Познавательная книга плюс», 2000.

13. Варакин А. П. Corel Draw 9 для начинающих и не только. М.: Издательство «АСТ-ПРЕСС», 2000.

14. Тимофеев Г. Графический дизайн – М.: Издательство «Познавательная книга плюс», 2001. 1

15. Курушин В. Графический дизайн и реклама. Самоучитель. – М: Издательство «ДМК», 1999.

16. Кириченко Е. И. Анализ эклектики и модерна конца XIX, начало XX века // Декоративное искусство. 1973, № 12.

Раздел II

Художественное литье: чугун и цветные металлы

О природе вещей

«…металлам, расплавленным жаром, может даны быть фигура и форма какая угодно»

Лукреций Кар

Глава 2. Технология художественного литья

2.1. Общие сведения

Все основные способы обработки металлов известны с глубокой древности. Пройден долгий путь, накоплен огромный багаж практических знаний и умений. Ушли в прошлое целые улицы городских ремесленников, откуда с раннего утра доносились звон металла и стук инструментов. Все больше и больше в процесс включалась техника, и все реже на изделиях встречались личные клейма мастеров. С уходом мастеров были утеряны многие секреты. Но то, что удалось сохранить или разгадать при помощи современной науки, не потеряло своего значения и по сей день. Некоторые ремесленные технологии обросли усовершенствованиями, другие и сейчас сохраняются и поддерживаются в первозданном виде.

После того как человечество научилось выплавлять металл, стало развиваться литейное искусство. Его сущность заключается в том, что расплавленный металл заливают в специальную литейную форму, в которой, остывая, он затвердевает, сохраняя очертания этой формы. Деталь или изделие, полученное таким образом, называется отливкой. С помощи литья изготовляют отливки из чугуна, стали, алюминия, бронзы, латуни и других металлов и сплавов.

История литейного дела насчитывает более пяти тысячелетий. В каменных, глиняных и песчаных формах древние мастера отливали орудия труда, хозяйственную утварь и украшения. Вероятнее всего древние отливки были сделаны в Древнем Египте. Но раскопки показали, что и на территории Кавказа уже в III тыс. до новой эры тоже применялись совершенные методы плавки и литья металла. Литье было наиболее легким видом обработки металла, и люди использовали это. Нужным в обиходе металлическим вещам они придавали художественную форму.

Применяя способ литья по восковым моделям, античные художники добивались виртуозной техники микролитья.

Литейное дело на Руси известно уже несколько тысячелетий. В те далекие времена, когда литейное производство только-только появилось, литейщики использовали глиняные формы, причем модель делали из воска.

На Руси художественным литьем занимались вначале исключительно женщины. Они сплетали из нитей, пропитанные воском, ажурные украшения, похожие на филигрань, и, обмазав глиной, давали просохнуть. Потом форму прокаливали и заливали металлом. Остывшую форму разрушали так, чтобы не портилась отливка. Были формы и постоянные – вырезали их из мягкого камня. В такие формы можно было отливать неоднократно.

При проведении раскопок в Суздале, который является одним из крупнейших памятников археологии, в усадьбе богатого горожанина была обнаружена литейная форма XI века с вырезанными изображениями крупных женских привесок. «… Самой интересной находкой оказалась каменная литейная форма для отливок различных изделий. Еще в древности она раскололась, но ею продолжали пользоваться. Видимо камень (мягкий известняк), выбранный для формы, очень подходил мастеру – форма давала хорошие отливки, и мастер не хотел с ней расставаться…». Подробнее можно прочитать: «Новое о древнем Суздале» // «Наука и жизнь», № 9, 1983.

Пик развития литейного ремесла в Древней Руси приходится на XII-XIII века. В это время появляются уже двусторонние формы с разветвленными литниковыми системами, с помощью которых изготавливали самые разнообразные изделия: посуду, металлические украшения, наконечники для стрел и копий. Уже к XIV веку на Руси овладели техникой литья бронзовых пушек – что являлось немаловажным событием в истории молодого государства.

В XV веке для литья труб, колоколов и гирь стали использовать чугун, а в XVI веке наряду с бронзой и чугуном применяют также и смесь из сырого кварцевого песка, глины и овечьей шерсти для изготовления опок.

Замечательные образцы литейного искусства показали русские мастера, когда отлили большие колокола для Троице-Сергиевой лавры. Еще в 1594 году ими был изготовлен колокол весом 625 пудов – это более 10 тонн! Шесть лет спустя Борис Годунов подарил лавре колокол весом около 2000 пудов, а в 1684 году на лаврской колокольне появился колокол несколько меньший – 1275 пудов. Наконец, 1748 году в лавре был отлит самый большой из висевших на колокольне колоколов – он весил 4000 пудов, то есть 64 тонны. Его называли Парь-колокол, так же, как и его кремлевского тезку. Звонили в него лишь по большим праздникам, потому что дело это было нелегкое: его девяностопудовый язык пятерым дюжим звонарям приходилось раскачивать добрый десяток минут. Была у этого Паря-колокола особенность: когда в него звонили, то в городе его звон, как ни парадоксально, не был слышен, он тонул в звуках города – слышался лишь щелчок от удара языка по внутреннему ободу колокола. И только по удалении от города на семь-восемь километров можно было услышать его мягкий приятный звон. Колокол не сохранился, но ученый рассчитали его тон, который составлял всего 100 герц. Звуки такой частоты для человеческого уха менее ощутимы, чем обладающие малые колокола частотой в несколько тысяч герц. Поэтому в городе звон колокола-гиганта заглушался высокочастотными городскими шумами. Однако на достаточном удалении от города он брал верх над ними: распространяясь в атмосфере, низкочастотные звуки менее теряют в силе, чем высокочастотные.

С течением времени постепенно все более развивалось литейное и производство. Со второй половины XIX века появляется сталь. В связи с тем, что растут потребности населения в изделиях из металла, литейное производство значительно совершенствуется, осложняется. В это время появляются даже научные труды по технологии отлива из металла. В России родоначальниками науки о литье традиционно принято считать ученых-металлургов: П. П. Аносова, Д. К. Чернова и А. С. Лаврова.

На Урале вместе с возникновением чугунолитейного производства зародилось художественное литье. Своеобразие быта уральцев определило появление металлической посуды: чугунков, сковородок, кружек. Чаще всего ее делали сами рабочие заводов – для себя.

Однажды управляющий кыштымскими заводами явился на собрание промышленников в Петербурге и удивил присутствующих тем, что вместо золотой цепочки украсил жилет шелковым шнурком. Над ним стали подшучивать, но управляющий не смутился, а попросил всех приглядеться к «шнурку». Им оказалась чугунная цепочка. За такое чудо уральцу предлагали миллионы, но он не согласился – славу своих мастеров берег. Действительно, мастерство неподражаемое.

Очевидцы рассказывают удивительную историю. Однажды в Ленинград приехал пожилой знатный англичанин. Отдохнув после дальней дороги, он приказал сопровождающим отвезти его к чугунной решетке Летнего сада. Усевшись на раскидной стульчик, он впился глазами в легкие переплетения и попросил оставить его одного. Так неподвижно и просидел до утра, любуясь, как меняется решетка в призрачном свете белой ночи… Когда за ним пришли, старый лорд произнес:

– Больше я ничего не хочу видеть. Везите меня обратно в Лондон. Теперь я могу спокойно умереть. Я видел чудо. Я видел совершенство красоты и гармонии.

Мосты повисли над водами… Ни в одном произведении искусства, где говорится о С.-Петербурге, – будь то роман, стихи, кинофильм, картина, художественная фотография, – не обходится без того, чтобы не показать еще и еще раз кружевной капризный изгиб над Крюковым каналом, мечтательный Верхнее-Лебяжий мост или легкую решетку Банковского моста.

Многие почитатели чугунных кружев нашей «северной Венеции» и не догадываются, какая романтическая история у изящного, легкого, простого рисунка решеток на набережной канала Грибоедова или у маленьких набалдашников на поручнях при спуске на Фонтанку, и какие мастера создали это чудо. Так, например, Демидов мост через канал Грибоедова построен в 1834 году по проекту инженера Б. Адама. Решетка Летнего сада построена в 1784 году. Авторство спорно. Наиболее распространенная точка зрения, что автор решетки – Ю. Фельтен. Можно обратить внимание у спуска к Неве, напротив здания Академии художеств отлит чугунный грифон. Спуск был сделан в 1834 году по проекту архитектора К. Тона. Подробнее можно ознакомиться, прочитав статью: «Твоих оград узор чугунный» // «Наука и жизнь», № 4, 1967.

Пусть не о Москве писал великий поэт, когда воспевал «оград узор чугунный»; конечно же, литые московские старинные решетки скромнее и «камернее» петербургских, но зато они выглядят гораздо интимней, соразмерней, человечней «на московских изогнутых улицах». Выполненные по рисункам таких прославленных архитекторов, как О. Бове, А. Воронихин, Д. Жилярди, отлитые безвестными русскими мастерами и отчеканенные безымянными кузнецами, они возникают вдруг перед глазами пешехода, отделяя от улицы пространства дворцов, садов, усадеб… На мгновение завораживают взор классические линии чугунных столбов с горящими светильниками наверху, растительная пышность кованых барочных оград, изысканная причудливость декадентских решеток. Фантазия художника превращает тяжелую металлическую плоть в невесомое кружево, в полет, в застывшую ажурную мечту…

И кто знает, сколько людских поколений вот так, почти незаметно, буквально на ходу учились красоте, доброте, заботе о человеке, непреходящей ценности талантливо прожитой жизни. Подробнее можно ознакомиться, прочитав статью: Р. Щербаков: «Через узор решетки тонкой» // «Наука и жизнь», № 9, 1989.

В настоящее время литейное производство, является, пожалуй, одним из самых развитых в нашей стране.

Мы, конечно, не будем отливать из чугуна и других металлов большие и тяжелые решетки, а подробнее ознакомимся с технологическим процессом художественного литья более легких и тоже изящных изделий.

2.2. Каслинское литье

Производство художественных изделий из чугуна – садовой мебели, решеток, надгробий, скульптуры, бытовых предметов производилось на чугунолитейном заводе в городе Касли. При их изготовлении используются сложные технологии формовки и отливки изделий с их ручной последующей чеканкой.

История завода. Завод был заложен в 1747 году Яковом Коробковым, а уже в 1752 г. перекуплен Н. Н. Демидовым. Завод, войдя в Кыштымский горный округ, специализировался на выплавке чугуна и производстве полосного железа.

В начале XIX века чугунолитейное производство в Каслях было приобретено купцом 1-й гильдии Л. Расторгуевым, и с этого времени здесь начинается производство художественных изделий. Уже в 1830-е гг. Касли становятся известны как центр отливки высокохудожественных решеток, оград, половых плит с орнаментальными рельефами, а также надгробных памятников.

В 1845 на заводе было организовано производство садово-парковой мебели и декоративных предметов интерьера – ажурных тарелок и подсвечников. В это же время появляются первые образцы скульптуры малых форм, как правило небольших фигурок, укрепленных на пресс-папье. В 1850-1860-е гг. количество художественных изделий и их доля в ассортименте каслинского завода неуклонно увеличивается. Качество изделий резко возросло после перевода в конце 1850-х годов, с Кушвинского завода опытных чеканщиков и формовщиков. Качество отливок каслинского завода не уступало уже в это время аналогичным изделиям из бронзы, что заслуженно отмечалось золотыми медалями Всероссийских, а впоследствии и Всемирных выставок.

Важная роль в формировании образа каслинского художественного литья принадлежит скульпторам, выпускникам Петербургской Академии художеств – М. Д. Канаеву и Н.Р. Баху. В 1876 году Канаев создал при заводе художественную школу, где обучали рисунку, лепке, формовке и чеканке чугунного литья. По его предложению ассортимент каслинских изделий обогатился отливками в чугуне произведений известнейших русских скульпторов: П. К. Клодта, И. П. Витали, Е. А. Лансере, А. Л. Обера, Н. И. Либериха. В 1880-е гг. на заводе начинают работать скульпторы – выпускники художественной школы заводской: В. Ф. Торокин, Д. И. Широков, К. Д. Тарасов и др.

Чугунный павильон. В 1900 году в Каслях создают чугунный павильон для Всемирной парижской выставки. Выполненный по проекту архитектора Е. Е. Баумгартена, павильон представлял собой ажурную чугунную комнату, в которой были выставлены около 1,5 тысяч лучших образцов «кабинетных» вещей каслинского литья – скульптура, подсвечники, ажурные вазы и тарелки, шкатулки, письменные приборы. Эти изделия были удостоены золотой медали и «Гран-при» выставки.

В 1914 году, в связи с переходом завода на выпуск военной продукции, литье художественных изделий в Каслях прекращается.

Важная роль в возрождении художественного литья принадлежит скульптору К. А. Клодту, внуку П.К. Клодта. Он вновь открыл заводскую школу, в которую принимались дети рабочих.

Только в 1934 году на заводе организуется регулярный выпуск художественного литья. В первую очередь это мелкая пластика и барельефы – произведения революционной тематики, созданные по моделям скульпторов Н. Горского, Н. А. Андреева, Н.В. Томского, И. Рабиновича. В это же время увеличивается выпуск архитектурного литья, которое было использовано при строительстве набережных и мостов, в оформлении общественных зданий и Московского метрополитена.

В 1941 году выпуск художественных изделий на заводе был прерван, но уже в 1944 году восстановлен. Ассортимент каслинских изделий в эти годы расширяется темой Отечественной войны. В 1950–1970-е годы на каслинском заводе работают известные скульпторы П. А. Баландин, М. Г. Манизер, Е. А. Янсон-Манизер.

На заводе появляется большая группа скульпторов-заводчан – П. С. Аникин, А. В. Чиркин, А. С. Гилев, В.П. Игнатьев и др., чьи произведения органично вошли в традиционное русло каслинского литья. В конце 1980-х годов ассортимент каслинского завода включал 130 произведений, среди которых работы, выполненные по моделям XIX в. и современных скульпторов.

Каслинское литье – это целый мир разнообразных тем и сюжетов. Мастера литейщики сумели передать в тяжелом чугуне и орнаментальный узор, и фигурки зверей, и образы людей – от крестьянина до Венеры Милосской (см. рис. 2.1–2.3).

Слава каслинских мастеров не померкла и в наши дни. Их изделия украшают многие музеи, улицы городов, станции метро. Фантазия и мастерство художников настолько пластичны, что, глядя на готовые работы, трудно догадаться, что является определяющим – замысел или сила материала, хотя во многих случаях связь с конкретными образцами прослеживается достаточно четко.







2.3. Нижнетагильское медное и бронзовое литье

Федор Звездин, один из выдающихся уральских литейщиков. Его работы часто экспонировались на выставках в России, и время, к счастью, не уничтожило их. Они сохранились и демонстрируются в различных музеях страны.

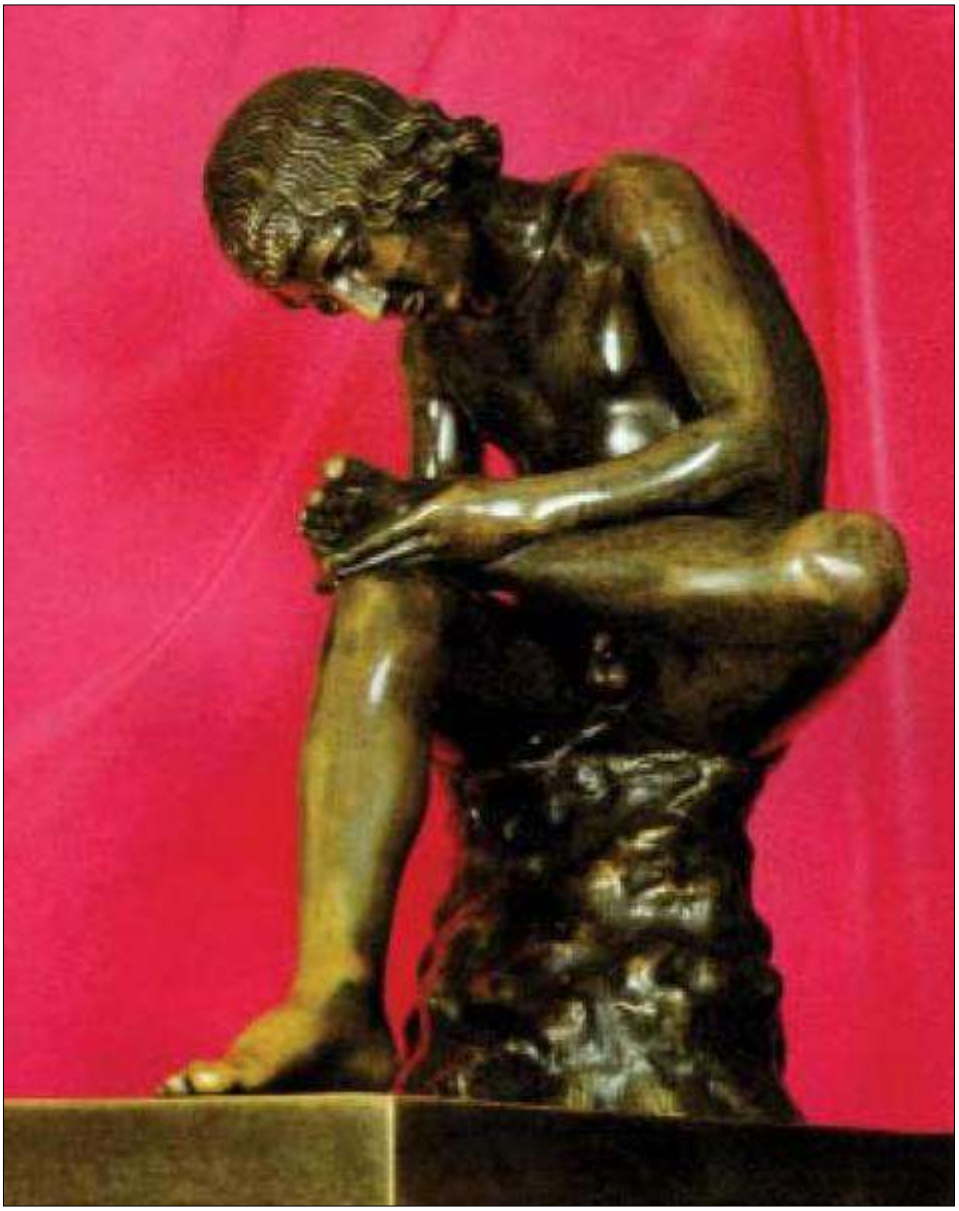
Федор Звездин, обладавший талантом подлинного художника, закончил Выйское училище (г. Нижний Тагил), и затем стажировался 7 лет во Франции. В 1830 году он вернулся в Нижний Тагил и создал на Выйском заводе первую на Урале бронзолитейную мастерскую. В коллекции нижнетагильского музея сохранились его работы «Девочка в молитвенной позе», и «Мальчик, вынимающий занозу» (копия знаменитой греческой скульптуры V века), см. рис. 2.4. Одна из лучших звездинских работ – «Бык» хранится в Эрмитаже. Принимал мастер также участие в отливке церковных колоколов и памятника управляющему нижнетагильскими заводами Андрею Николаевичу Карамзину (1814–1854), установленному в Нижнем Тагиле в 1855 году, который был разрушен в 1930-х годах.

Небольшая коллекция медных и бронзовых изделий художественного литья имеется в музее г. Нижнего Тагила, выполненная другими мастерами (см. рис. 2.5).

Истоки русской школы художественного литья, продолжающего развиваться и поныне, следует искать в Литейном доме, открытом при Академии художеств в Петербурге в конце XVIII века, на уральских металлургических заводах в городах Касли и Кусе.

Политехнический музей в Москве показывает не только работы каслинских и кусинских мастеров художественного литья, но и фотографии, и технологию изготовления литых изделий (рис. 2.6).

Теперь ознакомимся с более легкоплавким металлом, который тоже знаменит и широко применим в художественном литье – это олово.







2.4. Оловянное литье. Технико-технологические сведения

Литье из олова известно человечеству с древнейших времен. Еще за шесть тысяч лет до нашей эры в Египте лили из олова украшения. Упоминания об этом металле встречается в древнеиндийской, греческой, римской литературах. В античные времена в ходу были монеты и сосуды из олова.

Занимались литьем из олова и на Руси. До нас дошли утварь, украшения, предметы культа времен Киевской Руси. В XIII–XV веках ремесло это достигло большого развития на Украине, в городах Холм, Володимир, Перемышль, Луцк. В XV веке в Киеве был основан литейный цех, вырабатывавший оловянные изделия.

Художественное литье из олова достигло своего наивысшего расцвета в эпоху господства стиля барокко, относящегося к концу XVI, XVII и большей частью XVIII века (см. рис. 2.7, 2.8).

Мастера-литейщики объединялись в союзы-дворы. На Украине и в Польше они получили название цехов. Нередко этот союз объединял ювелиров, живописцев и литейщиков из олова. Такой союз способствовал высокому художественному уровню ремесла. С середины XVI столетия изделия из олова обязаны были иметь «тавро» – клеймо. А в 1576 году стало обязательным ставить пробу на изделиях и слитках олова. Качество продукции контролировала городская и королевская власть. Было постановлено, например, отливать посуду – миски и фляги из чистого пищевого олова, а ларцы – из сплава четвертной пробы (3/4 свинца и 1/4 олова). Впоследствии количество проб увеличилось, появились третья, четвертая, шестая, двенадцатая и шестнадцатая пробы в зависимости от количества олова в сплавах со свинцом. Третья проба дожила до наших дней под названием припоя-третника, этот сплав и сейчас довольно часто применяют в художественном литье.

Наибольший интерес из изделий того времени представляют собой кубки и фляги. На них изображались эмблемы, списки «братиев-литейщиков», святые покровители, гербы. Известна фляга, посланная в 1656 году Богданом Хмельницким шведскому послу Гильдебранду. Изделия этого периода отличаются высокими художественными достоинствами. Фляги имели четырех-шестигранную форму, снабжались завинчивающейся крышкой с ручкой наверху. Фляги были украшены гравированным растительным орнаментом с листьями и пышными цветами. Нередко среди растений встречались изображения животных – собаки, олени (см. рис. 2.9).









Другим распространенным видом оловянной посуды были разных размеров кварты – четверти. Чаще всего их гладкие бока ничем не украшали, вся красота заключалась в пропорциях формы. Для бытовых нужд вырабатывалось много различной посуды и предметов домашнего обихода: жбанов, мисок, тарелок, блюд, ваз и вазочек, гребней, ложек, пуговиц, ларцов для документов, братин, ендов и прочее.

В XVII веке в художественном оформлении продукции литейщики стали ориентироваться на аналогичные изделия чеканной работы. И хотя эстетические возможности оловянного литья значительно уже, чем у ювелирной чеканки, в литых изделиях мы видим хорошо найденную форму, богатую орнаментику, разнообразие изображений, позволяющие конкурировать с чеканкой.

Наиболее украшенными были предметы церковного назначения: дарохранительницы, кресты, блюда, подсвечники и оклады икон, органные трубы, фонари ажурного литья, детали внутренней отделки зданий, дверей и иконостасов. Фигурные изображения, как гравированные, так и рельефные, своим стилем были целиком родственны тогдашней живописи, графике и скульптуре.

Оловянное литье широко распространилось при Петре I. В те времена в быту пользовались оловянными пуговицами, кубками, посудой, встречались и медали из олова (см. главу «Гравирование», параграф граверно-медальерное искусство). Тончайшим узором скрепляли слюдяные пластинки в фонарях-светильниках.

Оловянное литье стало приходить в упадок в конце XVIII века. Художники-литейщики очень редко стали применять олово в художественном литье. Из изделий XIX века можно найти в музеях оловянных солдатиков и игрушечную посуду (рис. 2.10).

Появление в 30-х годах XVIII века модных напитков – чая и кофе – дало развитие медеплавильным и медеобрабатывающим заводам. Давленые медные, бронзовые и серебряные изделия (например, самовары) вытеснили оловянные ендовы, братины, четверти, и фляги – посуду допетровского периода. К этому же времени относится бурное развитие в России фарфоровых заводов. Оловянные изделия не могли конкурировать с давленной и чеканной медью, тем более что олово как металл имеет один существенный дефект: *при длительном охлаждении ниже – 18° оно заболевает «оловянной чумой», превращаясь в серую рыхлую массу, – вот почему до нас дошло очень мало старинных оловянных вещей.* Из истории известно, что зимой 1812 года у отступающих французов стали разваливаться форменные пуговицы, изготовленные из олова. В одну из зим мороз уничтожил все оловянные ложки и миски, которыми пользовались каторжане, работающие на руднике в Нерчинске (Сибирь). По вине олова произошли и трагические события с одной из экспедиций к Южному полюсу, когда стали разрушаться жестяные банки с запасами керосина, швы которых были пропаяны оловянным припоем с небольшим содержанием свинца. Чтобы уберечь изделия от «оловянной чумы», к чистому олову добавляют цинк, висмут, сурьму.

«Природное олово существует в двух модификациях: серебристый металл с плотностью 7,3 г/см^3 – это белое олово и серое олово – материал со свойствами полупроводника и плотностью 5,8 г/ см^3 при охлаждении белое олово переходит в серое, резко увеличивается удельный объем, металл рассыпается в серый порошок. Такое превращение быстрее всего происходит при температуре -33 °С, а если есть контакт белого олова с серым, то «оловянная чума» быстро распространяется от одного предмета к другому. Считается, что оловянные предметы надо хранить в теплом помещении». И. Л. Аптекарь, А.Д. Стыркина. Реферат. «Заражение при оловянной чуме» // «Доклады АН СССР», т. 265, № 5, 1982. Также прочитайте статью: «Художественное литье», художника И. Малаховского // «Наука и жизнь», № 10, 1979.

В 80-х годах прошлого века к орнаментальному ажурному оловянному литью вновь обратились чешские мастера бижутерии из города Яблонец. Они и сейчас умело сочетают оловянный литой ажур со стеклом, штампованным в виде граненых драгоценных камней, и гальваническими покрытиями, имитируя золотые изделия псевдобарочного периода. Современные чешские мастера-литейщики выполняют ажурное литье орнаментально-растительного характера в виде звеньев, из которых в дальнейшем собираются браслеты, броши, ожерелья. В их работах старинное ремесло обрело новую жизнь. Славятся своим оловянным литейным мастерством дизайнеры России, Англии и Италии.

Для художников-любителей, дизайнеров, желающих попробовать свои силы в литье, олово представляет собой благодатный материал. Оно привлекает прежде всего своим красивым цветом, сходным с цветом серебра, своей технологичностью – низкой температурой плавления, легкостью тонирования, пластичностью, позволяющей легко гравировать, чеканить, «лепить» паяльником, добавляя или отнимая металл.

В умелых руках с помощью несложного оборудования серебристые слитки из олова превращаются в выразительные, прекрасно передающие пластику миниатюры: скульптуры, медали, броши, браслеты, запонки, булавки для галстуков, в оригинальные рельефные или ажурные пуговицы и тому подобное. Ажурными или рельефными пластинами более крупного размера можно украсить шкатулки, декорировать дверные ручки, петли, замочные скважины. Пластины, наложенные на фон из дерева или камня, могут служить самостоятельными настенными украшениями. Наконец из сборных деталей изготовляют достаточно крупные вещи; фонарики, бра, подсвечники, ларцы, шкатулки.

Нередко изделие декорируют вставками перламутра, бисера, янтаря, цветного стекла, камня, керамики. С той же целью применяют холодную эмаль – эпоксидный клей, смешанный с пигментами или художественными масляными красками.

Помимо функции чисто художественной, ювелиры и скульпторы – миниатюристы используют оловянное литье как промежуточный этап для перевода оловянной модели в более твердый металл – серебро, бронзу, чугун, мельхиор, нержавеющую сталь. Олово дает возможность более четко проработать мельчайшие детали, что недоступно моделям из пластилина или воска. Навыки работы с оловом позволяют в дальнейшем перейти к литью из более тугоплавких металлов, например алюминию и его сплавам.

Сегодня мы расскажем об этом древнем ремесле. Современные художники прикладного искусства и ювелиры теперь уже все более охотно применяют технику художественного литья в своей творческой работе. Оно поможет вам в изготовлении различных декоративных изделий, которые можно с успехом применить в дизайнере оформления помещений, а также при изготовлении деталей для ваших моделей.

2.5 Основные разновидности художественного литья

Существуют различные виды литья: в песчано-глинистые и металлические (кокильное литье) формы, под давлением, центробежное, по выплавляемым моделям и др.

Литье в песчано-глинистые формы. Получение отливок в песчано-глинистых формах – сложный и трудоемкий процесс. Ему предшествуют такие подготовительные операции, как изготовление модельных комплексов (моделей, отливок и стержней), приготовление формовочных и стержневых смесей, подготовка литейных опок и других приспособлений.

Модели выполняют из древесины (сосна, дуб, ольха, береза, липа и др.) или из металлов (обычно из сплавов алюминия с медью). При определении размеров модели учитывают припуски на усадку отливки при ее затвердевании и на последующую механическую обработку для получения готовой детали или изделия. Усадка отливок из различных металлов и сплавов составляет 1–2,5 %. Припуск на механическую обработку зависит от размеров отливки и видов последующей обработки. Для чугунных отливок он обычно составляет 2–20 мм, для стальных 4–28 мм.

Используя модель из древесины, можно получить несколько десятков отливок. Модели покрывают специальным модельным лаком, чтобы защитить от влаги и сделать их поверхность более гладкой (предохранить от прилипания формовочной смеси). Деревянные модели применяют в одиночном и мелкосерийном производстве, например в художественном литье. В крупносерийном и массовом производстве используют металлические модели.

Модели бывают разъемные и неразъемные первые состоят из двух, трех и более частей. Их используют там, где по условиям формовки нельзя применять цельные модели.

Стержни при отливке образуют полости, сквозные отверстия или углубления в отливках. Изготовляют их в деревянных или металлических стержневых ящиках из специальных стержневых смесей (песок со связывающими материалами).

Опоки представляют собой чугунные, стальные или алюминиевые (из алюминиевых сплавов) ящики без дна. По форме они могут быть прямоугольными, круглыми или фасонными в зависимости от очертания отливки.

Песчано-глинистые формы изготовляют из формовочных смесей (песок, глина и другие вещества). Процентное соотношение и качество используемых компонентов зависит от вида литья (отливки из чугуна, стали или сплавов цветных металлов).

По назначению формовочные смеси подразделяют на облицовочные и наполнительные. Облицовочные формовочные смеси соприкасаются с жидким металлом и работают в наиболее тяжелых условиях. Их приготовляют из кварцевого песка и глины. Для заполнения объема опоки используют отработанную формовочную смесь (наполнитель).

Изготовление песчано-глинистых форм вручную – процесс малопроизводительный и трудоемкий. Поэтому в современном производстве для выполнения формовочных работ применяются формовочные машины. Они повышают производительность труда рабочих-формовщиков в 10–20 раз.

Литье в металлические формы (кокильное литье). По сравнению с получением отливок в песчано-глинистых формах эта операция более простая и производительная. Металлическая, обычно стальная форма (кокиль) выдерживает тысячи отливок из различных цветных металлов и сплавов. Она имеет внутреннюю полость, соответствующую очертаниям отливки. В домашних условиях или в учебных мастерских кокильные формы можно изготовить из гипса, абразивных камней или из кирпича (см. ниже).

Перед заливкой жидкого металла форму подогревают (до температуры около 80 °С), а стенки внутренней полости смазывают смесью мела, графита и жидкого стекла с водой (для получения более чистой поверхности отливки). Затем в форму заливают жидкий металл. После затвердевания металла форму вскрывают и извлекают из нее отливку.

Литье под давлением. Этот вид литья осуществляют также в металлических формах. Давление на жидкий металл при заполнении формы позволяет отливке воспринять тончайшие очертания формы, уменьшает пористость металла. Заготовки деталей, полученные с помощью литья под давлением, имеют поверхность малой шероховатости и точные (до 0,1 мм) размеры, вследствие чего последующая механическая обработка их или очень незначительна, или совсем не нужна. Металл этих деталей имеет мелкозернистую структуру (результат быстрого охлаждения в форме) и высокую плотность, что повышает прочность деталей.

Литье под давлением позволяет получить детали и изделия сложной конфигурации с отверстиями, резьбой, выступами и т. д. из алюминиевых, медных, цинковых, сплава свинца с оловом и других сплавов.

Центробежное литье. Заливая металл во вращающуюся форму, осуществляют центробежное литье. Под действием возникающих при вращении сил металл прижимается к стенкам формы и, застывая, приобретает конфигурацию, точно соответствующую внутренним ее очертаниям (см. ниже). При этом структура металла получается уплотненной, так как всевозможные металлические включения и газы, образующиеся в процессе заливки жидкого металла, вытесняются ближе к центру вращения. Небольшой слой пористого металла, образующийся на внутренних поверхностях отливки, затем удаляется с помощью механической обработки. Центробежное литье применяют главным образом для получения отливок, имеющих форму тел вращения, например втулок, труб в промышленном производстве и художественного литья: перстней, колье и пр.

Литье по выплавляемым моделям. Вначале изготовляют металлическую модель (эталон) детали из стали или медных сплавов, по которой делают прессформу из легкоплавкого сплава. Затем в полученной прессформе отливают из воска модель будущей детали. Восковую модель и литниковую систему (также из воска) окрашивают погружением в специальную эмульсию.

Для лучшего контакта с формовочным материалом окрашенную поверхность модели припыливают прокаленным при температуре 400–500 °С тонким порошком корунда или кварца и подвергают сушке в течение 4–5 ч при температуре 20 °С, после чего модель с литниковой системой заформовывают в опоке с применением специальной формовочной смеси.

Изготовленная форма сушится при температуре 20 °С в течение 3–4 ч. Далее восковую модель выплавляют в печах при температуре 150 °С с выдержкой в течение 1,5–2 ч и последующим прокаливанием при температуре 800–850 °С. И только после такой длительной подготовки формы в нее заливают жидкий металл, который, затвердевая, образует отливку.

Литье по выплавляемым моделям позволяет получать мелкие детали в изделии сложной конфигурации с высокой точностью размеров (смотри, например, «Каслинское литье»).

2.6. Рабочее место. Основные инструменты

Оборудовать литейную мастерскую в домашних условиях крайне сложно. Правила безопасности запрещают делать ее в квартире многоэтажного дома. Получение отливок из бронзы, латуни, алюминия и даже цинка требует довольно высоких температур и подготовительной работы, для которой площади одной комнаты не всегда достаточно.

Еще одна причина, по которой не стоит проводить плавку металлов дома, – необходимость хранения большого количества горючих материалов. Обычная плавильная печь, работающая на угле, потребляет его столько, что придется отгораживать угол комнаты, а в случае пожара потушить его крайне сложно.

Многие литейщики-любители и профессионалы используют в качестве топлива пропан, хранящийся в баллонах. Он не выделяет побочных продуктов горения, прост в эксплуатации и обладает массой других достоинств. Но этот газ крайне взрывоопасен, поэтому хранить баллоны лучше в сарае в металлическом ящике, а рабочее место устроить так, чтобы они располагались в другом помещении, подальше от открытого огня.

Лучше всего устроить литейную мастерскую в отдельном строении на даче или в деревне. При этом подготовительные работы, то есть формовку небольших моделей, вполне можно производить дома. В профессиональных училищах, колледжах и университетах создают специальные литейные учебные мастерские.

Для формовки, собственно литья и хранения топлива должны быть предусмотрены отдельные помещения. Они должны хорошо сообщаться между собой, что облегчает переноску тяжелых форм от одного участка к другому.

Самое просторное помещение отводится для литейной. В центре или подальше от стен ставится печь (о том, какие бывают печи и как они работают можно почитать ниже). Пол вокруг делается земляным или выкладывается кирпичом.

В стороне невысокий верстак для литейной формы. Уровень расположения литейной чаши не должен быть выше уровня верхней части печи, чтобы при работе ковш не приходилось поднимать.

Следует сказать несколько слов об одежде литейщика. Ее следует делать из прочного материала, хорошо защищающего от тепла. Высокие ботинки на толстой подошве предохраняют ноги во время работы около печи. На руках обязательно должны быть перчатки, а при заливке – рукавицы из двухслойного брезента. Комната для формовки должна иметь не только хорошее дневное, но и искусственное освещение. Литниковые системы собираются на широком верстаке, за которым должно быть одинаково удобно и сидеть, и стоять. Большие формы заполняются и собираются прямо на полу.

Стол должен иметь жесткую крышку и прочно стоять на ножках, поскольку масса некоторых заполненных форм довольно велика. Вокруг него располагают ящики с инструментами, необходимыми при формовке, и съемными частями литниковых форм.

Многоразовые опоки средних размеров, очищенные от остатков формовочного материала, хранятся в специальном шкафу. Песок и глину держат в больших стационарных ящиках.

Обычно начинающему литейщику доступны два легкоплавких материала – свинец и олово. Пользоваться первым не рекомендуется, несмотря на всю простоту его обработки. Во-первых свинец ядовит, а дышать его парами еще более опасно. Во-вторых, от неосторожных опытов могут пострадать другие учащиеся и студенты.

Другой металл – олово (см. выше) – издавна использовался для отливки небольших предметов быта, а также игрушек. Помните сказку Г.-Х. Андерсена «Стойкий оловянный солдатик»? Чтобы сделать фигурку из

олова, понадобится большой опыт формовки, но сам металл крайне прост в обращении. Рабочее место оборудуется крайне просто. Прежде всего, необходим просторный стол, за которым можно было бы стоя собирать литейные формы и производить засыпку формовочной смеси. Место должно быть хорошо освещено, поскольку формы для микролитья (именно так называется отливка небольших изделий) по сложности не отличаются от обычных, а вот размеры их гораздо меньше.

Литье – сложный технологический процесс, требующий большого терпения. Для литья различных изделий необходимы специально изготовленные формы-опоки, модели, стержневые ящики для изготовления стержней и разнообразные инструменты, о которых мы поговорим ниже. Наряду с данными приспособлениями могут потребоваться также шаблоны (формовочные, скребковые, контрольные) и кондукторы для зачистки стержней.

Все перечисленные выше приспособления и будут являться для литейщика своеобразными инструментами, с помощью которых можно создать самые разнообразные художественные изделия из металлов.

Служебные инструменты. Помимо литейных форм, стержней и модельного комплекта, для ручного литья необходим и другой инвентарь, который условно можно разделить на несколько групп.

1. Инструменты, предназначенные для заполнения опоки формовочной смесью: прямоугольные или круглые *сита* с металлической сеткой, плоские или совковые *лопаты.*

2. В опоке смесь утрамбовывают с помощью *ручных трамбовок*, которые в зависимости от назначения могут быть различными: короткими – для уплотнения смеси в опоках с низкими стенками, или длинными – для уплотнения смеси в крупных опоках, с острыми или тупыми концами – для уплотнения смеси соответственно в объеме опоки или у ее поверхности.

3. Для контроля поверхностного слоя засыпанной и утрамбованной смеси используют *уровень*, или ватерпас.

4. Ровную гладкую поверхность можно создать с помощью *гладилки или ланцета.*

5. Упавшие внутрь формы формовочной смеси можно удалить с помощью *крючка.*

6. Выправлять углы лучше всего *угловыми* гладилками.

7. Для того чтобы избежать разрушения во время извлечения модели из формы, смесь необходимо увлажнить с помощью *кисти.*

8. Литниковые каналы лучше всего проделывать специальными *ножами, сверлами* или спицами из стальной проволоки.

9. Сгребать формовочную смесь в сито удобнее с помощью *скребков и совков.*

10. Для выравнивания поверхности литниковых ходов часто фигурные *ложки.*

11. Вентиляционные каналы можно проделать с помощью стальных игл разных диаметров: от 3 до 5 мм – при изготовлении небольших форм, от 7 до 10 мм – для крупных отливок.

12. Приготовленные модели расталкивают, используя специальные молоточки-*киянки*.

13. Лишними здесь не окажутся и *щетки*, которыми можно сметать остатки и лишние комочки формовочной смеси.

14. Для уплотнения формовочной смеси при изготовлении достаточно больших по размеру и массе форм рекомендуют использовать *пневматическую трамбовку.*

15. Часто внутри форм, на крестовинах, закрепляют *крючки* из изогнутой низкоуглеродистой стальной проволоки, которые служат опорой для формовочной смеси. Эти крючки для лучшего сцепления со смесью можно обмазать жидкой формовочной глиной.

16. Для того лучше зафиксировать формовочную смесь в верхней опоке, в ней устанавливают *деревянные колышки.*

17. Такие места в форме, как выступающие части, углы, болваны и переходы от тонких к толстым, закрепляют с помощью *литейных гвоздей*, или *шпилек.*

18. Проволочные или литые *каркасы* используют в литье в качестве «скелета» стержней. При этом в небольшие по размерам стержни вставляют в каркасы из тонкой проволоки, в более крупных стержнях устанавливают каркасы либо из проволоки диаметром до 9 мм, либо литые из чугуна.

19. Каждому литейщику необходимо всегда иметь под рукой *пульверизатор* (для нанесения краски на детали) и *пневматические сопла* (для обдува готовых форм перед сборкой их частей).

2.7. Материалы и печи для литья

Формовочные материалы. В зависимости от их применения формовочные материалы подразделяются на исходные материалы и смеси, а исходные в свою очередь – на основные и вспомогательные. Они имеют также рабочие свойства: природные и технологические. Природные свойства характерны для исходных формовочных материалов – песков и глин. Относятся к ним морфологический, зерновой и химический составы материалов. Рассмотрим это подробнее.

Морфологический состав. При разрушении горных пород образуются размельченные частицы, которые являются основой формовочных смесей. Они переносятся силами природы на большие расстояния и образуют залежи.

Зерновой состав – это размер и форма зерен формовочного материала, соотношение их между разными размерами. Он влияет на свойства формовочных песков. Размер зерен песка влияет на качество поверхности отливки. Более чистая поверхность получается при применении мелкого песка.

Химический состав. Зная химический состав формовочного материала, наличие в нем вредных и полезных примесей, можно определить возможность применения его для приготовления формовочных смесей со свойствами, обеспечивающими получение отливок хорошего качества.

К основным формовочным материалам относятся пески, глины и связующие.

Формовочные пески. Это осадочные горные породы, основную часть которых составляет кварц. Кварцевые пески имеют белый цвет. Различные оттенки формовочному песку придают примеси. Чем их меньше, тем песок светлее и огнеупорнее. Формовочные пески кроме зерен кварца содержат глину. В зависимости от содержания глинистой составляющей, кремнезема и вредных примесей кварцевые пески делятся на три класса: Об1 К, Об2 К, Об3 К (обогащенные). По содержанию кремнезема – на четыре класса: 1 К, 2 К, 3 К, 4 К и глинистые пески по содержанию глины на четыре класса: Т – тощий, П – полужирный, Ж – жирный, ОЖ – очень жирный.

Формовочные глины. Формовочные глины – это горная порода, которая после смачивания становится очень пластичной. Поэтому их применяют в качестве связующего частиц наполнителя при изготовлении прочных формовочных смесей.

Формовочные глины в зависимости от минерального состава делятся на виды, по пределу прочности при сжатии во влажном состоянии – на группы, а в сухом состоянии – на подгруппы.

Связующие. Это вещества, скрепляющие зерна песка в формовочной смеси. Самой распространенной является глина. Но ее применение имеет много недостатков. Она увеличивает пригар формовочной смеси на стенках отливок, уменьшает податливость, газопроницаемость, текучесть смеси.

Для того чтобы этого избежать применяют в качестве связующих особые материалы – крепители. Их вяжущая способность характеризуется удельной прочностью, под которой понимается прочность сухого образца, приготовленного из смеси с испытуемым крепителем, приходящаяся на 1 % содержания его в смеси.

Лучшими крепителями для стержней считаются растительные масла (льняное, конопляное), а также приготовленные из них олифы. Стержни, приготовленные из таких смесей, обладают высокой прочностью (в сухом виде), хорошо выбиваются из отливки, что очень важно при художественном литье.

В связи с тем, что масляные крепители дорого стоят, применение их ограничено. Большое распространение получили крепители П, сульфитно-спиртовая барда СП и СБ, декстрин, жидкое стекло.

Вспомогательные формовочные материалы. Стенки формы прогреваются до очень высокой температуры (1400 °С), вследствие чего происходит быстрое испарение влаги, содержащейся в

формовочной смеси, и выгорание связующих материалов с образованием паров и газов при заливке расплавленного металла. Он может просачиваться в поры формы между зернами песка, часто сплавляя их. Все это отрицательно сказывается на качестве отливаемого изделия. Например, продолжительный нагрев стенки формы может привести к образованию в ней трещин и появлению их отпечатков на поверхности отливок; пары и газы могут проникнуть и остаться в металле, образуя в стенке отливки газовые раковины.

Образование шероховатостей поверхности отливки происходит из-за просачивания металла и вследствие этого пригара песка к ее стенкам. Пригар песка иногда приводит к неисправимому браку.

Для предупреждения подобных явлений применяются вспомогательные формовочные материалы. К ним относятся различного рода добавки, припылы, краски, натирки, формовочные клеи, разделительный песок и пр.

Добавки. Добавки – это опилки, молотый каменный и древесный уголь, конский волос, чугунная дробь. Их используют при изготовлении крупных форм и стержней, подвергающихся сушке перед заливкой металла. Для уменьшения пригара смеси к стенкам отливки добавляют от 3 до 6 % каменноугольной пыли. В производстве крупных архитектурных отливок во избежание образования трещин, которые появляются при сушке, в формовочную смесь добавляют конский волос. Для быстрого охлаждения массивных частей отливки применяют чугунную дробь, которую добавляют в формовочную смесь.

Припылы. Припылы – это порошки, наносимые на внутреннюю поверхность сырой формы. Это делается для того, чтобы расплавленный металл не смачивал стенки формы. Также предупреждается образование пригара на отливке.

В зависимости от размера изделия и толщины его стенок в качестве припыла применяют древесноугольный порошок, серебристый или черный графит, цемент и маршаллит.

Другие вспомогательные материалы. В сухих формах защитную пленку путем окрашивания стенок и стержней специальными формовочными красками. В их состав входят растворитель (вода или спирт), наполнитель (основной огнеупорный материал) и связующее вещество. Когда нужно получить особо чистую поверхность отливки, стержень натирают защитной пастой.

Для разделения одной части формы от другой применяют разделительный песок. Он не должен содержать глину, так как она обладает клеящим свойством. Используют обычно кварцевый песок. При изготовлении небольших форм применяют древесноугольный порошок, используемый для припыла. Стержневой клей используют для склеивания попарно частей больших и сложных частей. Иногда их склеивают раствором белой глины.

Формовочные смеси и их свойства. Если мы хотим получить отливку со сложным рисунком и тонкими стенками, то нужно обратить внимание на качество формовочной смеси при приготовлении литейной формы. Ее свойствами является прочность, пластичность, газопроницаемость, огнеупорность, податливость, состав зерен, теплопроводность. Коротко характеризуем каждое из них.

Прочность. Зависит от количества в ней глины и влаги, от формы и поверхности зерен песка смеси и степени уплотнения ее в форме. Чем больше глины и чем шероховатее поверхность зерен, тем лучше склеивание между собой и тем прочнее формовочная смесь.

Пластичность формовочной смеси зависит от размера зерен песка, количества содержащейся в ней глины, влаги и способа приготовления смеси.

Газопроницаемость. При заливке формы образуется большое количество паров и газов. Они препятствуют нормальному заполнению металлом полости формы. При повышенном давлении газ может

проникать в металл, образуя газовые раковины в отливках. Способность формовочной смеси пропускать через стенки формы пары и газы, образующиеся при заливке, называют газопроницаемостью.

Огнеупорностью называют свойство смеси сопротивляться оплавлению под действием температуры заливаемого металла. Она зависит от размеров зерен песка и его химического состава. Чем крупнее зерна, тем труднее металлу оплавлять их, тем меньше пригорит смесь к стенкам отливки. Чем меньше в смеси легкоплавких составляющих, тем выше ее огнеупорность.

Залитый в форму металл при кристаллизации и охлаждении уменьшается в объеме, и готовая отливка будет иметь несколько меньшие размеры, чем полость формы. Такое явление называют усадкой отливки.

Литейная форма не должна сопротивляться усадке металла. Иначе в стенках отливки могут образоваться трещины из-за напряжений, возникающих в металле.

Свойство формовочной смеси, характеризующее сопротивление усадке отливки в форме, называется *податливостью.*

Разновидности формовочных смесей. При получении художественных отливок мы применяем формовочные смеси, которые делятся на несколько видов:

1. По типу использования – облицовочные, наполнительные, единые;

2. В зависимости от применяемых при приготовлении смеси песков – природные, или естественные, и искусственные, или синтетические;

3. По роду применяемого для отливки металла – для чугунного литья и для цветного;

4. По состоянию формы перед заливкой – для форм, заливаемых в сыром виде, и для заливания после сушки;

5. Специальные формовочные смеси.

Облицовочной смесью называют такую смесь, которую используют для изготовления рабочего слоя формы, соприкасающегося с моделью. Она первой принимает на себя температурные воздействия и должна обладать хорошей прочностью, пластичностью, огнеупорностью и газопроницаемостью.

Наполнительная – это такая смесь, которой заполняется форма после нанесения облицовочной.

Единые смеси применяются при машинной формовке. При изготовлении цветных отливок и тонкостенных ажурных и чугунных применяют *природные формовочные смеси.*

Искусственные, или синтетические, смеси представляют собой смесь песка или нескольких видов песка и глины с отработанным составом.

Для форм чугунных отливок используется смесь, обладающая хорошей огнеупорностью и газопроницаемостью, из-за высокой температуры чугуна, заливаемого в форму.

При производстве *литейных форм для отливок из цветных металлов и сплавов* (алюминиевые сплавы, бронза, латунь) применяют мелкозернистые формовочные смеси.

В формах, заливаемых по-сырому, применяются смеси крупных песков. Отработанную смесь используют при заливке форм после сушки. Освежается она за счет облицовочной смеси. В процессе художественного литья бывают моменты, когда применяют *специальные формовочные смеси.* Они бывают жидкими и песчано-смоляными.

Материалы для отливок. При художественном литье металлы в чистом виде практически никогда не применяют, так как их свойства не соответствуют требованиям, предъявляемым к отливкам. При соединении двух и более элементов в определенных пропорциях получаются сплавы. Они бывают нескольких

разновидностей: цветные (медь, олово, алюминий, свинец, цинк, магний и т. д.), черные сплавы (чугун и сталь). Наибольшее распространение получили медные сплавы в производстве монументальных отливок, а серый литейный чугун – при отливке малых форм.

У всех металлов и сплавов имеются определенные механические, технологические и физические свойства. Немного подробнее о каждом из них.

Механические свойства – это прочность сплава, твердость, пластичность, вязкость, упругость.

К технологическим относятся литейные свойства сплавов, их свариваемость и способность к обработке резанием.

Физическими свойствами являются температура плавления сплава, цвет, плотность, расширение при нагревании, магнитные свойства, электро– и теплопроводность.

Также у сплавов есть литейные свойства. К ним относятся такие, как: жидкотекучесть, ликвация и усадка. Ниже приводятся объяснения по каждому свойству.

Жидкотекучесть – качество заполнения металлом литейной формы. Когда мы изготовляем ажурную художественную отливку со сложной поверхностью, хорошая жидкотекучесть просто необходима. Химический состав сплава и температура заливки – показатели жидкотекучести. У чугуна она увеличивается при повышении содержания кремния, фосфора и углерода, а сера и марганец понижают жидкотекучесть. Существует специальная литейная форма со спиралевидным каналом, при помощи которой и определяют жидкотекучесть.

Залитый в форму сплав при охлаждении теряет объем. Это называется *усадкой*, которая бывает объемной и линейной. Если в отливках возникает внутренние напряжения, вызывающие трещины, пористость, усадочные раковины, то причиной этому стала усадка.

Она также негативно влияет на объем и размеры изготовляемых отливок.

При кристаллизации сплава возникает неоднородность химического состава – это *ликвация*, которая наиболее выражена в массивных сечениях изделия.

Употребляемые литейные сплавы. Теперь нам необходимо подробнее остановиться на рассмотрении сплавов, применяемых при художественном литье. Как уже говорилось выше, их несколько.

Медные сплавы. Современные исследования историков и археологов свидетельствуют о том, что медь, вероятнее всего, была первым металлом, которым овладел человек, научившись выплавлять его из руд. Произошло это, судя по возрасту найденных в последнее время археологами древнейших изделий из меди, почти 10 тысяч лет назад.

С открытием металлургии медь и ее сплавы на много веков стали материальной основой техники. Затем люди научились выплавлять железо, и медь на целые тысячелетия утратила свое первостепенное значение в производстве орудий труда. Со временем наука и техника подготовили новые сферы использования меди. Медь стала одним из самых важных и широко распространенных легирующих элементов в десятках новых сплавов. Да и в электротехнике медь всегда являлась материалом номер один.

Если изделие будет работать в условиях повышенного трения, во влажной среде (морская вода), то такие детали необходимо изготавливать из медных сплавов. Также они имеют хорошие литейные свойства и их используют в художественном литье. Существуют два вида медных сплавов – бронза и латунь. Расскажем немного о каждом. Олово, свинец (см. описание выше), марганец, алюминий, добавленные к меди, – это и есть бронза. В свою очередь и бронза бывает двух видов – оловянная и безоловянная. Оловянные бронзы имеют как достоинства (высокое сопротивление износу и действию воды, хорошая жидкотекучесть), так и недостатки (высокая стоимость, низкая прочность при повышенной температуре,

склонность к образованию усадочной пористости). Безоловянные бронзы обладают хорошей коррозийной прочностью и стойкостью, недороги, но в то же время отливки из них получаются с усадочными раковинами, не очень плотными.

Латунь – это сплав меди с цинком (см. применение **цинка** ниже). Иногда при плавке латуни добавляют и другие химические элементы. Эти сплавы чаще всего используют при изготовлении отливок со сложной поверхностью, потому что они имеют более плотную структуру и малую газовую пористость.

Алюминиевые сплавы. Бокситы – главная руда алюминия. Своим названием этот вид минерального сырья обязан местности Ле-Бо на юге Франции, XIX веке впервые были обнаружены его крупные залежи. Однако знакомство человека с этой рудой произошло гораздо раньше – в самом начале нашей эры. Сохранилось письменное свидетельство Плиния Старшего о том, как безыменный мастер изготовил для императора Тиберия серебристый сосуд из «глины». Император, отличавшийся недоверчивостью, подозрительностью и вероломством, приказал казнить мастера, так как побоялся, что доступное «глиняное серебро» обесценит его серебряные сокровища. Загадочная глина осталась безвестной еще на восемнадцать столетий.

XIX век, прославившийся крупными научными открытиями, дал путевку в жизнь многим химическим элементам, полезным ископаемым, металлам. Промышленная революция требовала новых материалов – прочных, легких, красивых. Но, как это нередко случается, путь нового материала от лаборатории до промышленного производства занимает десятилетия. Так было и с алюминием. От удачного эксперимента датского физика Ханса Кристиана Эрстеда, которому удалось получить чистый алюминий в виде тонкого порошка в 1825 году, а через 20 лет удалось получить новый металл в виде мелких зерен, до электролитического способа получения алюминия из глинозема прошел 61 год! В 1886 году в США студент Холл и во Франции химик Эру независимо друг от друга запатентовали этот способ, заложивший фундамент бокситодобывающей и алюминиевой промышленности.

В те годы выдающемуся русскому ученому Д. И. Менделееву на юбилей преподнесли брошку в виде маленькой ящерицы. Этот подарок считался сенсацией, так как ящерица была выполнена из совершенно нового, чрезвычайно редкого и дорого материала – алюминия.

В основном этот новый металл – алюминий, получали в небольших количествах химическими методами, и стоил он ненамного дешевле золота. Наряду с золотом и серебром алюминий шел на изготовление ювелирных изделий. Так, в 50-х годах XIX века из алюминия и золота сделали погремушку для сына французского императора Наполеона III (рис. 2.11).

Центральный шар погремушки и корона на нем сделаны из золота, а ангелочки и ручка в виде ангела – из алюминия. Погремушка украшена драгоценными камнями. (Коллекция сведений не слишком известных // Наука и жизнь. № 2, 1979).

А в 1884 году из алюминия сделали верхушку памятника Вашингтону в столице США. Пирамидка весом около 25 кг перед установкой на вершине обелиска была выставлена в витрине крупного ювелирного магазина в Нью-Йорке на удивление прохожим, никогда в жизни не видевших таких количеств драгоценного металла. Собственно, по своим качествам алюминий и сейчас заслуживает этого звания – необычайная легкость, красивый блеск после шлифовки и благородная матовость в окисленном виде, устойчивость к химикатам и легкость обработки делают его хорошим материалом для ювелирных и чеканных изделий. Но распространенность алюминия в горных породах и легкость получения в больших количествах почти совершенно лишили его этой роли. Зато в технике и строительстве алюминий – поистине драгоценный металл.

Из года в год стоимость алюминия снижается, а сфера применения расширяется. Почему? Этот металл имеет ряд уникальных свойств – он устойчив к коррозии, легок, весьма просто обрабатывается. Алюминий и его сплавы можно резать, штамповать и даже прессовать через специальные фильеры, выдавливая словно крем. Все эти свойства привлекают внимание инженеров, дизайнеров к широкому применению металла и его сплавов в строительстве, художественном литье и т. д.

Алюминиевые сплавы делятся на группы и марки, обладают хорошими литейными свойствами, великолепно обрабатываются, имеют малую плотность и довольно прочны. Наибольшее применение имеет группа сплавов кремния с алюминием. Их называют силуминами.

Серый чугун. Если учесть дефицитность и высокую стоимость медных сплавов, то лучшей замены им, чем *серый чугун*, не найти. Он обладает хорошими технологическими свойствами, высокой коррозийной стойкостью и низкой стоимостью. Поэтому широко применяется при изготовлении малых форм.

2.7.1. Плавильные печи

Чтобы приготовить металл для заливки в форму, существуют плавильные печи, в которых он расплавляется. Есть несколько разновидностей печей – это дуговые и индукционные электрические, пламенные и тигельные, вагранки, электрические печи сопротивления. Они должны обеспечивать: низкий расход топлива и хорошую производительность, небольшой угар расплава и минимальное насыщение его ненужными примесями, выход расплава заданной температуры, жидкотекучести и химического состава. Совсем немного поясним вопрос по поводу этих печей.



Если нам нужно иметь значительное количество металла с постоянным химическим составом, то более всего подходит для этого *вагранка.* Это печь непрерывного действия, и потому у нее такая высокая производительность. Она представляет собой шахтную плавильную печь, которая внутри выложена огнеупорным кирпичом.

Снаружи она облицована металлическим кожухом, сварным или клепаным.

При всех достоинствах этой печи у нее имеется очень существенный недостаток – в составе расплава увеличивается содержание серы (она переходит в чугун).

Пламенная печь используется при изготовлении цветных сплавов и плавке чугуна. Она представляет собой камеру, кожух которой собран из литых чугунных плит. Ее также изнутри облицовывают огнеупорным кирпичом.

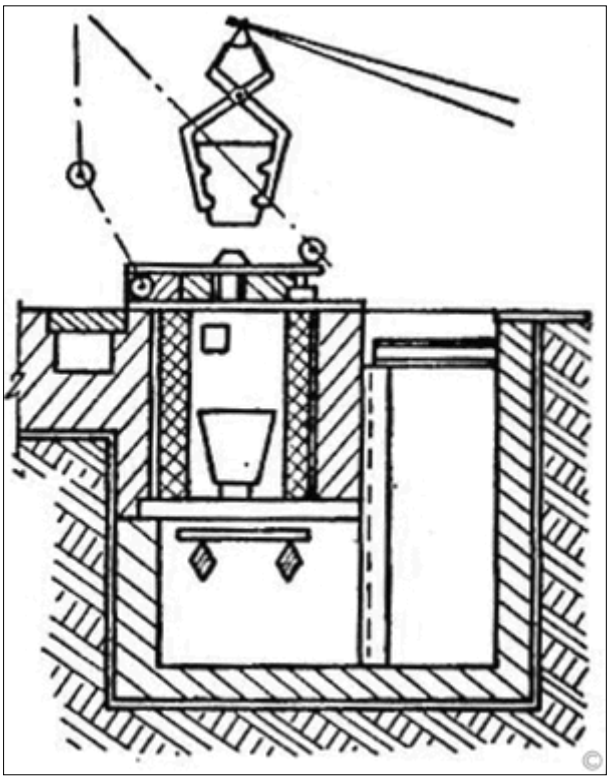
Такие печи могут быть стационарными и поворотными. Они имеют большое преимущество, заключающееся в возможности получения чугуна с меньшим содержанием вредных примесей. Но по сравнению с вагранками пламенные печи менее удобны в работе и неэкономичны.

По типу энергии, применяемой для плавки, например *тигельные печи* (рис. 2.12) подразделяются на электрические и коксовые. Могут быть поворотными и стационарными и используются для плавки бронз и латуни. Преимущество плавки в таких печах – получение расплава с малым содержанием серы. Недостаток – большой расход кокса и малая производительность.

Электрические плавильные печи делятся на дуговые, индукционные и печи сопротивления. Чаще всего их применяют для плавки бронзы и латуни, но редко – чугуна. Дуговая электрическая печь – это стальной сварной барабан с графитовыми электродами, между которыми возникает дуга, являющаяся источником теплоты.

Индукционные печи относятся к агрегатам непрерывного действия, они очень экономичны и производительны. Достоинствами этих печей являются небольшой угар элементов, постоянный химический состав металла и отсутствие вредных выделений.

Мы же на первых порах будем использовать при литье малых форм небольшие электрические муфельные печи с температурой нагрева до 950-1200 °С.



2.8. Микролитье небольших изделий

Как овладеть технологией микролитья? Главное – тщательно продуманная подготовка и подробные записи о выполняемой работе. Это поможет учесть первые ошибки, а в будущем даст возможность экспериментировать.

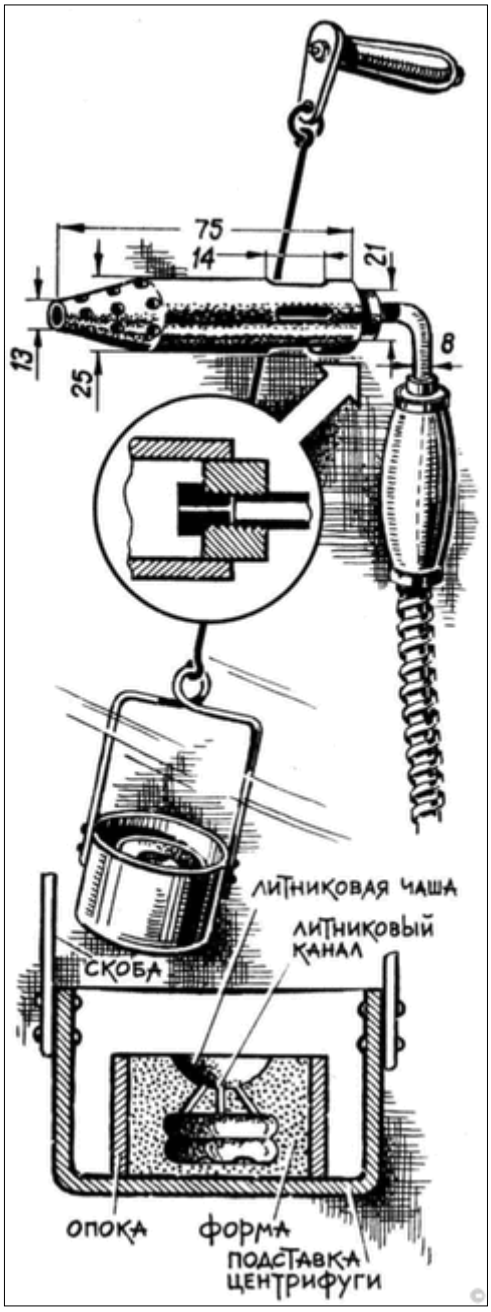
Вот основные материалы и инструменты: олово или третник (сплав 2/3 олова с 1/3 свинца), пластилин и пчелиный воск для лепки моделей, гипс, тальк (можно заменить порошком пемзы), мастика белая скипидарная для натирки паркетных полов (может быть заменена мыльным кремом для бритья), раствор медного купороса с марганцовокислым калием, самодельная центрифуга, газовая горелка и опока (рис. 2.13). Миниатюрные чеканы, сделанные из вязальных спиц.

Как вы уже узнали, что существует несколько основных способов литья, вобравших в себя опыт древнего ремесла и современной технологии изготовления художественных произведений из металла. Применительно к олову это способы барельефного литья, ажурного литья, объемного литья и кокильного литья. О каждом из них мы расскажем подробно.

Все оборудование для микролитья можно изготовить своими руками. Опока – это отрезок трубы с толщиной стенки 2–3 мм. Заготовить нужно несколько опок различного диаметра для моделей разной величины. Но учтите, что самая большая опока должна свободно умещаться в подставке ручной центрифуги.

Центрифуга изготовляется так. В деревянную ручку пропустите металлический стержень толщиной около 5 мм. К стержню неподвижно прикреплена серьга. Ручка длиной 4–5 см должна свободно вращаться на стержне (см. рис. 2.13 и 2.17, позиция 1). Подставку для опоки изготовьте из железа. Диаметр ее 7–8 см, высота бортика 2,5–3 см. К бортику приклепайте скобу высотой 11–12 см от основания подставки. Вверху скобы приварите или сделайте витое кольцо. Соедините его с серьгой проволочным коромыслом с согнутыми на концах кольцами. Места соединения должны быть прочными и подвижными. Длина коромысла 25–50 см, толщина 4 мм. Чтобы уверенно пользоваться центрифугой, потренируйтесь сначала: поставьте в нее сосуд с водой и вращайте, стараясь не пролить воду.

Наиболее простой и удобный аппарат для плавки металла состоит из портативного баллончика с пропаном, бронированного шланга к нему и самодельной горелки (см. рис. 2.13).



Отрежьте от железной трубы подходящих размеров втулку для сопла горелки. Затем, прорезав в нескольких местах ножовкой край трубки, ковкой сузьте на конус одну из сторон и опилите. После этого вдоль втулки просверлите и пропилите отверстия. Из латуни выточите пробку и плотно вгоните молотком в сопло. В центре пробки просверлите отверстие и нарежьте резьбу для трубки, которая будет подавать газ в горелку. Трубку подберите с таким расчетом, чтобы в ней можно было нарезать резьбу для капсюля. Капсюль вывинчивают из шланга. Трубку с капсюлем ввинтите в пробку, аккуратно изогните и насадите на другой конец ручку из дерева или эбонита. Бронированный шланг удлините прочным резиновым шлангом, способным выдержать давление газа.

Регулируют подачу газа краном, расположенным на шланге. Зажигайте горелку при минимальной подаче газа, а потом увеличивайте пламя. Горелка развивает температуру до 1000 °С – ее вполне достаточно, чтобы заниматься художественным микролитьем.

Во время работы с горелкой баллон с газом не должен находиться рядом с пламенем.

Различных сплавов для мелких отливок существует множество. Можно взять, например, такой: 63,7 % меди, 33,5 % цинка, 2,55 % олова, 0,25 % свинца. Пусть вас не пугают десятые и сотые доли процента – не обязательно слишком точно придерживаться этой пропорции.

Хорошо продумайте, что вы будете отливать, потом приступайте к изготовлению восковой модели. Учтите, что расплавленный металл повторит все огрехи модели, поэтому тщательно отделывайте ее.

К модели прикрепите расплавленным воском металлические литниковые штифты толщиной 1–2 мм. Хороший штифт получается из швейной иглы, если отломать острие. Чаще всего для равномерного и быстрого заполнения формы требуется несколько штифтов – в этом случае они обязательно должны пересекаться в одной точке, где также скрепляются воском.

Впоследствии точка пересечения окажется вне формовочной массы – это видно на рисунке 2.13.

Учитывая габариты модели, подберите опоку. Высота опоки определяется с таким расчетом, чтобы расстояние ее воображаемым дном и моделью составляло 1–1,5 см, а вверху можно было вырезать в формовочной массе литниковую чашу для плавки металла.

Формовочную массу приготовьте из двух частей гипса и одной части талька или пемзового порошка. Хорошо перемешайте состав и засыпайте в воду. Масса должна приобрести консистенцию негустой сметаны. Поставьте опоку на лист асбеста и заполните формовочной массой. Пока масса не затвердела, возьмите модель за штифт и погрузите в нее, слегка вибрируя, чтобы удалить пузырьки воздуха. Не раньше чем через полчаса скальпелем вырежьте литниковую чашу и плоскогубцами осторожно удалите штифты. Литниковые каналы, оставшиеся после удаления штифтов, должны располагаться в центре литниковой чаши, имея каждый самостоятельный выход.

Поместите опоку в духовку или муфельную печь литниковыми каналами вниз и в продолжение двух часов постепенно (иначе пар разорвет форму) повышайте температуру до 350 °С. После этого положите опоку боковой стороной на газовую плиту, подстелив лист асбеста, и, увеличивая огонь, выжгите оставшийся воск, поворачивая опоку для равномерного прогрева. Продолжайте нагрев и после того, как выгорит весь воск: обжиг необходим для повышения газопроницаемости формы. Как только стенки опоки станут красными, перенесите ее в ручную центрифугу. В литниковую чашу аккуратно заложите нужное количество металла и начните плавку, подсыпав немного буры. Плавящийся металл не пойдет без давления в узкие литниковые каналы. Но вот металл расплавлен весь, вы начинаете быстро вращать центрифугу, и металл устремляется в форму. Двадцати оборотов центрифуги достаточно, чтобы не только заполнение формы, но и кристаллизация металла произошли под давлением.

Чтобы извлечь отливку из формы, надо горячую опоку подставить под струю воды, направленную в литниковую чашу. Форма разрушится, и вы увидите почти готовое изделие (см. рис. 2.14, 2.15, 2.16). Отливку отбелите в 15 %-ном растворе серной кислоты.

Из мелких фрагментов можно с помощью пайки монтировать более крупные художественные произведения.

Занимаясь микролитьем, не забывайте ни на минуту о технике безопасности. Внимательно прочтите и запомните инструкцию, как обращаться с газовыми баллонами, – такая инструкция есть в каждом обменном пункте газовых баллонов. Приготовляя раствор серной кислоты, помните, что нужно кислоту лить в воду и ни в коем случае не наоборот. Раствор нужно готовить осторожно, не проливая кислоту. Прорезиненный фартук, резиновые перчатки, очки необходимы.





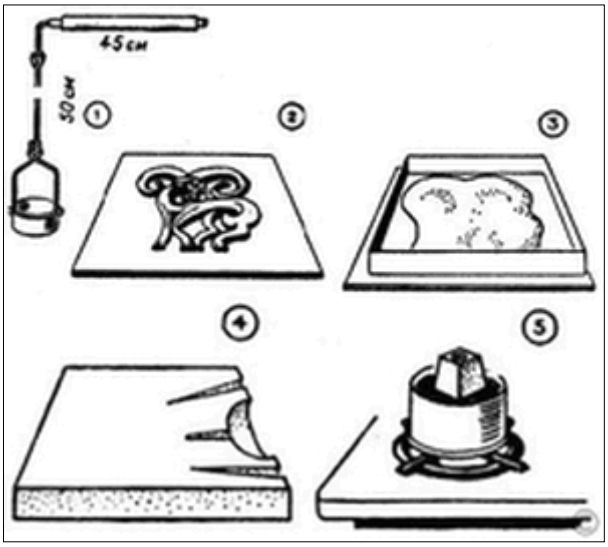


2.9. Барельефное литье

Характерной особенностью барельефного литья является определенная высота рельефа над фоном – она не превышает обычно 1/3 плоскостных размеров изделия.

Работа начинается с изготовления модели из пластилина. Удобнее всего лепить на стекле или пластмассе (рис. 2.17, позиция 2). Готовая модель, например, барельеф декоративной решетки или барельефное изображение человека, животного, заливается раствором гипса. Готовить его очень удобно в резиновой чаше (срезанный на 1/3 резиновый мяч); в нее засыпают такое количество гипса, чтобы его вершинка слегка выступала над залитой в чашу водой. В перемешенном виде раствор должен по густоте напоминать жидкую сметану.

Первый слой гипса наносят на модель кисточкой, не допуская образования пузырьков воздуха в углублениях; затем модель помещается в ограждающую рамку (опоку), которая не позволит гипсу растечься при заливке всего объема (рис. 2.17, позиция 3). Через 10–15 минут гипс затвердеет и слепок (полуформа) с модели готов. Пластилин удаляют стеком под струей теплой воды.



При помощи этой же опоки отливают вторую полуформу – цельную пластину из гипса. На ее гладкой стороне прорезают литники и выпоры (рис. 2.17, позиция 4). литниками называются отверстия, по которым металл заполняет форму. Выпоры – вспомогательные отверстия, по ним под давлением расплавленного металла воздух и литейные газы выходят из пустот формы.

Обе полуформы складывают вместе и обвязывают мягкой медной проволокой, шов заливают гипсом. В верхней торцевой части полуформ делают воронку (от дна которой начинается литник), в не будет заливаться расплавленное олово или третник. Готовую гипсовую форму сушат на очень слабом огне газовой плиты примерно около 3 часов при температуре не более 150–200 °С (рис. 2.17, позиция 5). Нужно следить, чтобы сушка шла медленно, иначе форма может разрушиться.

После того как изготовление формы заканчивается, можно приступить к литью. Оно начинается с расплавления металла. Для получения качественной отливки важно выдержать оптимальную температуру расплава. Признаком достижения нужной температуры служит пленка соломенно-желтого цвета, образовавшаяся на поверхности жидкого олова. Расплав такой температуры и следует заливать в форму. Пренебрежение этими требованиями отрицательно скажется на отливке: недогретый металл даст

смазанный отпечаток, перегретый (более 360 °С) – перекристаллизует гипс формы, и пары кристаллизованной воды оставят раковины на поверхности отливки.

Остывшую форму помещают в чашу центрифуги, быстро заливают металл и начинают энергично вращать центрифугу в вертикальной плоскости. Под действием центробежных сил расплавленный металл заполнит все мельчайшие углубления формы. Если модель не имеет мелких деталей и значительных углублений, можно обойтись без центрифуги.

Вращение центрифуги продолжается не более полминуты. За это время металл кристаллизуется и застывает. Как только олово в форме застынет, форму опускают в миску с водой. Размокший гипс легко удаляется, и отливка освобождается, с нее срубают весь лишний металл: литники, выпоры и т. д. Если отливка получилась с дефектами – раковинами, недоливами, – нехватку металла можно восполнить с помощью электропаяльника мощностью 80 Вт.

Затем приступают к окончательной отделке. То, что не удалось сделать в пластилине, доводят теперь на металле. Отливку крепят сургучом на деревянной пробке или дощечке и зажимают ее в тиски. Обработку отливки ведут шаберами, чеканами, штихелями (см. далее главы: «Чеканка» и «Гравирование»).

В процессе обработки олово приобретает блеск, и блики мешают видеть форму. Убрать их можно тонированием раствором медного купороса. Купорос придает изделию серовато-черный оттенок, напоминающий старое серебро. После окончательной полировки тонировку нужно сохранить в углублениях. Таким приемом удается еще больше подчеркнуть рельефность. Изделия, выполненные при помощи барельефного литья можно отделать плавленым бисером, инкрустировать жемчугом, эмалевыми вставками (см. рис. 2.14– 2.16 и 2.18).

Нередко, чтобы уменьшить вес изделия и получить тонкостенную отливку (она меньше подвержена усадочным раковинам), пластилин из первой полуформы удаляют частично, сохраняя только лицевую оболочку толщиной 2–3 мм. Вторая полуформа должна быть выпуклой и соответствовать пустотам на полях первой половины делают полукруглые замковые лунки, а затем вместе с пластилином смазывают ее растительной смазкой – скипидарной мастикой или мыльной пеной. Вторая полуформа отливается на разделительную смазку поверх первой полуформы. Затем полуформы разнимают и удаляют пластилин. На второй полуформе прорезают литники и выпоры, и на обеих режется литниковая воронка.



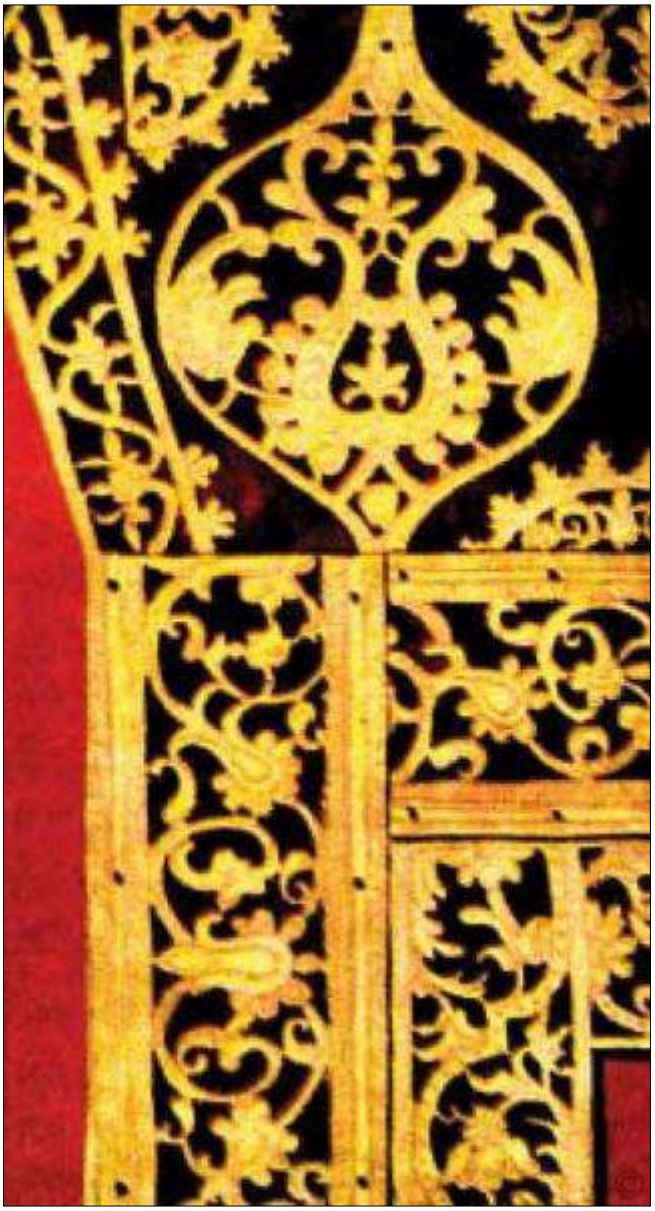
Форма для отливки медалей изготовляется примерно так же (см. главу «Басма»). Нужно только во время литья размещать ее не строго вертикально, а наклонно, под углом 30–40°. При таком положении отливка медалей идет качественнее.

2.10. Ажурное литье

Олово теперь стало привычным металлом, но в XVI–XVII веках оно вывозилось в Россию из других стран и ценилось довольно высоко. Тонким слоем олова покрывали железные изделия, чтобы предохранить их от ржавчины. Из серебристого легкоплавкого металла отливали русские мастера посуду с рельефными украшениями. Поверхность изделий из мягкого, податливого олова легко обрабатывалась резцом. Поэтому отлитые изделия часто украшались гравированными орнаментами и надписями затейливой старославянской вязью. Много образцов оловянной посуды хранится в Историческом музее в Москве (см. рис. 2.19, фрагмент деревянной рамы).

Из-за хрупкости олова ажурное литье из него применялось чаще всего в тех случаях, когда отливки крепились на основании из более прочного материала, например на дереве. Отлитые в мастерских ажурные полоски и бляшки с низким узорным рельефом набивали мелкими гвоздиками на стенки деревянных ларцов и рам для зеркал. Иногда для большей декоративности под ажурные оловянные пластины подкладывали ярко окрашенную слюду, а сам узор золотили. Так отделаны деревянные панели Благовещенского собора Московского Кремля.

Технология старинного способа украшения изделий ажурными оловянными пластинками довольно проста и не требует сложного оборудования. Вы можете декорировать ларцы, шкатулки, настенные панно из дерева и металла.



При разработке эскиза, особенно для настенного панно интерьера, желательно использовать не только традиционные растительные мотивы, но и стилизованные изображения архитектурных сооружений, зверей, птиц, рыб, насекомых. В эскизе нужно заранее учитывать технологические особенности ажурного литья, следить за тем, чтобы все элементы будущего рельефа, соприкасаясь, образовывали монолитную ажурную решетку. Если предполагаете украсить крупные изделия, рельеф на эскизе следует разделить на несколько частей и потом отливать каждую отдельно.

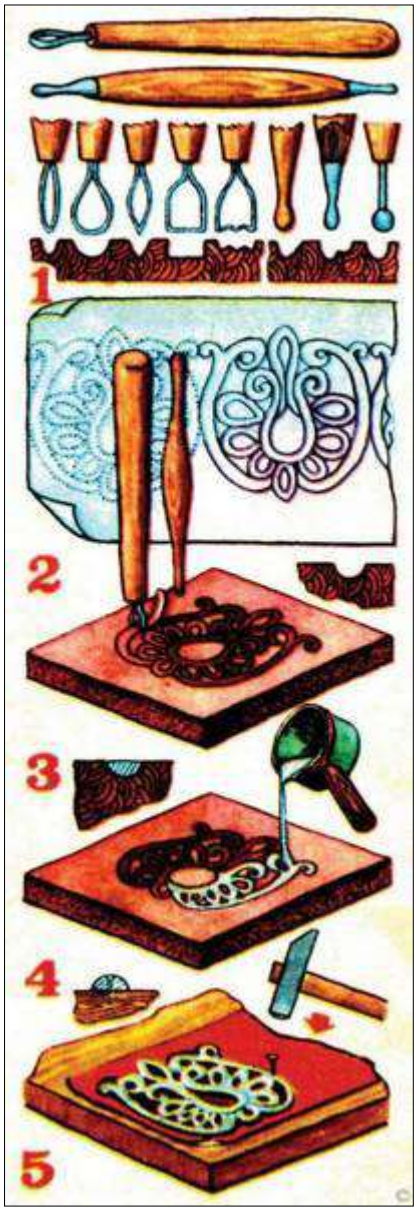
Любой узор состоит из повторяющихся элементов, так называемых раппортов. Достаточно изготовить литейную форму для одного такого раппорта, чтобы потом в ней отлить последовательно весь узор. Из двух-трех раппортов можно составить более сложный узор. Литейная форма в этих случаях для каждого раппорта изготовляется отдельно (рис. 2.20).

Эскиз нужно делать на тонкой бумаге, с которой будет проще перевести изображение на материал для формы.

Отливку производят в глиняной или гипсовой форме. Глину нужно хорошо отмутить, то есть удалить из нее посторонние примеси. Широко известен способ отмучивания глины в воде. Разведенной в воде глине дают отстояться – песок и щебенка опускаются на дно, а травинки и щепки поднимаются на поверхность. Осторожно слив воду, снимают верхний слой глины. Подсушенную глину пускают в дело.

Есть и другой, менее известный способ отмучивания. Куски глины высушивают на солнце или в помещении, а затем толкут в ступе. Растолченную в порошок глину просеивают через мелкое сито, в котором остаются посторонние примеси. По мере необходимости глиняный порошок растворяют в воде, получив массу любой вязкости.

Формы для небольших отливок из металла можно изготовить из жирной глины, для более крупных – из тощей, в которую добавлено небольшое количество мелкого речного песка. Чтобы глина была однородной, в течение нескольких минут тщательно разминайте ее руками. Затем из хорошо промятой глины слепите прямоугольную плиту по размерам отливки, с небольшим припуском на поля. В зависимости от размеров толщина плиты будет колебаться от одного до двух сантиметров.



Если плита для формы выполняется из гипса, то ее нужно формовать с помощью деревянной рамки-опалубки (см. параграф «Барельефное литье»), полотно прилегающей к ровной поверхности стола. Разведите гипс чистой водой до вязкости сметаны и заполните доверху рамку-опалубку. Резать литейную форму можно будет только после того, как схватится гипс, но не затвердеет. Во время работы затвердевший гипс время от времени слегка сбрызгивайте чистой водой из пульверизатора.

Резать литейную форму удобно специальными стеками, наконечники которых можно сделать из старой спиральной пружины. Пружину отпустите в муфельной печи или на огне и разрежьте ножницами на полосы шириной 2–3 мм. Заточив у каждой полоски одну из сторон, согните их, как показано на рис. 2.20, позиция 1. Затем, закалив, вставьте в отверстия, заранее просверленные в деревянных рукоятках. Стеки нужно изготовить не только различной конструкции, но и различных размеров. Чем больше разных стеков, тем удобнее работать.

Кроме стеков потребуются скальпель и лощильники. Лощильники можно вырезать из плотной древесины твердых пород: самшита, груши, яблони, бука, клена или березы. Лощильники нужно пропитать горячим льняным маслом или натуральной олифой (рис. 2.20, позиция 2).

Когда масло или олифа высохнут, рабочие части лощильников, имеющие в основном шаровидную форму, нужно отшлифовать до блеска мелкозернистой наждачной бумагой.

Лощильники будут более надежными, если их рабочую часть выточить из стали, латуни или алюминия на токарном станке. Хорошие наконечники лощильников можно сделать из шариков от подшипников. Различной величины шарики приварите к металлическим стержням, которые затем насадите на деревянные рукоятки. Лощильниками уплотняют и выглаживают стенки формы до получения глянцевитого блеска.

Переводить рисунок на плиту и резать форму можно только при таком состоянии материала, когда глина подсохнув, станет достаточно твердой, но не утратит способности легко резаться. Рисунок на гипсовую плиту перенесите способом припороха, а на глиняную – передавливанием. Чтобы переведенный рисунок был более четким, обведите его концом шила или иглы (см. рис. 2.20, позиция 2).

Литейная форма, вырезаемая на плите, представляет собой обратный рельеф. Каждому углублению в литейной форме будет соответствовать выступ рельефа на отливке.

Вырезав форму, следите за тем, чтобы срезы были четкими и чистыми. Качество резьбы во многом зависит от состояния формовочного материала. Слишком влажная глина прилипает к инструментам, а сухая, наоборот, крошится. Форму начинайте резать широкими стеками, а заканчивайте более узкими. Некоторые особо мелкие детали удобно вырезать кончиком скальпеля.

Закончив вырезать форму, смахните кистью попавшие в нее глиняные крошки и обработайте стенки лощильниками (см. рис. 2.20, позиция 3).

Готовую литейную форму можно залить не только расплавленным оловом, но и сплавом олова со свинцом (третником), оловянным припоем. Если нет муфельной печи и графитного тигля, металл довольно легко расплавить на газовой или электрической плите в жестяной банке. Чтобы не обжечь руки, прикрепите к банке толстой проволокой деревянную ручку.

Расплавленный металл должен заполнить все мельчайшие углубления формы. Чтобы металл быстро не остывал и долго сохранял текучесть, необходимую для заполнения формы, плиту с формой нужно предварительно нагреть. Нагретую плиту положите строго горизонтально на обитый жестью стол и осторожно влейте в форму расплавленный металл (см. рис. 2.20, позиция 4).

Помните: работать необходимо в рукавицах и защитных очках, в хорошо проветриваемом помещении!

Извлечь отлитый рельеф из литейной формы можно только когда металл остынет, слегка поддев его кончиком скальпеля. Рельеф будет значительно легче отделяться от формы, если перед заливкой форму слегка присыпать тальком или графитовой пудрой. Графитовую пудру можно приготовить из стержня простого карандаша, измельчив его в ступке, а затем просеяв через мелкое сито.

Остывая, металл дает усадку, но она настолько незначительна, что практического значения при ажурном литье не имеет.

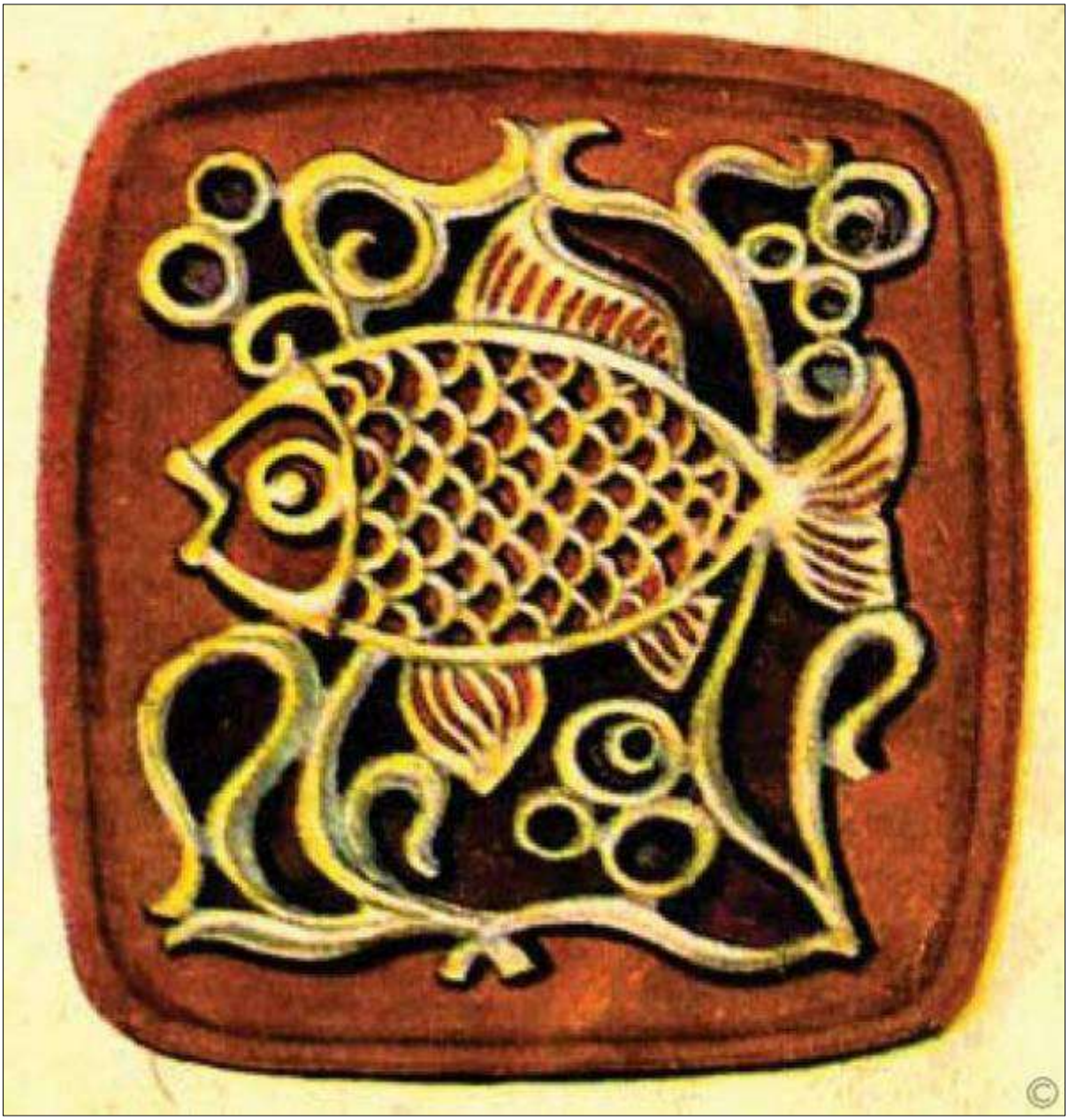
Если грани рельефа на отливках получатся не очень четкими, их можно подправить гравировальными резцами и заодно, если хотите, нанести гравировальный рисунок (см. рис. 2.20, позиция 5).

Когда будут отлиты все элементы узора, можно приступить к их монтажу на украшаемом изделии. Ажурные бляшки и полоски крепят на деревянной основе мелкими гвоздиками. В нескольких точках каждой бляшки или полосы просверлите сквозные отверстия по диаметру гвоздиков, предусмотрев углубления под шляпки.

Под ажурное литье можно подложить яркую цветную бумагу или фольгу.

Старые мастера не маскировали шляпки гвоздей, но при желании вы можете это сделать. На каждую шляпку положите небольшой кусочек канифоли. Нагретым паяльником осторожно наплавьте олово на заглубленную шляпку. Когда олово остынет, зачистите мелкозернистой наждачной бумагой этот участок рельефа. После того как все бляшки и полосы будут прибиты, их можно спаять в местах стыка. Узор будет казаться монолитным.

Если ажурные отливки вы предполагаете крепить на металлической основе, например на медном или стальном листе, то припаяйте их к основе в нескольких точках паяльником. Эффектно выглядит ажурный узор на стали, меди или латуни, предварительно декорированных патинированием. Если ажурное литье выполнено из чистого олова, патинировать металлический фон различными химикатами можно и после монтажа: олово не вступает в реакцию с патинирующими растворами, в то время как сталь или медь приобретает определенную окраску.



Прикреплять ажурные отливки к металлу можно и более надежным способом. Наложите отлитое ажурное изделие на лист стали или меди, предварительно покрытой слоем декоративной патины. Просверлите сквозные отверстия одновременно на отливке и металлическом листе. Затем вставьте в отверстия кусочки медной проволоки и припаяйте их концы к отливке, тщательно замаскировав место спайки. Выступающие концы проволок загните с обратной стороны листа и тоже припаяйте.

Небольшую ажурную отливку можно приклеить эпоксидной смолой или другим клеем к керамической плитке, предварительно украсив фольгой (см. рис. 2.21).

2.11. Объемное литье

В отличие от барельефного и ажурного с помощью объемного литья можно получить выгнутые рельефы, кольца и перстни с орнаментом по всему периметру (см. рис. 2.14, 2.15, 2.16 и 2.18). Также изготовляются и полнообъемные фигуры.

Технологию объемного литья мы опишем на примере изготовления художественного кольца (см. рис. 2.14). И в этом случае работа начинается с создания пластилиновой модели. Кольцо задуманной формы лепят стеками на стеклянной пробирке диаметром 18–20 мм. Не надо огорчаться, если не удается тонко проработать все детали кольца. Из-за мягкости материала этого и невозможно добиться. Вся мелкая доводка пойдет в оловянной отливке.

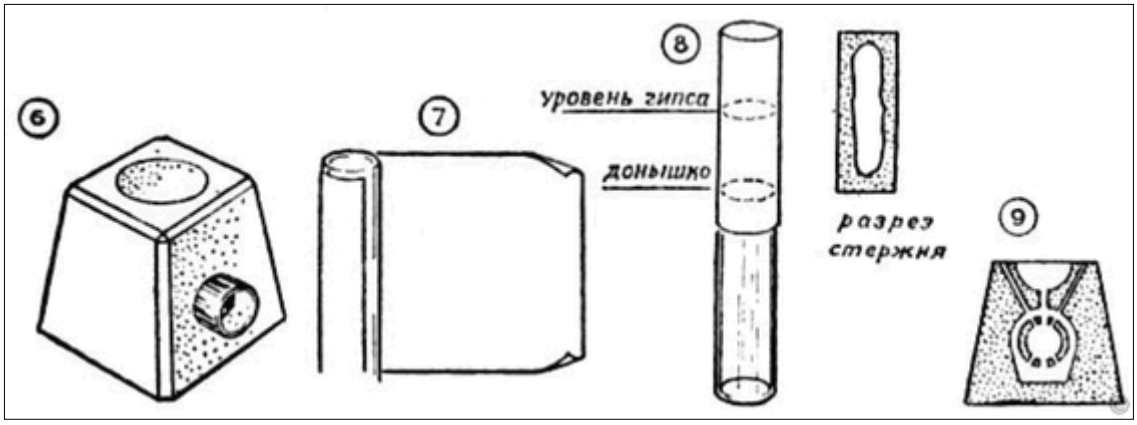
После того как модель закончена, приступают к изготовлению литейной формы. Разведенный до густоты сметаны гипс наносят в несколько слоев на модель. Первый слой, так называемый облицовочный, толщиной 2–3 мм накладывают тонкой кисточкой. Ее острием заполняют все углубления в пластилине. Большими каплями гипс накладывать нельзя, иначе между гипсом и моделью могут остаться пузырьки воздуха. Второй слой большей толщины наносится стеком, когда разведенный гипс уже начинает схватываться. Далее на модель наращивают гипс так, чтобы скульптурное изображение было внизу, а литейная коронка вверху (рис. 2.22, позиция 6, первые пять позиций смотрите в барельефном литье). Когда форма схватится, ее помещают под струю теплой воды. Пластилин размягчится, и тогда не составит труда вынуть из формы стеклянную трубку.

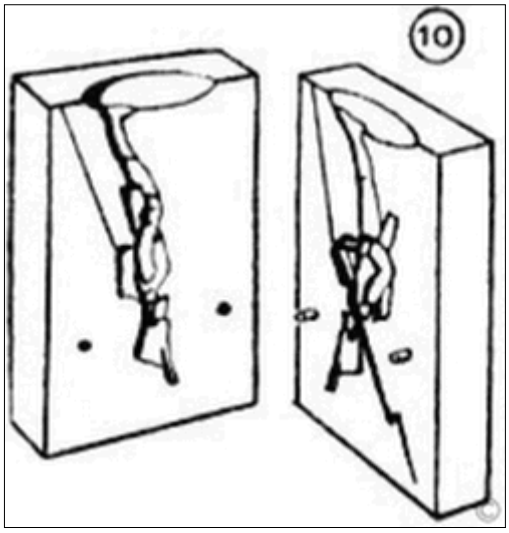
Далее под струей теплой воды стеком удаляют пластилин модели. Вынутую стеклянную трубку нужно заменить пустотелым гипсовым стержнем, который встанет на ее место в блок-форме. Стержень делается так: ту же стеклянную трубку обертывают в два слоя мокрой писчей бумагой (рис. 2.22, позиция 7), бумажное кольцо сдвигают по трубке-пробирке к ее донышку (рис. 2.22, позиция 8), и в образовавшийся бумажный стаканчик до половины наливают гипс. Через 1–2 минуты, когда гипс начнет схватываться, его разгоняют стеком по стенкам и дну бумажного стакана, а затем заделывают гипсом и верхнее отверстие. Полость в гипсовом стержне нужна будет при литье, в ней образуется тот запас расплавленного металла, где соберутся усадочные раковины. Готовый стержень под струей воды вставляют в отверстие формы, слегка поворачивая в обе стороны для протирки.

Гипсовую форму необходимо снабдить системой литников и выпоров. Сначала сверлятся литники в стержне, соединяющие его объем с небольшим объемом формы. Затем стержень вставляют в форму и сверлят основной вертикальный литник, между литейной воронкой и полостью стержня. Далее сверлятся выпоры (рис. 2.22, позиция 9). Мокрая гипсовая форма настолько мягка, что литники и выпоры можно сверлить, держа сверло прямо в пальцах. Сверлить литники и выпоры вполне доступно стеком, кончик которого имеет форму круглой лопаточки.

После сверления стержень нужно вынуть из формы и смыть остатки размельченного гипса. Промытый стержень окончательно вставляется в форму, а две кольцевые щели между стержнем и формой замазываются жидким гипсом. Форма готова к сушке. Сушат блок-форму очень тщательно. Операция заливки олова в форму, а также все последующие технологические операции идут в том же порядке, что и при барельефном и ажурном литье.

Фигурки человека, животных и т. д. отливают в полнообъемные неразъемные формы. В этом случае модель лепят из мягкого пчелиного воска или режут из более твердого технического. Для изготовления модели берут металлический стержень, и конец его окунают несколько раз в расплавленный воск, чтобы получилась булька – заготовка для лепки. В готовую модель перед формовкой в гипс втыкают два куска тонкой проволоки – они создадут каналы для выпоров. Литник будет образован вынутым металлическим стержнем.





Гипсовую форму изготавливают так, как было описано выше. После отвердевания ее выдерживают в кипятке, пока воск не растает и не выйдет по литнику и выпорам на поверхность воды.

Кокильное литье. Вся история оловянного литья связана с литьем в кокиль. Из дошедших до нас памятников материальной культуры мы знаем, что еще древние литейщики пользовались кокильными формами, и они были разъемными. Изготовляли их из обожженной глины (керамики), известняка и природного гипса-ангидрида. Правда такие формы были не прочными и служили не долго. Более долговечными оказались формы из природного шифера, змеевика, свинца и бронзы. С XV века начали применять медь, а с XIX века и по сей день пользуются формами из чугуна и стали (см. выше).

В домашних условиях и в мастерских образовательных учреждений кокильные формы можно изготавливать из гипса или абразивных камней. Прочная гипсовая форма получается, если гипс замешивают на жидкости, состоящей из четырех объемов воды и одного объема насыщенного раствора буры. Используют при кокильном литье и так называемый мраморный гипс. Есть два рецепта его приготовления.

Первый: на четыре весовых части гипса добавляют одну часть буры и доводят водой до консистенции жидкой сметаны.

Второй: гипс замешивают на растворе столярного клея. Клея в воду добавляют столько, чтобы пальцы лишь слегка склеивались. Следует иметь ввиду, что эти добавки увеличивают время затвердевания гипса.

Кроме гипсовых форм, можно использовать формы из абразивных камней (например, оселков для правки бритв и столярного инструмента) и сланцевых камней. Объемное скульптурное изображение гравируют в их толще. Выпоры прорезают штихелем вокруг изображения и отводят их в стороны вверх. Для заливки олова в разъемных формах вырезают воронку (см. рис. 2.22, позиция 10).

Отливка оловянного солдатика.

Многие учащиеся СПТУ и студенты интересуются историей военной техники, собирают оловянных солдатиков, но пополняется она редко. Коллекционеры с трудом находят нужные экземпляры. Если вы хотите заняться художественным литьем, этим увлекательным делом, придется овладеть сразу несколькими профессиями: быть и художником, и скульптором, и мастером по отливке. А теперь о самом процессе.

По эскизам лепят фигурку из скульптурного пластилина и покрывают лаком. Когда лак высохнет, наносят разделительный слой – вазелин или растворенный в керосине воск. Фигурку кладут на пластинку пластилина, не забыв обозначить на ней литниковую часть – утолщения для заливки олова. Скульптуру осторожно вдавливают, примерно до середины. Открытую часть покрывают герметиком (специальным клеем), высохнув, он передаст мельчайшие детали рельефа. Клей наносят в три слоя, между вторым и третьим для прочности прокладывают марлю. Каждый слой сохнет сутки. Пластинку с солдатиком помещают в картонную коробку, наносят разделительный слой и на 0,5 см заливают гипсом, разведенным до консистенции жидкой сметаны.

После полного высыхания гипса (2–3 дня) процесс повторяют, но уже со второй половинкой фигурки. Когда будут готовы оба слепка, не вынимая из гипсовой формы (такая формочка может прослужить не один десяток раз), их изнутри покрывают графитом. Обе части скрепляют. Можно заливать олово.











Облой (лишний материал) с отлитой заготовки легко удаляется с помощью ножа. Готового солдатика раскрашивают гуашью, темперой или масляными красками, а затем покрывают лаком или эпоксидным клеем (см. рис. 2.23–2.27).

2.12. Литье небольшой шкатулки

Олово довольно дорогой металл. Поэтому его в художественном литье стараются заменить другими металлами или сплавами с низким содержанием олова.

Очень широко в литейном деле используют медные сплавы. В первую очередь это латунь – сплав меди с цинком, в который часто включаются добавки: олово, алюминий, марганец, свинец и др. Температура плавления латуни различных марок 980–1000 °С. Латунь достаточно недорогой материал. Она обладает хорошими литейными свойствами. Особенно ярко это выражается у латуни марок ЛЦ30А3, ЛЦ38Мц2С2, ЛЦ16К4, у алюминиевой латуни ЛА67-2,5, марганцево-свинцовой латуни ЛМц58-9-2. В маркировке начальная буква «Л» обозначает название «латунь», далее – добавки «А» – алюминий, «Ц» – цинк, «Мц» – марганец. Отливки из латуни имеют хорошую плотную структуру. Они хороши для изделий сложных форм, в том числе и ажурных.

Выпускается латунь в виде проволоки, прутков, листов и слитков. На открытом воздухе и от частой смены температуры латунь теряет блеск, покрывается сернистыми и оксидными пленками, чернеет и даже разрушается. Поэтому нужно тщательно продумать условия хранения сырья. Готовые латунные изделия использовать в закрытых помещениях.

Механические свойства латуни также отвечают предъявляемым требованиям – чистовая обработка латунных отливок не вызывает особых затруднений. Часто на латунные отливки гальваническим способом наносят металлические покрытия. Никелевые покрытия обеспечивают защиту изделия от коррозии, серебряные и даже золотые покрытия применяются в производстве недорогих ювелирных изделий.

Прочие сплавы на основе меди называются бронзами. Наиболее распространенной является оловянная бронза (сплав меди с оловом). Она отличается высокой жидкотекучестью, долговечностью. Бронза устойчивей реагирует на влияние коррозийных факторов, а потому широко применяется для уличной архитектуры и скульптуры. Наилучшим материалом считается оловянная бронза с содержанием олова 5–7 %. Положительным считается присутствие в оловянных бронзах 5–7 % цинка и 1–4 % свинца. В художественном литье применяются сплавы с низким содержанием олова – 0,5–3 % (марка БХ-3). Содержание цинка в этом сплаве достигает 25–35 %. Применяется также бронза БХ-2 (олова 1–5 %, цинка 8-13 %), БХ-1 (олова 4–7 %, цинка 5–8 %).

С увеличением процентного содержания олова цвет бронзы меняется от красного (до 10 % олова), до желтого (до 15 % олова). При содержании 50 % олова бронза приобретает белый цвет, при более чем 70 % олова – серо-стальной.

Еще одна группа бронз, так называемые безоловянные или специальные бронзы, представляют собой сплавы меди с алюминием, марганцем, свинцом. Эти бронзы стоят дешевле, прочны и стойки к коррозии. Применение их в литейном деле ограничено в силу большой усадки. Однако это не имеет большого значения для отливки неответственных изделий.

Маркировка бронз начинается с букв «Бр». Далее – начальные буквы входящих в сплав элементов: А – алюминий, Ж – железо, Мц – марганец, О – олово, С – свинец и т. д.; после названия каждого элемента цифрами указывается его процентное содержание в сплаве.

Механическая доработка бронзовых отливок также не вызывает затруднений.

Широко используются в литейном деле сплавы алюминия. Чистый алюминий не обладает достаточными литейными свойствами. К тому же он недостаточно прочен.

«Издавна людям были известны самородное золото и железо, сера и платина. О том, что существует самородный алюминий, узнали совсем недавно, впервые он был обнаружен в трапповых

горах Сибирской платформы в 1978 году прошлого века. У некоторых ученых эти находки вызывали недоверие, возможно, связанное с тем, что не удавалось удовлетворительно объяснить происхождение алюминиевых химически чистых самородков…». Е. Осадчий и др. К вопросу о происхождении самородного алюминия. «Доклады АН СССР», том 266, № 5, 1982.

В алюминий добавляют медь, магний, цинк, кремний, железо, марганец, никель, хром для того, чтобы получить более прочный сплав. Благодаря добавкам алюминиевые сплавы приобретают хорошие литейные свойства, сохраняя способность легко подвергаться механической обработке. Наиболее распространенным литейным сплавом на алюминиевой основе является силумин – сплав алюминия с кремнием (марки АЛ2, АЛ4, АК9, АЛ9, АК7). Железо, никель, хром повышают прочность сплавов.

Перечень изделий, изготавливаемых из алюминиевых сплавов, велик. Это и крупные литые скульптурные и архитектурные детали, и предметы интерьера. Даже посуду, классически изготовлявшуюся из чугуна, теперь с успехом заменил алюминий.

На начальном этапе предлагаем использовать один из самых доступных и легкоплавких металлов – **цинк.** Он обладает высокими литейными свойствами, низкой температурой плавления (419 °С), что позволяет заниматься литьем без особых нагревательных приспособлений. Но самое главное – не надо прилагать особых усилий к его поиску. Проще всего сделать запас цинковых стаканчиков от гальванических элементов (батареек). От остатков смолы полые цинковые стаканчики очищают кипячением в 10 %-ном растворе питьевой соды. А затем собранный цинковый материал сплавляют в слиток, наполнив им обычную консервную банку и установив ее над костром. Таким образом, на первое время материалом вы себя обеспечите.

Такое небольшое знакомство с литейными сплавами и их свойствами мы приводим в надежде, что, получив первый опыт, вы оцените возможности литейного ремесла и прелесть изготовляемых таким способом изделий. Хорошее знание материалов позволит вам в дальнейшем совершенствоваться, переходя к более сложным изделиям, качество выполнения и внешний вид которых будут во многом определяться правильным видом материала.

Одновременно можете заниматься заготовкой алюминиевого (различная посуда), бронзового (водопроводные краны, потерявшие свою художественную ценность статуэтки, детали скульптур, архитектурных украшений) лома. Желательно, чтобы это были остатки изделий, ранее изготовленных литьем. Определить это можно по наличию на них следов специфического литейного шва.

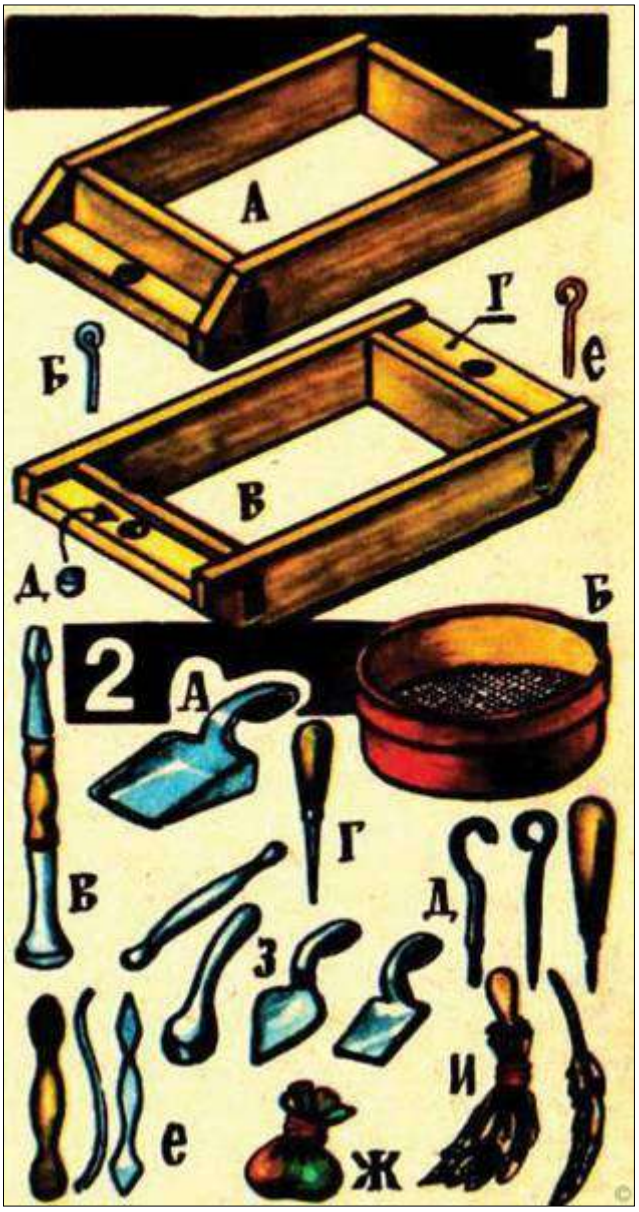
Приспособления и инструменты.

Форму для отливки шкатулки готовят в двух ящиках-опоках без дна и крышки, сделанных из хорошо просушенной древесины березы, сосны, бука. Применяются они для облегчения сборки, переноски и удаления формы. *Опоки* могут иметь прямоугольную, круглую формы или приближенно повторять очертания моделей, они называются фасонными опоками. Они труднее в изготовлении, но удобны тем, что, имея мало свободного от модели пространства, позволяют экономить формовочные смеси. Деревянные опоки – это рамы, собранные на шурупах и клее (см. рис. 2.28, позиция 1 А, В).

С двух противоположных сторон каждой рамы укрепляют горизонтальные планки, которые называются выступами, или приливами (позиция 1 Г). В приливах сверлят два отверстия и забивают в них металлические трубки (позиция 1 Д). Чтобы трубки не выпадали, их торцы слегка проковывают. Из толстой проволоки сгибают штыри и соединяют верхнюю и нижнюю опорки (позиция 1 Б, Е).

В работе вам потребуются совок, сито, трамбовка, иглы, подъемы, ланцеты, мешочки с припылом, гладилки, кисти (см. позиции 2 А-И). Совком засыпают в опоки формовочную смесь, через сито ее просеивают.

Сита применяются для разрыхления формовочных смесей при покрытии ими поверхности моделей. Сетку сита желательно выполнить из латунной проволоки с ячейками 1–1,5 мм для мелкого литья и для крупного – 3–5 мм. Диаметр сита обычно составляет 30–40 см. облицовочную формовочную смесь насеивают на поверхность модели посредством такого сита. Набойки и трамбовки применят для распределения и уплотнения формовочных смесей в опоках. Наиболее удобна трамбовка с двумя рабочими частями – цилиндрической и клиновидной (позиция 2 В).



Вентиляционные иглы (позиция 2 Г) служат для прокалывания в песчаной форме каналов, из которых выходят газы, образующиеся при заливке металла. Эти каналы способствуют увеличению газопроницаемости формы. Используются прямые и изогнутые иглы. Иглы изготавливают из стальных прутков, заточенных на конус.

Мешочком с порошком припылом (позиция 2 Ж) припудривают поверхность модели перед формовкой, а также готовую форму перед сборкой и отливкой. Благодаря этому к ней не прилипает формовочная смесь. Кроме того, припудренную модель легко извлекать из готовой формы.

В качестве припыла применяют измельченный древесный уголь, цемент, тальк, графит, а для тонкого фасонного литья – ликоподий (споры болотного растения плавуна). Мешочек для порошка делают из марли или другой редкой ткани. Очищают внутренние поверхности модели от лишнего припыла кистью из мягких перьев птиц, а внешние – обметают кистями из конского волоса (см. позицию 2 И).

Подъемы (позиция 2 Д) представляют собой тонкие стержни, один конец которых согнут в виде кольца, а другой заострен – служит для извлечения модели из формы. На рабочей части крупного подъема нарезают резьбу.

Отделочные ланцеты и гладилки (см. рис. 2.28, позиции 2 3) используются для исправления повреждений на форме. Гладилки и ланцеты можно изготовить из инструментальной стали или латуни. Рабочие поверхности гладилок тщательно полируют и применяют их для заглаживания шероховатостей поверхностей формы. Ланцетами исправляют повреждения в труднодоступных местах форм. Ланцетами подрезают формовочную смесь, например, при изготовлении литниковой воронки. Линейки используют для срезания с опоки излишков формовочной смеси. Можно использовать деревянные и металлические линейки. Металлические линейки прослужат дольше.

Щетки используют для очистки поверхности моделей от загрязнений, полученных при формовке.

Деревянные молотки необходимы для уплотнения кусков формы на поверхности модели. Киянки используют для расталкивания модели перед ее извлечением из формы.

Деревянные бруски применимы при кусковой формовке, для уплотнения смеси в опоке. Трамбовки здесь применять нельзя, так как из-за малой рабочей поверхности они неравномерно воздействуют на смесь, что может привести к смещению кусков. Бруски же выбирают таких размеров, чтобы при трамбовке они упирались в края опоки. При этом они равномерно воздействуют на поверхность смеси на уровне краев опоки.

Подмодельные плиты – плоские, с гладкой поверхностью деревянные плиты, служащие для установки на них моделей при подготовке к формовке. Для плоских моделей применяют плиты с ровной поверхностью. Для моделей с выступами, поднятиями поверхности применяют плиты с прорезями. Выступающие части моделей укладывают в эти прорези.

Тигли – круглые металлические сосуды с толстыми стенками, слегка сужающимися книзу, используемые для плавления металла. Выполняются они из смеси глины, песка, шамота (мелкая, величиной с просеянное зерно крошка, получаемая дроблением и просеиванием огнеупорного кирпича). Содержание глины и шамота в смеси для тигля равное. Воду добавляют в количестве, необходимом для того, чтобы смесь приобрела консистенцию густой замазки. Тигли можно вылепить вручную или же сформовать в гипсовой форме. Вылепленные или сформованные тигли высушивают при комнатной температуре, а затем обжигают в печи при 900 °С.

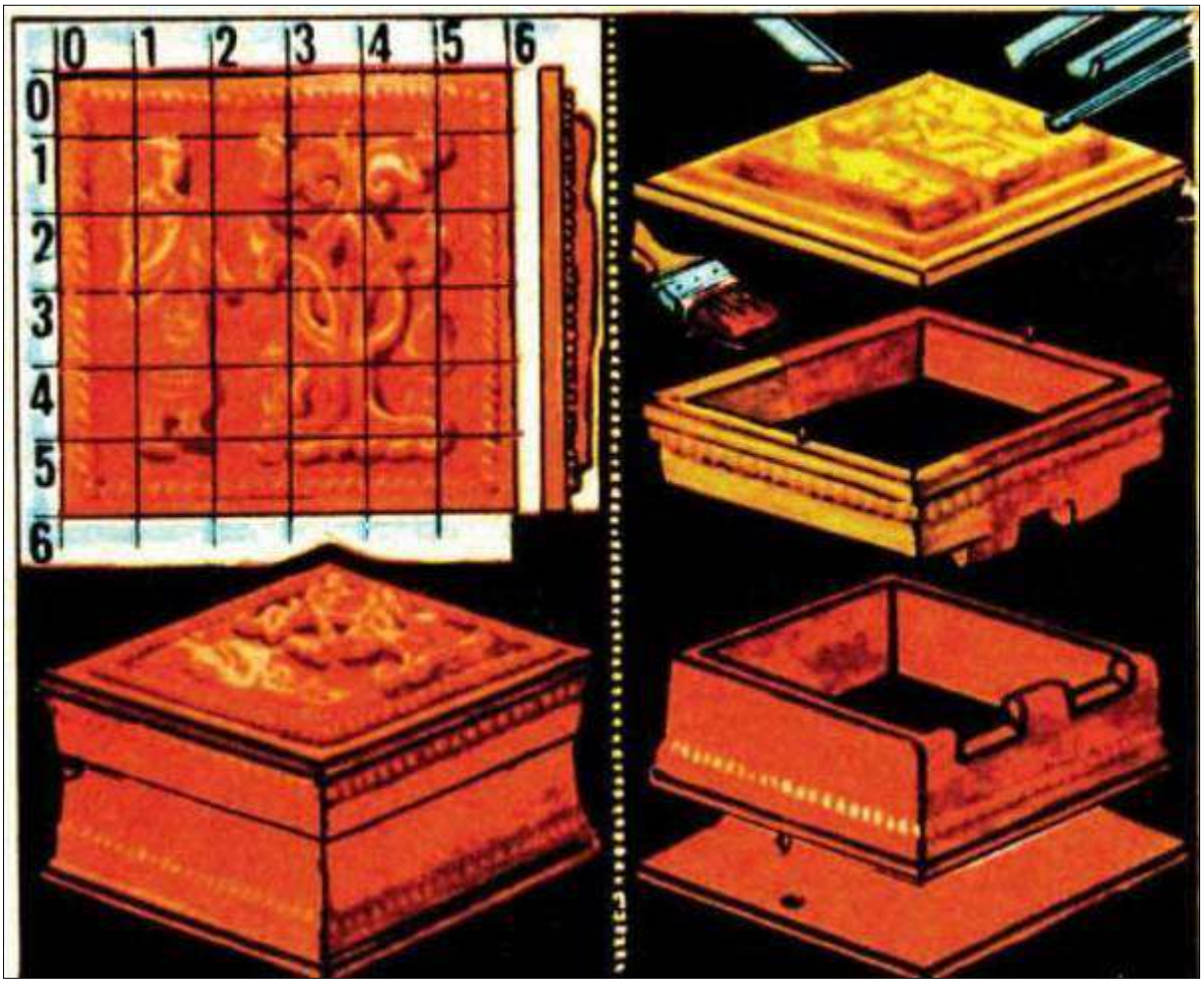
Печь. Современная электрическая печь представляет собой металлический каркас, обложенный огнеупорным кирпичом или другими огнеупорными материалами, внутри которого по стенкам уложена металлическая проволока (нихром). Такую печь можно сделать самостоятельно, заказать или купить у изготовителей электрических печей. В дальнейшем она пригодится для обжига изделий из керамики, стекла, кварца, в эмальерном деле и т. д.

Современные высококачественные печи NABERTHERM (Германия) и других в настоящее время фирм, отвечают всеми техническими требованиями и хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации. Они обеспечивают достаточную для приготовления расплава температуру, не требуют применения тигельных крышек для защиты металлического расплава от газов, образующихся в процессе сгорания топлива. Однако далеко не у всех есть возможность обзавестись такой муфельной печью. Из положения можно выйти, если

сделать своими руками простейшую муфельную печь. Об этом было рассказано в журнале («Юный техник» № 9, 1982 и № 4, 1983).

Изготовление модели. Основой для литейной формы служит модель, выполненная в натуральную величину из гипса, дерева, металла, пластмассы и других материалов. Деревянные модели изготовляют из сосны, бука, ольхи, березы. Древесина должна быть хорошо просушена.

Шкатулка, эскизы которой приведены на рисунке 2.29, состоит из двух частей – корпуса и крышки. Чтобы корпус и крышку можно было легко извлечь из формы, их боковые стенки делают с небольшим уклоном. Соединительные петли составляют со стенками единое целое. Шкатулку отливают по частям – для крышки и корпуса делают отдельные формы. Боковые стороны крышки соединяют «на ус» тонкими гвоздями и клеем. На верхнюю сторону крышки переводят через копировальную бумагу нарисованный по клеточкам контур рельефа, который затем вырезают ножом-косяком, полукруглыми и прямыми стамесками. Законченный рельеф шлифуют мелкозернистой шкуркой. Верхнюю и боковую стенки соединяют друг с другом штырями. Так как модель крышки – разъемная, обе ее части должны легко разъединяться без значительных усилий. Разъемную модель крышки окрашивают нитролаком, эмалью или масляной краской.



В литейном деле принято *в красный цвет* окрашивать модели для чугунных отливок, *в серый* – для стальных, а *в желтый* – для цветных металлов. Потому оговоримся: несмотря на то, что на нашем рисунке 2.29 модель шкатулки окрашена в красный цвет, отливать ее можно из любых доступных перечисленных

выше легкоплавких металлов. Одновременно с крышкой в той же последовательности изготавливают разъемную модель корпуса коробки.

Приготовление формовочной смеси.

Начинается процесс приготовления формовочной смеси с подбора материалов. Отправная точка в подборе материалов для формовочной смеси – форма будущего изделия и материал, из которого оно будет отливаться. Форма изделия – прямоугольная, а материал для отливки будет цинк, олово, бронза или алюминий. В зависимости от этого подбираем песок, отвечающий этим требованиям.

Формовочная смесь будет состоять из кварцевого песка, в который добавлено 8–12 % чуть влажной глины. Песок предварительно промывают, просушивают, а затем просеивают через сито.

Глину отмучивают, то есть заливают большим количеством воды и размешивают деревянной мутовкой до образования глинистой жижи. Когда раствор отстоится, песчинки и мелкие камешки опустятся на дно, а щепки, травинки и другие легкие предметы всплывут. Осветленную воду осторожно сливают и ковшом вычерпывают жидкую глину, которую потом помещают в широкую посуду, тонкий слой глины высохнет быстрее. Сушат глину в теплом сухом месте или на солнце. Потом ее измельчают в порошок, просеивают и высыпают в ящик, коробку или целлофановый пакет. В таком виде она пригодна для составления формовочных смесей.

Чтобы приготовить формовочную смесь, берут 9 частей песка, смешивают с 1 частью глиняного порошка, тщательно перемешивают и добавляют примерно 0,5 части воды. Раствор перемешивают до тех пор, пока он не станет однородным. В идеале для полного распределения влаги, смесь после перемешивания должна вылежаться 1,5–2 часа.

Правильно определить достаточность увлажнения трудно, потому что это во многом зависит от составов песка и глины. Но выполнение несложного теста может гарантировать вполне приемлемый результат.

Тест. Оптимальную влажность формовочной смеси можно определить так. Берут щепотку смеси, скатывают шарик, а потом подбрасывают вверх. Материал считается пригодным к работе, если шарик не рассыплется или не расплющится при падении. Рассыпавшийся шарик указывает на то, что формовочная смесь недостаточна увлажнена, а расплющенный – на избыток влаги. В первом случае в смесь добавляют чуть-чуть воды, а во втором – сухую песчано-глинистую смесь. Оптимальная влажность смеси должна составлять 3–5 %.

Основным связующим элементом формовочных смесей является уже упоминавшаяся глина. Она связывает частицы песка в единую массу и придает ей пластичность. Однако, будучи вязким материалом, глина увеличивает риск пригара формовочной смеси к поверхности отливки и может препятствовать выходу паров и газов, образующихся в процессе литья. Уравновешивать отрицательные свойства глины можно использованием так называемых крепителей. Самыми доступными крепителями являются масла, олифы, канифоль, патока. Добавление небольшого количества крепителей в песчано-глинистую смесь способно значительно улучшить ее качества. Самыми лучшими крепителями считаются натуральные льняное и конопляное масла или приготовленные на их основе олифы. Но их применение весьма ограничено (только для художественных работ наивысшего качества) из-за высокой стоимости.

Разделительный песок. Разделительным песком засыпают поверхности форм в стыках. Этот песок должен быть лишен глинистой составляющей так, чтобы не происходило склеивание двух и более разъемных частей формы. В качестве разделителя можно использовать песок, счищаемый с поверхности отливок, так как в местах соприкосновения формовочной смеси с раскаленным металлом ее глинистая составляющая практически полностью выгорает.

В некоторых случаях поверхности моделей во избежание прилипания к ним формовочной смеси смазывают керосином.

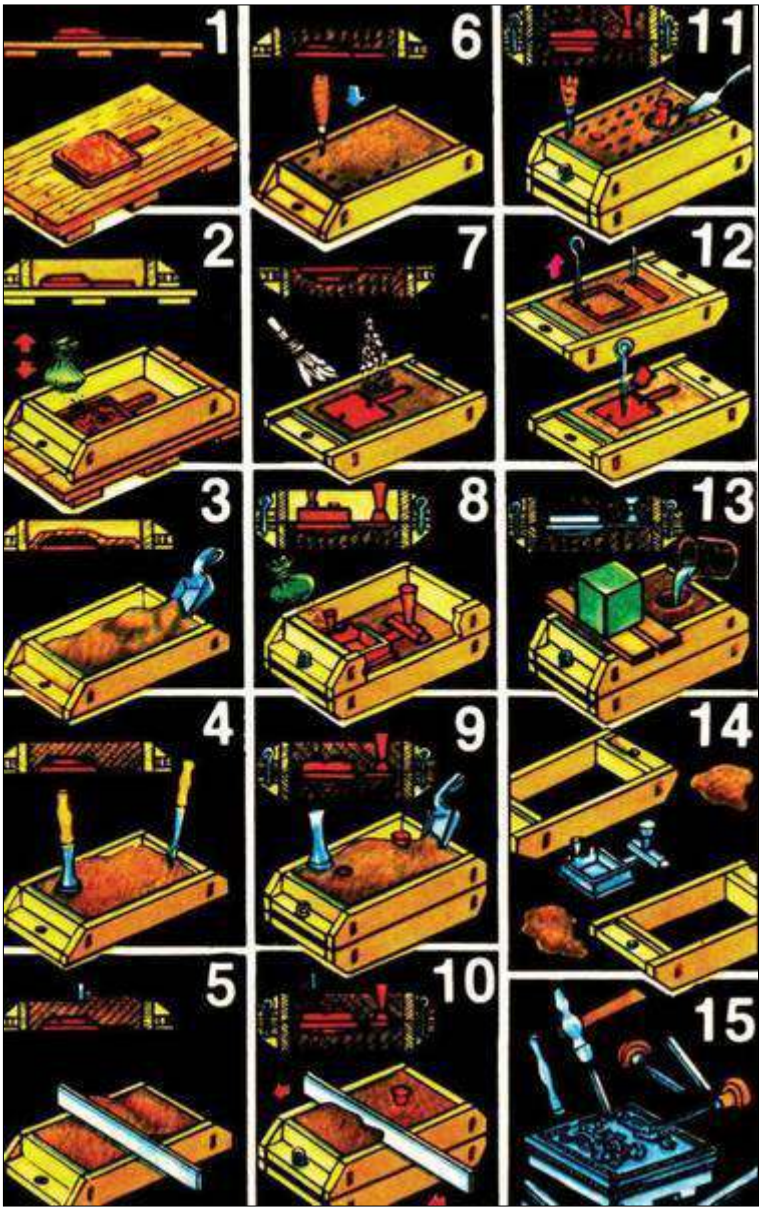
Формовка. На ровную и гладкую деревянную подмодельную плиту кладут одну из двух частей разъемной модели. В данном случае это будет верхняя сторона крышки. Ее укладывают рельефом вверх. Рядом располагают прямоугольный деревянный брусок – так называемый питатель (см. рис. 2.30, позиция 1). Следом за ним устанавливают опоку приливом вниз и припыливают поверхности детали и питателя, например, порошком древесного угля (позиция 2). Затем наносят слой облицовочной формовочной смеси, то есть более тщательно просеянной, мелкой и однородной. От нее зависит чистота поверхностей отливки (позиция 3). Постепенно слой за слоем всыпают в опоку наполнительную смесь, постепенно утрамбовывая ее, вначале клиновидным концом трамбовки, а затем плоским (позиция 4).

Утрамбовывать надо с таким расчетом, чтобы она была не рыхлой, но и не слишком плотной. В первом случае в формовочной смеси могут образоваться пустоты, которые потом заполняются металлом и исказят форму отливки; во втором – чрезмерное уплотнение помешает выходу газов при заливке металла.

Заполнив опоку доверху, деревянной или металлической линейкой снимают лишнюю формовочную смесь (позиция 5). В полуформе опоки, на равном расстоянии друг от друга, иглами делают вентиляционные каналы. Форму прокалывают с таким расчетом, чтобы вентиляционные каналы не касались модели (позиция 6). В противном случае металл попадет в каналы, нарушая чистоту поверхности отливки.

Далее опоку переворачивают так, чтобы приливы с ушками оказывались сверху (позиция 7).

Плоские участки формовочной смеси (поверхности разъема) посыпают сухим песком. Он разделяет две полуформы, не давая формовочной массе слипаться. Песок, попавший на модель, сметают кисточкой из перьев. Сверху устанавливают вторую часть модели, так, чтобы штыри, находящиеся на ней, свободно вошли в глухие отверстия, заранее просверленные в первой детали (позиция 8). На конце питателя устанавливают шлакоуловитель со стояком, а в самой высокой точке модели – так называемый выпор. Стояк – это деревянный усеченный конус, опирающийся на шлакоуловитель – призму с трапецеидальным сечением. Установив сверху вторую опоку и соединив ее с нижней штырями, покрывают модель и литниковую систему тонким слоем припыла и заполняют верхнюю опоку формовочной смесью (позиция 9). Лишнюю формовочную смесь удаляют линейкой (позиция 10). В верхней части формы накалывают вентиляционные отверстия и вырезают литниковую воронку (позиция И). вынув из гнезд соединительные штыри, убирают из формы и стояк. Осторожно снимают верхнюю полуформу опоки и кладут рядом с нижней. С помощью подъемов извлекают из полуформ модель и литниковую систему (позиция 12).



Раскрытую форму тщательно осматривают, исправляя поврежденные места гладилками и ланцетами. Убедившись, что дефектов нет, внутренние поверхности формы припудривают толченым древесным углем. Затем полуформы накладывают одну на другую, соединяют штырями и устанавливают на постель, состоящую из слоя формовочной смеси (позиция 13). Сверху кладут деревянные бруски или планки и груз. Груз кладут так, чтобы он не прикрывал литниковую чашу и отверстие выпора.

Получение отливки. Все подготовительные операции завершены. Можно приступать к заливке металла.

Цинк, олово, свинец легко плавятся в обычной консервной банке на любом огне.

Свинец плавят на открытом воздухе или в помещении, оборудованном вытяжным шкафом. Алюминий плавят в глиняных тиглях, помещая их в муфельную печь. В ней можно плавить и бронзу, содержащую 25 % олова. Предварительно внутренние стенки и дно тигля присыпают бурой. Если сплавление ведут в печи с открытой топкой или на открытом огне, то наполненный тигель обязательно накрывают крышкой, чтобы защитить расплав от проникновения газов. При использовании муфельной электрической печи в крышке нет

необходимости. Нагревают металл, как уже отмечалось, до температуры, в среднем на 100–150 °С выше точки его плавления. Причем, расплавы для тонкостенных и ажурных отливок и отливок с мелкими деталями нагревают сильнее, нежели заливки для простых и толстостенных изделий. При более высокой температуре сплав обладает большей жидкотекучестью и будет лучше заполнять трудные места.

Расплав вливают в форму через воронку литника (позиция 13). Заполнив доверху воронку и выпор, металлу дают затвердеть и остыть в течение 20–30 минут. Затем опоки разъединяют и выбивают отливку. Формовочную массу убирают в отдельный ящик для повторного использования при формовке корпуса шкатулки (позиция 14).

У выбитой из формы отливки отпиливают или обрубают зубилом литниковые образования и напильником стачивают наплывы. Металлической щеткой снимают с отливки пригоревшую формовочную смесь.

Когда следы литейного процесса с поверхности отливки удалены, наступает время чистовой обработки. По сравнению с моделью отливка всегда получается менее четкой, поэтому ее обрабатывают с помощью напильников с крупной а затем с мелкой насечкой и делают чеканку всех недостаточно прорисованных рельефных элементов. Если поверхность отливки имеет сложную рельефную или ажурную структуру, перед чистовой обработкой рекомендуется провести отжиг отливки. В результате отжига ее поверхность будет более податлива. Отжигают отлитое изделие, уложив его в ящик из жаростойкой стали, заполненный смесью песка и угля. Закрытый крышкой ящик для герметичности замазывают огнеупорной глиной и помещают в печь, прогретую до 900 °С. Желательно выдержать отливку в этом температурном режиме в течение 2–3 часа, в зависимости от толщины стенок, а затем поэтапно, сначала снизив температуру до 400 °С, а затем и до 150–100 °С, ее охлаждают. При 100–150 °С, ящик извлекают из печи. Еще раз хотим отметить, что отжиг требуется для проведения очень тонкой чеканки по сложному узору. Для простых изделий, с которых вы начнете свои опыты в литье, отжиг излишен.

Чеканку отливок можно производить обычными чеканными инструментами в технике, будет известной вам из главы «Чеканка». Мелким отливкам придают четкость с помощью зубильцев и штихелей (см. рис. 2.30, позиция 15). В той же последовательности отливают, а затем отделывают нижнюю часть шкатулки – корпус.

В заключение поверхность шкатулки покрывают декоративным защитным слоем.

2.13. Обработка готовых изделий

Наибольшее распространение получили медные сплавы (бронза, латунь) в производстве монументальных отливок, а серый чугун – при отливке малых форм (например, каслинское литье).

Художественные изделия иногда отливают частями, для упрощения и удобства изготовления литейных форм. После выбивки из форм отливки имеют всевозможные следы на поверхности от выпоров, полосы от соединений отдельных частей формы и т. д. поэтому требуется механическая обработка. При ее производстве восстанавливается четкость рисунка модели. Этот процесс (механической обработки) состоит из нескольких операций: отжиг отливок, обработка поверхности отдельных частей, чеканка поверхности, сборка деталей, шпаклевка и окраска.

Термическая обработка.

Восстановить четкость рисунка (например, жилки на листьях цветка) можно, если только поверхность отливки будет мягкой для производства этой операции. А изделия из чугуна после выбивки из формы вследствие быстрого охлаждения имеют твердую поверхность – так называемую отбеленную, которая трудно поддается обработке. Чтобы этого избежать, отливки подвергают отжигу в термических печах в ящиках из жаростойкой стали.

Обработка поверхности отливок.

После отжига отливки должны пройти механическую обработку. При обработке художественного изделия основным технологическим требованием является выполнение операции рубки, опиливания и зачистки поверхности без углубления в ее тело, иначе нарушится ее целостность, а это – уже брак.

После обрубки поверхности отливок очищают от пригоревшей к их поверхности формовочной смеси, (см. «Технология изготовления шкатулки»). Делают это вручную, в барабанах, дробеструйных аппаратах, в установках химической и электрохимической очистки, с помощью механических щеток. Изделия, имеющие сложную поверхность и тонкие стенки, очищают **вручную** на специальных столах с металлическими решетками и пылеотсасывающими трубками. Ажурные тарелки, кронштейны и др. очищают круглыми механическими проволочными щетками.

Очистка в барабанах. Очищают толстостенные отливки, не имеющие на поверхности тонких украшений. Их закладывают в барабан вместе с чугунными звездочками, которые при вращении сдирают формовочную смесь, пригоревшую к поверхности отливки. Можно очищать и тонкостенные, только при этом нужно перекладывать их деревянными прокладками, чтобы они не могли свободно перекатываться.

Дробеструйная очистка отливок производится сжатым воздухом с добавлением чугунной дроби. Через слой дроби проходит воздух, увлекает ее за собой и, выбрасывая на поверхность отливки, очищает ее.

Отливки, полученные литьем, можно очистить *выщелачиванием,* или *химической очисткой,* в сетчатом барабане, который помещают в ванну с горячим раствором каустика.

Электрохимическая очистка отливок производится в специальных установках. Принцип работы их основан на химических реакциях, которые производят в расплаве гидроокиси калия, при пропускании через них электрического толка напряжением 5–10 В. Электрохимическая очистка дает высокое качество поверхности отливок.

Чеканка отливок.

Поверхность модели имеет рисунок, но каким бы четким он ни был, невозможно получить хорошей копии в отливке. Для этого и производится операция чеканки и гравировки различными инструментами: зубильцами, штихелями и чеканами (см. рис. 2.30, позиция 15). В процессе художественной обработки отливки эта операция – самая ответственная, трудоемкая и сложная.

Сборка отливок.

Сборка художественной отливки – это соединение в одно целое ее частей. Они монтируются при помощи знак на одной части и соответствующего гнезда для него – на другой.

Окраска отливок.

Покрытие поверхности чугунной отливки слоем краски или нержавеющего металла – это заключительная операция в технологическом процессе механической обработки художественного изделия. Перед окраской поверхность подвергают обработке, т. е. затирают меловой шпаклевкой.

Хорошо очищенную от пыли, масляных пятен, окислов, прошпаклеванную и просушенную отливку покрывают олифой. Потом отливку прожаривают и покрывают слоем краски. Иногда на изделия наносят слой цветного металла (медь, никель, серебро и т. д.) – это делается в ванне с раствором методом гальванизации.

2.14. Отделочные работы

Оловянные отливки дорабатывают штихелями и, если нужно, чеканкой, гравированием и тонированием. Чеканка и гравирование выполняются обычными приемами, поэтому мы не будем на них останавливаться (см. разделы дальше). Более подробно расскажем о тонировании олова.

Тонирование – изменение цвета осуществляется химическим способом. На поверхности металла образуется стойкая декоративная пленка, подчеркивающая форму изделия, его рельефность, смягчающая блеск чистого металла.

Вот состав, окрашивающий олово в цвет старого черненого серебра: на 100 мл воды берут 5 г медного купороса и 0,5 марганцовокислого калия. Изделие помещают в раствор, плотность чернения зависит от времени выдержки.

А вот способ меднения (контактного): изделие натирают кашицей из 10 частей кристаллов медного купороса, 1 части хлористого аммония, 1 части поваренной соли, 2 частей мелкого песка и воды. Чаще всего способом контактного меднения тонируют памятные медали.

Отделку изделий из цинка см. главу «Чеканка».

При желании оловянному рельефу можно придать золотистый оттенок. В этих случаях поверхность оловянного рельефа покрывают одним-двумя слоями масляного лака. Второй слой наносят после высыхания первого.

Ажурное литье, как вы уже узнали, хорошо сочетается с керамикой. Чтобы сделать настенное панно с керамической основой, нужно вылепить из глины плиту с «ковчегом» – углублением, соответствующем высоте рельефа. В местах крепления проткните плиту насквозь использованными спичками. Затем, не вынимая спичек, обожгите плиту в муфельной печи. При обжиге спички сгорят, а на их месте образуются сквозные отверстия. Крепить ажурное литье на керамической плите нужно медной проволокой так же, как и на металлическом листе (см. выше). Под отдельные части рельефа можно подложить цветную фольгу или подкрасить фон масляными красками (более подробно о изготовлении керамических изделий можно найти в специальной литературе «Керамика», – это на тот случай, если не сможете самостоятельно изготовить керамическую основу).

2.15. Техника безопасности и промышленная санитария при литейных работах

Она подразделяется на правила ТБ до начала работы и во время работы.

Начинается все с самого простого. До начала литейных работ необходимо надеть и привести в порядок рабочую одежду, осмотреть рабочее место, убрать все мешающие и ненужные предметы, подготовить и проверить рабочий инструмент, заменить неисправный. Также следует иметь соответствующую обувь и рукавицы, то есть было бы верхом неосмотрительности работать, например, в «лакированных штиблетах и смокинге с бальными перчатками».

Во время работы необходима внимательность, сосредоточенность, осторожность. При формовке по-сырому нельзя допускать чрезмерного уплотнения формовочной смеси в опоке и ее обильного смачивания вокруг модели при удалении, установке в форме недосушенных стержней. Следить, чтобы в заформованной опоке было достаточно каналов для выхода паров и газов, образующихся при заливке металла. Плохая газопроницаемость формы может вызвать выбрасывание металла из литника при заливке. Брызги металла могут быть причиной ожогов.

Работающие на заливке форм должны иметь одежду, предохраняющую от ожогов, брезентовые брюки, защитные очки. Брюки следует носить на выпуск, чтобы скатывающиеся брызги металла не могли попасть в обувь.

Нельзя набирать металл во влажный, не просушенный ковш, удалять влажной счищалкой шлак с поверхности металла в ковше, выливать на пол и во влажную изложницу остатки металла. В этих случаях быстро образующиеся пары разбрызгивают металл и работающие вблизи могут получить ожоги. Выбитую из формы отливку нельзя брать в руки не убедившись, что она остыла. А самое главное – это соблюдение пожарной безопасности при производстве работ.

Все электроинструменты должны быть исправными и заземленными, переносные лампы должны иметь соответствующее напряжение (не выше 12 В).

По окончании работ необходимо привести в порядок свое рабочее место, убрать рабочий инструмент, оснастку, приспособления на отведенное для них место; запрещается обдувать одежду и тело сжатым воздухом из шланга.

Формовщики-литейшики должны помнить, что осторожность, предусмотрительность, точное выполнение специальной инструкции по технике безопасности на рабочем месте, указания мастера или преподавателя технологии, личная и технологическая дисциплина являются условиями безопасности в работе.

Но не все заканчивается благополучно. Бывают и несчастные случаи и тогда все зависит от умения оказать пострадавшему первую медицинскую помощь до приезда врачей. Мы предлагаем ознакомиться с некоторыми приемами оказания помощи при различных травмах.

Отравление угарным газом. Нужно быстро вынести человека на свежий воздух, дать понюхать нашатырный спирт (т. е. привести в чувство), после этого отправить в больницу.

При тепловом ударе пострадавшего кладут в тень, расстегивают на нем одежду, чтобы она не затрудняла дыхания, и стараются по возможности охладить тело.

Ожоги. При этом освобождают место ожога от одежды, закрывают пораженную часть чистой салфеткой для предотвращения попадания инфекции. Ни в коем случае нельзя смачивать или смазывать место ожога чем-нибудь, как это у нас иногда делается. После этого нужно обратиться за медицинской помощью.

При засорении или ранении глаз пострадавшего сразу отправляют к врачу.

Поражение электрическим током. Самое первое и важное – это освободить человека от действия электрического тока. Если пострадавший без сознания, следует положить его на спину, расстегнуть одежду, создать приток свежего воздуха и начать проведение реанимационных мероприятий. Не прекращать их до приезда врачей.

Эти правила техники безопасности самые общие и не исчерпывают возможных причин несчастных случаев в условиях работы конкретного производства.

Библиографический указатель использованной и рекомендуемой литературы к II разделу

1. Горячкин Е. Н. Лабораторная техника и ремесленные приемы. М., Просвещение, 1969. – 472 с.

2. Бех Н. И., Васильев В. А., Гинн Э. Ч., Петриченко А. М. Мир художественного литья история технологии // УРСС. Москва. 1997.

3. Петриченко А. М. Книга о литье. – Кшв: Техшка. 1972. – 277 с.

4. Б. Павлоский. Касли. Свердловское книжное издательство. 1957.

5. Ермаков М. П. Технология декоративно-прикладного искусства. Основы дизайна. Художественное литье. Учебное пособие / Ермаков М.П. – М.: Lennex Corp. Издательство «Нобель Пресс», 2013. – 396 с.

6. Справочник по техническому труду: Обраб. древесины, металла, электротехн. и др. работы: Кн. для учителя / А. Н. Ростовцев, А. П. Надточий, Ф.А. Фурманов и др.; Под. ред. Н. Ростовцева и др. – М.: Просвещение, 1996. – 319 с.

7. Работы по металлу (чеканка, ковка, литье). – М.: Вече, 2004. – 176 с.

8. Музей горнозаводского дела. Нижний Тагил. Книга-альбом / И. Г. Семенов, Л. П. Малеева. – Екатеринбург: Издательство «Баско», 1995. – 176 с.

9. Федотов Г. Я. Литье. // Ж-л «Юный техник», № 7, 1987.

10. Федотов Г. Я. Ажурное литье. // Ж-л «Юный техник» № 4, 1981.

11. Иванов В. Н., Карпенко В. М. Художественное литье: Учеб. Пособие. – Мн.; Выш. шк., 1999. – 206 с.

12. Прекрасное – своими руками / Сост. С. С. Газарян; Рисунки Б. Белова; Цв. фото И. Зимина. – М.: Дет. Лит., 1989. – 157 с.

13. Шакинко И. М. Демидовы. Историческое повествование с портретами. – Екатеринбург: Издательский дом «Пакрус», 2001. – 272 с.

14. Варава Л. В. Декоративно-прикладное искусство. Современная энциклопедия. / Л. В. Варава. – Ростов н/Д: Феникс; Донецк: Кредо, 2007-304 с.

15. Мельников И. В. Художественная обработка металлов. – Ростов н/Д: «Феникс», 2005. – 448 с.

16. Военно-историческая оловянная миниатюра. Технология изготовления. Методическое пособие / А. Е. Ломзин и др.: М., 1992.

17. Логинов В. П., Боброва В. В. «Секреты кузнечного мастерства» ООО «Аделант». М., 2008 г., 96 стр., 64 стр. цв. вкл.

18. Ковка, чеканка, инкрустация, эмаль / Автор-составитель Л. Ф. Борисова. ООО «Аделант», 2004. – 223 с.

19. Работы по металлу (чеканка, ковка, литье). – М.: «Вече», 2004. – 176 с.

20. Мельников И. В. Художественная обработка металлов. – Ростов н/Д.: «Феникс», 2005. – 448 с.

21. Коваль Е. Работы по металлу. Пособие для начинающего мастера. Ростов-на-Дону: «Феникс», 1999. – 320 с.

22. Флеров А. В., Шеманов Ю.А. Техника художественной эмали, чеканки и ковки. М.: Высшая школа, 1986. – 88 с.

23. Федотов Г. Я. Большая энциклопедия ремесел / Геннадий Федотов. – М.: «Эксмо», 2009. – 608 с.

Раздел III

Выколотка (дифовка), чеканка, басма

Если ты знаешь что-либо более правильное, чем это, – бесхитростно поделись, если же нет, пользуйся этим вместе со мной.

Гораций

Глава 3. Выколотка (дифовка)

3.1. Общие сведения

Дифовка отличается от ковки тем, что выполняется без нагрева и обычно из листовых заготовок. Поэтому ее еще называют холодной ковкой, или выколоткой.

В старину мастера с применением выколотки (дифовки) изготовляли из листового золота и серебра кубки, чаши, ковши, братины, ендовы, чарки, а позднее самовары и другие изделия, отделанные чеканкой, гравировкой и драгоценными камнями.

Скифские сокровища. Первостепенное значение имеют небольшая серебряная с позолотой чаша, небольшой серебряный ритон – рог для вина, рельефная головка льва венчает его конец и серебряный кувшин. Эти вещи – непревзойденные произведения искусства, уникальные творения безвестных греческих мастеров, работавших по заказу скифов в первой половине IV века до и. э., выполненные с применением дифовки (см. рис. 3.1, 3.2).

В качестве примера можно привести Микены, древний город в Арголиде (южная Греция), крупный центр эгейской культуры. В 3-м тыс. до н. э. поселение, с XVII века столица одного из государств ахейцев. Расцвет Микен в 1400–1200 годах. Около 1200 до и. э. Микены погибли от пожара. Раскопками с 1876 года обнаружены дворец, усыпальницы – толосы, циклопические стены, дома ремесленников и др.







Раскопки были начаты известным археологом-любителем Г. Шлиманом. В этих захоронениях им были найдены уникальные золотые украшения, например золотая маска (см. рис. 3.3), многие из них были контрабандно вывезены в Германию.

«Сокровища Шлимана» после 1945 года были вывезены в СССР и ныне хранятся в Музее изобразительных искусств им. А. С. Пушкина в Москве.

Прекрасные памятники архитектуры Бухары, имена ее знаменитых ученых и поэтов – Абу Али ибн Сина, Рудаки, Дакки – известны всему миру. На весь мир славится город с древнейших времен выколоткой (дифовкой) и особой медной чеканкой (рис. 3.4). На бухарском базаре можно увидеть, как самозабвенно трудятся чеканщики. Тут же разложены и плоды их трудов – различные восточные самовары, сосуды для мытья рук и т. д., выполненные при помощи дифовки; полуметровые блюда и подносы с изображениями достопримечательностей города, стилизованных животных. Спросив имя покупателя, мастер моментально гравирует его на выбранном изделии, добавив слова «на память о Бухоро». Красивые и ценные сувениры…





В наших музеях, особенно в Московской Оружейной палате (рис. 3.5), хранится много серебряных, медных и латунных предметов, выполненные с применением дифовки русскими и иноземными мастерами в разное время и в различных городах.

В средневековье во многих городах декоративно-прикладное искусство по художественной обработке металла развивалось особыми путями, и расцвет его определялся экономическим и политическим ростом города (см. рис. 3.6).

Например, в Калуге он наступил сравнительно поздно, лишь во второй половине XVIII столетия. Тогда в городе работало пять парусных, суконная и бумажная фабрики и торговля велась не только со многими городами нашей страны, но и с Константинополем, Берлином, Лейпцигом и другими зарубежными городами. Именно тогда было сделано много прекрасных серебряных вещей мастером М. К. Золотаревым, почти не уступающих столичным изделиям (рис. 3.7).

Из стали этим приемом изготовляли рыцарские доспехи: щиты, шлемы и латы; элементы архитектурных украшений; купола церквей, навершия решеток и оград и безусловно, необходимая во все времена, повседневная или щедро украшенная декоративная домашняя утварь – самовары (особенно ценятся тульские самовары) и кубки, кувшины и вазы, чаши и ковши, миски, чашки, ложки, тазы, подносы и пр.





В Дамаске (Сирия) есть целые улицы и ремесленные кварталы, где можно увидеть и купить простую различную медную и серебряную посуду, выполненную дифовкой, а чаще украшенную чеканкой, гравировкой и насечкой. Во всем мире славятся и изделия из дамасской стали: сабли, кинжалы и т. д.

Дифовку применяют для изготовления барельефов и объемной скульптуры, трубопроводов, больших котлов и т. д.

Наиболее значительным произведением, выполненным в технике дифовки, является скульптурная группа «Рабочий и колхозница», созданная по проекту В. И. Мухиной для павильона СССР на Международной выставке в Париже в 1937 году.

Скульптура сделана из светлого легкого металла – тонких листов нержавеющей хромо-никелевой стали. Отдельные части выколачивали на деревянных колодках мастера-жестянщики под руководством Мухиной и главного инженера завода «Стальмост» П.Н. Львова. Готовые детали сваривали и крепили на мощном балочном каркасе. Тонкая (0,5–1,0 мм), прочная, гибкая, годная для ковки, штамповки и сварки

сталь по своим технологическим показателям была самым лучшим и современным материалом для такого рода работы.

Хотя в наши дни в сфере производства бытовой утвари господствует поточный выпуск штампованных обезличенных изделий, но технология дифовки не потеряла своего значения и в наши дни. Предлагаем овладеть навыками самостоятельного изготовления посуды. Ведь каждое ваше изделие будет нести печать уникальности дизайнеровского решения и придаст интерьеру особый неповторимый шарм.

3.2. Дифовочные работы

Различают следующие виды дифовки: свободная ручная выколотка, выколотка по модели, механизированная дифовка.

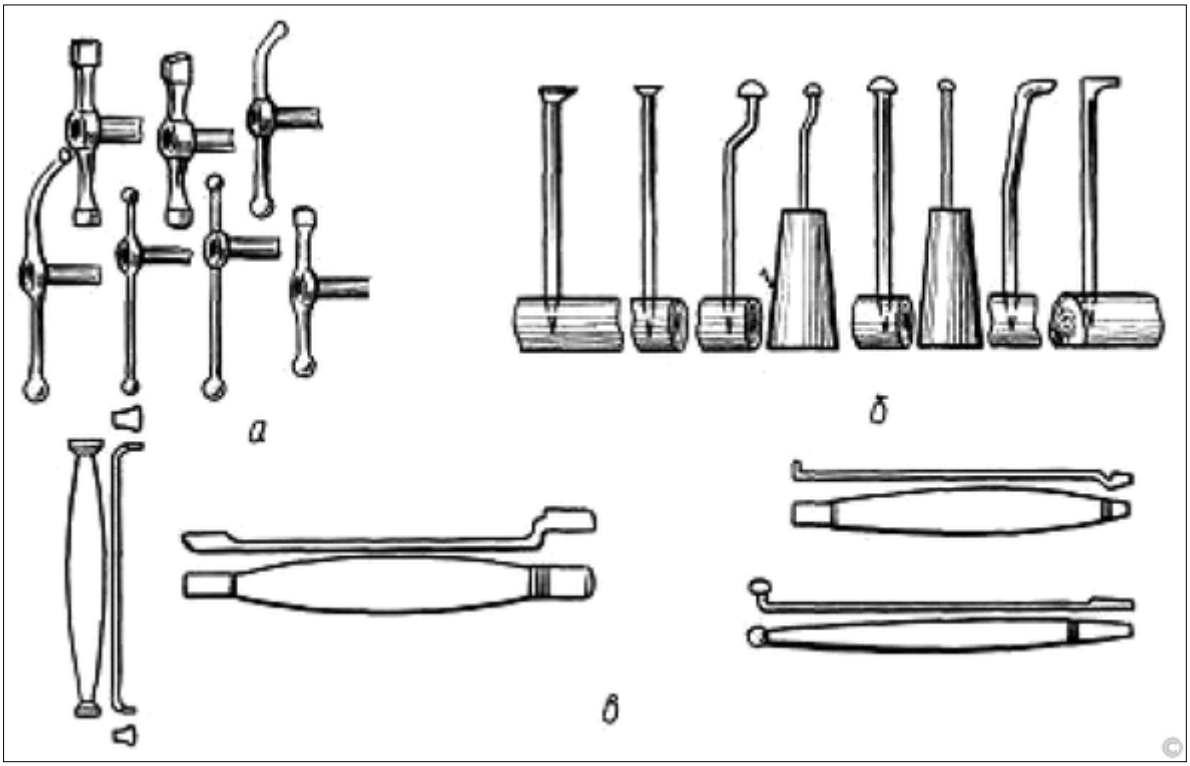
Свободная ручная выколотка представляет собой способ, которым из листового металла создают полое объемное изделие. Он включает три основных процесса – расплющивание заготовки, т. е. увеличение ее за счет уменьшения толщины; сгибание заготовки – сжатие вогнутой стороны и растяжение выпуклой; осадка металла – увеличение толщины его поперечного сечения в результате удара. Обычно свободной выколоткой выполняют в металле первые авторские образцы. Этот процесс трудоемкий и длительный, поэтому, если есть возможность, его заменяют другими, более производительными приемами – дифовкой по модели, давкой на станке.

Инструменты и приспособления. При ручной дифовке применяются различные ударные и опорные инструменты. Ударный инструмент – молотки, изготовленные из твердых пород дерева: дуб, клен, самшит, граб, береза. Изготавливают молотки и из резины, цветных металлов, кости, стали. Дифовку лучше выполнять неметаллическими молотками, так как на поверхности металла не остается царапин, засечек, забоин и иных следов от ударов. Резиновые молотки служат для выколотки и выглаживания важных участков заготовки. Стальные молотки бывают разных форм – плоские, выпуклые, шаровидные и т. п.

Молотки-наводильники служат для посадки гофр (рис. 3.8, а), гладильники – для правки и проковки поверхностей заготовки, шаровые – для выколотки вогнутых и выпуклых форм (3.8, в). Их бойки должны быть тщательно отполированы, чтобы не оставалось засечек и царапин.

Опорный инструмент представляют наковальни, плиты различных форм для правки и гибки листового металла, шпераки с двумя плечами различной формы – плоскими, конусными, округлыми концами (подробнее с приспособлениями можно ознакомиться в литературе по «Художественной ковке»). К опорному инструменту относятся стойны (рис. 3.8, б), служащие для обработки сложных по форме изделий. Массивные стойны с выпуклой поверхностью для выколотки и проковки полых изделий – *амбусы.* Используют слесарные инструменты – зубила, ручные ножницы, напильники, шаберы, плоскогубцы, круглогубцы, гофрилки, мерительный инструмент, чертилки, ножовки и др. свободной выколоткой выполняют в металле первые авторские образцы. Этот процесс трудоемкий и длительный, поэтому, если есть возможность, его заменяют другими, более производительными приемами – дифовкой по модели, давкой на станке.

Расплющивание производят молотком на небольшом участке листа, лежащего на наковальне. Толщина металла в этом месте уменьшается, раздается в ширь, и лист начинает деформироваться в сферическую поверхность, так как нетронутые его края не дают возможности раздаться в стороны.



Сгибание выполняют стальным или деревянным молотком на ребре наковальни. Оно может быть под углом, по прямой, дуге или радиусу. В качестве опоры выбирается ребро фасонной наковальни соответствующей формы. При сгибании происходит также и вытяжка металла. Осадка предполагает предварительную *гофрировку* заготовки, а затем осаживание гофры стальным или деревянным молотком на наковальне. Низкие и широкие гофры осаживаются легче. Губки плоскогубцев и круглогубцев для гофрировки или специальных гофрилок должны быть отполированы и закалены. Такой инструмент не оставляет царапин и повреждений на поверхности заготовки.

Материалом для ручной выколотки могут служить листы стали, алюминия, меди и ее сплавов, бронзы, латуни, томпаков; серебра и даже золота. Основное требование к материалу – пластичность. Единственное ограничение – толщина листового металла не должна превышать 2 мм. Бытовую посуду чаще всего изготовляют из обычной (лучше низкоуглеродистой) или нержавеющей стали, из алюминия, меди, латуни. При этом для улучшения потребительских свойств и увеличения срока службы стальную посуду принято лудить или эмалировать, медную – лудить, алюминиевую – оксидировать или покрывать слоем другого металла электролитическим способом.

Ручную выколотку выполняют на опорном инструменте – вертикальных стойнах – выколоточными фигурными молотками. Перед началом выколотки производят раскрой заготовок в соответствии с желаемой формой изделия. При раскрое необходимо учитывать припуски на осадку заготовки под ударами. Если выпуклость изделия будет высокой, припуск дают больше. Величину припусков для того или иного изделия лучше определять опытным путем. По мере накопления опыта вы научитесь безошибочно необходимые припуски. Очень важно перед началом работы внимательно осмотреть заготовку. Наличие на ней глубоких царапин, выбоин, других дефектов повышает риск разрыва заготовки под воздействием ударов на местах обнаруженных дефектов. Если дефектов поверхности заготовки не обнаружено, то ее в обязательном порядке отжигают для придания пластичности и лишь после этого приступают к выколотке.

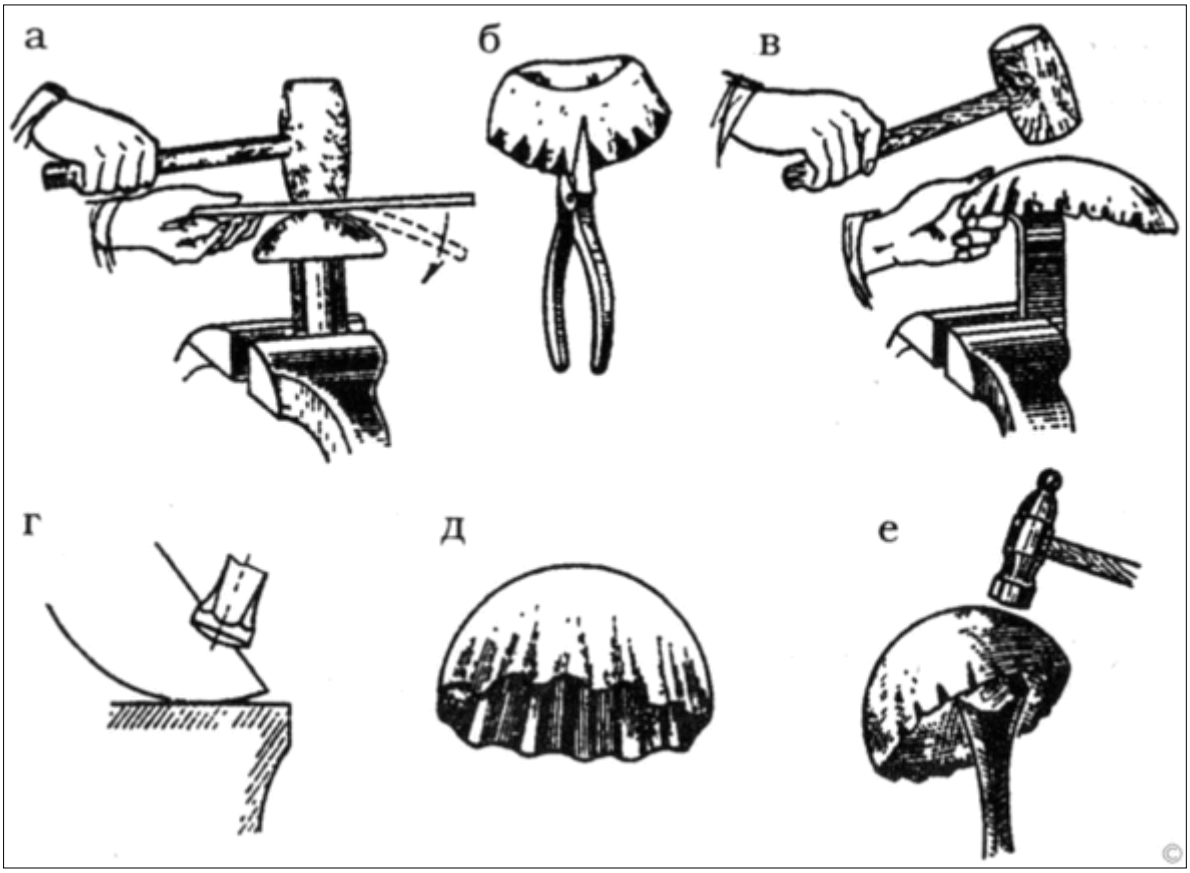
В зависимости от конфигурации выбирают соответствующее *стойно* и расположив на нем плоскую заготовку, начинают выколачивать ее в необходимом месте, где планируется выпуклость. Выколотку ведут частыми, но не сильными ударами выколоточного молотка. Постепенно края заготовки отгибаются внутрь. На этом этапе выколачивают выпуклость высотой, равной 1/6-1/8 итоговой высоты выпуклости. Здесь делают остановку. Дело в том, что одновременно с подгибанием краев заготовки внутрь, на них образуются складки, называемые *гофрами.* Чем глубже выпуклость, тем сильнее гофрятся края заготовки. Изделие в готовом виде не должно иметь никаких гофров (конечно, если их наличие не задумано мастером). Поэтому процесс выколотки периодически прерывают и занимаются устранением гофров. Для этого их сначала выделяют с помощью круглогубцев, а затем осаживают молотком на стойне (рис. 3.9).

Устранив образовавшиеся на первом этапе гофры, переходят к выколотке середины заготовки. Середину выколачивают такими же частыми, равномерными, но не сильными ударами. Периодически удары прекращают, чтобы осмотреть изделие, не достаточна ли высота выпуклости, не произошло заваливания выпуклости и ее кромок в какую-либо сторону. Этот момент очень важен, так как несимметрично выколоченным изделием мастеру предстоит проводить трудоемкую, серьезную исправительную работу.

Маленький недочет всегда можно легко исправить несколькими ударами. При выколотке середины удары наносят от центра заготовки к краям по траектории расходящейся спирали. Но при этом удары по самой высокой части выпуклости наносить ни в коем случае нельзя, иначе она неравномерно поднимется над общей поверхностью заготовки. Периодически заготовку отжигают (отжиг снимет внутреннее напряжение металла, возникающее под воздействием ударов, так называемый *наклеп* или нагартовку, и возвращает металлу пластичность), наносят круглогубцами гофры и осаживают их на стойне.

Когда необходимая глубина достигнута, выколотку прекращают, поверхность заготовки выглаживают гладильником, излишки материала на краях обрезают и зачищают заусенцы напильниками, наждачной бумагой и т. д.

Мастера старины были настоящими виртуозами выколоточных работ. Здесь и уже известные нам выколоточные молотки и опорные стойна, и «желобильни» – чугунные плиты с углублениями для выгиба краев дна у чайников, ведер, других изделий, и «осадки» с «обжимками» – толстые металлические стержни длиной 200–250 мм с углублениями на концах, применявшиеся для изготовления заклепок. Здесь и гладильники – подобия кузнечных гладилок применяли мастера и различные молотки: наводильники для осадки гофр, шаровые – для сферических поверхностей, шеечные – для образования шеек ваз, кубков, кувшинов.



Кроме простых изделий мастера изготовляли сложные сборные конструкции. Здесь и самовары, и упомянутые уже кувшины, кубки, вазы. Элементы этих произведений (шейки, тулова, ножки) изготовлялись по отдельности, а затем соединялись при помощи фальцев. Такие детали как ручки, краны самоваров и др. отливались по формам и щедро украшались подчас уникальным узором. В настоящее время сборку отдельных элементов можно производить пайкой или сваркой.

Облегчало труд умельцев применение болванок. Болванки старых мастеров представляли собой чугунные опоры, имевшие форму и размеры готового изделия или его детали. Технику выколотки на болванках применяют и в настоящее время. Она ускоряет и упрощает процесс изготовления изделия и его деталей и даже может лечь в основу серийного производства изделий.

Болванки можно изготавливать из дерева, металла, стеклопластика, текстолита и даже камня. Рабочая поверхность болванки должна быть очень ровной и отполированной. Заготовку прикладывают к болванке и начинают выколачивать, передвигаясь от краев к выпуклости. Периодически заготовку снимают с болванки и подвергают отжигу. Вернув металлу пластичность, продолжают придавать заготовке форму болванки. Завершив формовку, изделие проглаживают, срезают излишки материала, зачищают заусенцы.

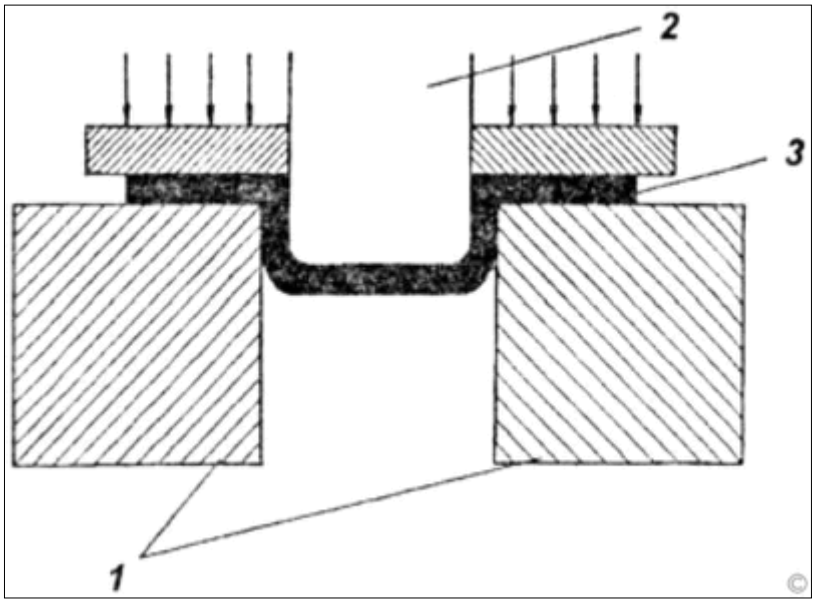
Сборку многоэлементного изделия производят пайкой. Чтобы соединительный шов не выделялся, его проковывают в холодном или нагретом состоянии молотками или небольшой по весу кувалдой. При термической (горячей) правке осуществляют местный нагрев заготовки в деформированной части. Делать это можно над газовой горелкой. Прогревают заготовки постепенно. За один проход вдоль деформированной части нагревают зону шириной в 0,5–2 толщины материала заготовки. Выравнивание происходит при охлаждении прогретой зоны в силу сжатия металла при переходе из горячего состояния в холодное. Дополнительная проковка шва позволяет увеличить эффект термической правки.

Нагрев шва всегда осуществляется с выпуклой стороны и начинается от центра выпуклости. Удары же начинают наносить вокруг нагретого участка, а затем уменьшая радиус, постепенно проковывают сам разогретый участок.

При описании выколотки мы затронули еще одну операцию. Это посадка гофров. Рассмотрим ее подробнее.

Посадка гофров. Посадкой называется изменение формы заготовки, в результате которого сокращается длина кромки с одновременным ее утолщением. Осуществляется посадка в два приема: гофрирование и собственно посадка гофра. Гофрирование производят, как вы уже знаете, при помощи круглогубцев. В этой части заготовки, которую нужно посадить, круглогубцами наносят невысокие, равномерные по всей длине борта заготовки гофры. В идеале высота гофра должна равняться его ширине. Затем вооружаются металлическим или деревянным наводилом (заостренным) молотком и начинают наносить удары сначала по высокому краю гофра, а затем по направлению от низкой части к борту (см. рис. 3.8, а; 3.9) удары должны быть легкими и частыми. Окончив посадку, поверхность заготовки выглаживают гладильником.

Вытяжка. Еще больше упрощает процесс холодная листовая штамповка. Это так называемая вытяжка. Ее применяют для изготовления объемных изделий или деталей простых форм из листов металла. Основные приспособления, требующиеся для вытяжки, матрица пуансон и прижим. Плоскую заготовку располагают между матрицей и пуансоном и, воздействуя силой удара на ударную часть пуансона, формируют из заготовки объемное изделие. Форма изделия задается формой матрицы и пуансона (см. далее главу «Басма»). Однако, в силу растяжения металла, на его кромке должны образоваться гофры. Чтобы этого избежать, применяют специальный прижим. Им плотно прижимают кромку вставленного между матрицей и пуансоном листа, но так, чтобы давление прижима не препятствовало передвижению материала (рис. 3.10).



Поверхности рабочего инструмента вытяжки, также как и во всех предыдущих операциях, должны быть гладкими и отполированными во избежание повреждения поверхности заготовки.

Выколотку по моделям применяют в работе над монументальной скульптурой, при изготовлении барельефов и скульптурно-декоративных композиций экстерьерного характера из меди, латуни, алюминия,

нержавеющей стали. Монументы, выполненные выколоткой, долговечнее литых, удобны при перевозке, легки и прочны.

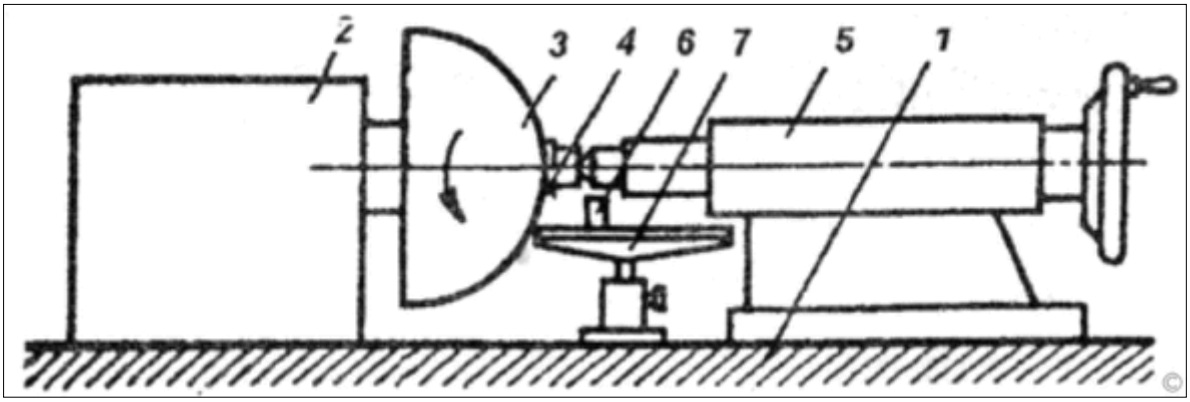
Технология выколотки. С авторского оригинала, отформованного в гипсе в натуральную величину, снимают кусковую гипсовую форму и изготовляют цементные модели головы, торса, рук и т. д. Для сильно профилированных деталей фигуры – лица, кисти руки и т. д. отливают боббитовые модели. Для сложных и ответственных по рельефу деталей отливают дополнительно боббитовые формы, которые служат матрицами для уточнения рельефа при выколотке.

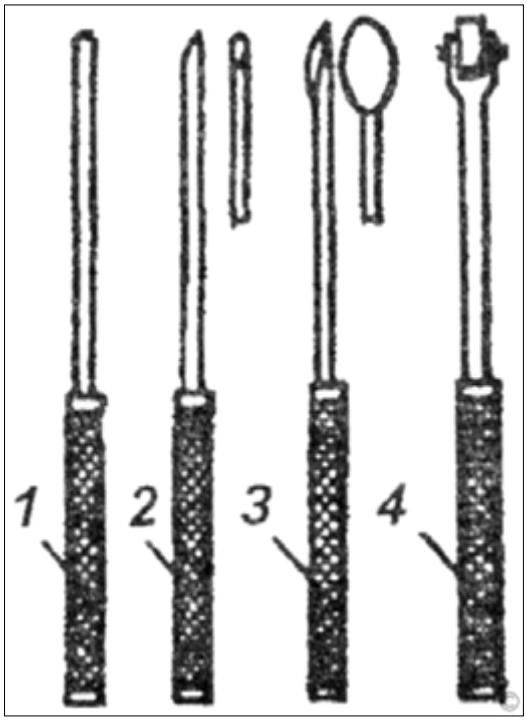
Все металлы, кроме алюминия, предварительно отжигают, отбеливают, промывают и просушивают.

Выколотку отдельных деталей или частей фигуры выполняют на металле различной толщины: для цветного 1–2 мм, для нержавеющей стали – 0,5–1 мм. Площадь листовой заготовки рассчитывают с учетом вытяжки и посадки, измерения производят рулеткой или стальной линейкой по огибу модели. Листовой металл накладывают на кусковую форму, обжимают, закрепляют проволокой или куском веревки и производят выколотку вначале резиновыми, а затем деревянными и другими молотками. Затем заготовку повторно отжигают, нагревая ее до темно-красного каления, если она изготовлена из меди, стали или латуни. Алюминий отжигают осторожнее, до почернения предварительно нанесенным мылом рисок. Очищенную от окалины заготовку вновь накладывают на модель, закрепляют, и выколотку повторяют. В сложных случаях профилировки операцию повторяют несколько раз. С лицевой стороны заготовку утоняют стальными чеканами. Для этого ее заполняют смолой и после застывания прочеканивают и наносят фактуру (см. главу «Чеканка»). Сборку деталей и монтировку фигуры начинают с подгонки и пропиловки краев деталей между собой. Излишки металла обрезают ножницами и опиливают напильниками, затем листы подгоняют встык, сваривают, швы прочеканивают. Далее фигуру монтируют на стальной каркас. На внутренней ее поверхности приваривают специальные кламеры из того же металла. К ним через текстолитовые прокладки, которые нужны чтобы не образовались термопары, крепят стальной каркас.

Выдавливание. При выдавливании изделий из листового металла применяют токарный (или давильный станок). Токарный станок оснащается специальной оправкой, повторяющей требуемую форму изделия. Оправка может быть стальной, чугунной или деревянной. Посредством выдавливания изделиям придают формы тел вращения (например, полусферическую). Круглую плоскую металлическую заготовку зажимают между закрепленной в патроне или на шпинделе токарного станка и вращающимся центром задней бабки станка (рис. 3.11).

На опорном штифте специального упора (или подручника) устанавливают давильник. Давильники изображены на рисунке 3.12. Этот инструмент выполняется из стали, латуни, меди.





Твердые породы древесины также допустимы для использования в качестве материала для давильников. Рабочая часть давильника имеет либо шарообразную, либо скругленную форму или же выполняется в виде вращающегося ролика. Длина рукоятки давильника должна быть не менее 400 мм.

Изготовление фигурной вазы и скульптуры (рыбки).

Ваза изготовляется из листовой латуни толщиной 0,8 мм. Ваза состоит из пяти частей: нижней, полусферической с дном; вставыша, изготовляется на токарном станке; средней конической; верхней фигурной и латунной ручки, изготовляется кузнечным способом, или литьем. Раскроенные нижнюю часть, верхнюю и среднюю выдавливают на давительном станке с помощью деревянной формы, затем края в месте стыка зачищают, заготовки связывают, подгоняют и пайкой выполняют вертикальные швы. Пайку ведут под слоем флюса с двух сторон, в качестве припоя можно использовать сплав серебра, цинка, меди и латуни, а для нагрева применить газовую горелку. Подготовленная таким образом нижняя часть вазы обрабатывается на деревянной форме специальными молотками с внутренней стороны до получения задуманной формы. Аналогично делается раскрой, подготовка, формовка и пайка верхней, фигурной, и средней, конической части вазы. Конус выбивается с применением наружного шаблона, а затем, для сглаживания появившихся на нём выбоин, поверхность обрабатывается с применением стальных специальных пунсонов, соответствующих форме вазы. Подготовленные таким образом детали вазы: верхнюю, нижнюю и среднюю части подгоняют; вставляют вставыш; изделие связывают; производят пайку соединительных швов. Оформляют горловину, припаивая фигурную ручку. Верхнюю часть горловины выполняют выколачиванием наружу и снизу усиливают латунной проволокой. Излишки металла удаляют, швы, и стенки вазы выравнивают и выглаживают для получения требуемой формы, затем поверхность обрабатывают 5 %-ным раствором серной кислоты. Ваза подготовлена для отделки, а именно, выполнения чеканного рисунка (см. главу ниже). Ваза может украсить ваш интерьер.

Научившись выколачивать правильную полусферу, попробуйте взяться за выделку декоративной металлической посуды. Готовую посуду можно украсить гравировкой или чеканкой.

Современные художники-прикладники успешно применяют выколотку для создания настольной декоративной скульптуры. Предельно лаконичным, скупым, но точным языком пластики художники передают самое характерное в изображаемой натуре, создают обобщенный, легко запоминающийся образ, не забывая выявить специфическую красоту самого материала.

Как обычно, творческая работа над *скульптурой* начинается с выполнения набросков с натуры, на основе которых разрабатывается эскиз. Чтобы достаточно хорошо изучить натуру, нужно сделать множество набросков в самых различных ракурсах. Эскиз составляют с учетом материала и техники, которые будут применены. Руководствуясь эскизом, лепят модель из глины или пластилина. По модели изготовляют выкройки разверток. Внимательно изучив вылепленную модель, решают, как наиболее удачно выполнить раскрой, стараясь свести до минимума количество выкроек. На модели карандашом можно нанести примерные линии стыков выкроек. Затем прикладывают к модели бумагу или фольгу и прорисовывают контуры каждой выкройки. Можно использовать кальку или папиросную бумагу, через которые хорошо видны линии раскроя.

Затем выкройки переводятся на плотную бумагу или тонкий картон. С помощью вырезанных шаблонов раскраивают металлический лист.

Надо иметь в виду, что как бы тщательно ни были подготовлены выкройки, контуры и размеры их все же будут довольно приблизительными. Ведь после того как будет выколочена каждая деталь, площадь поверхностей у них увеличится.

При дальнейшей работе над скульптурой, вплоть до завершения сборки, постоянно уточняйте форму и контуры каждой детали. Конечно же, при работе в материале не обязательно точно придерживаться форм, найденных в модели. В процессе выколотки сам материал и приемы его обработки могут подсказать более выразительное пластическое решение. Помните, что в свободной ручной выколотке творческое начало присутствует на всех этапах работы, начиная с наброска на листе бумаги и кончая сборкой и патинированием.

Декоративную настольную скульптуру можно выполнить из листовой красной меди. Если меди нет – заменить листовой латунью.

Перед раскроем заготовок металл отожгите и опустите в холодную воду, чтобы снять окалину. Шаблоны вырежьте из плотной бумаги или тонкого картона. Наложив шаблоны на металл, обведите их стальной чертилкой. Аккуратно вырежьте каждую деталь.

Выколачивать детали можно на опорном инструменте или на толстой свинцовой плите. Такую плиту изготовить довольно просто (см. главу «Литье металла»). В широкую жестяную банку положите куски свинца и расплавьте на огне. Слой расплавленного свинца должен достигать примерно 30–40 мм. Погасите огонь. Остывшую плиту выбейте из банки, и наковальня готова.

Положите деталь на плиту и начинайте выколачивать, нанося сильные и точные удары.

Под ударами молотка медь начинает вытягиваться, а в свинце образуются углубления, точно повторяющие форму выколачиваемого медного листа.

Обработанные выколоткой детали сгибайте на краю верстака или наковальни. При этом внутренняя поверхность листа испытывает деформацию сжатия, а внешняя – растяжения. Мелкие детали сгибайте плоскогубцами. Перед сборкой и спайкой каждую деталь плотно подгоните друг к другу в местах стыков, срезая лишние куски металла ножницами или стачивая напильником. Спаивать можно оловом, применяя в качестве флюса канифоль или хлористый цинк.

Более простые полые формы для украшения интерьера, имеющие симметрию, например *рыбку* (см. рис. 3.13), можно выколотить на болванке из девятислойной фанеры. Если фанеры такой толщины нет, ее можно склеить под прессом из трех листов трехслойной фанеры.

Выпилите в болванке сквозное отверстие, соответствующее контурам туловища рыбы, и положите болванку на низкий ящик. На дно ящика положите кусок пластилина так, чтобы он плотно заподлицо заполнял вырез в фанере. Затем сверху наложите медный лист и приступайте к выколотке.

Чтобы металл не разорвался, выколотку нужно начинать над краями отверстия, постепенно продвигаясь к середине, пока заготовка не примет нужную форму. Точно так же выколотите вторую, половину. Только не забудьте фанеру с вырезом перевернуть на другую сторону.

Закончив выколотку боков, прочертите и вырежьте хвост и плавники. У той и другой половины они должны точно совпадать и плотно прилегать друг к другу. Прежде чем спаивать половины, просеките в них узкие поджаберные отверстия. С внутренней стороны плавники и хвост зачистите шабером, напильником или наждачной бумагой, затем смочите хлористым цинком (паяльной жидкостью) и пролудите всю поверхность оловом. Из нихромовой проволоки (она не деформируется при нагревании) изготовьте зажимы.

Внутреннюю поверхность плавников и хвоста смажьте хлористым цинком. Обе половины соедините зажимами так, чтобы края их совпадали. На газовую плиту положите металлическую сетку, а на нее корпус рыбы. Нагревая корпус на огне, внимательно следите за швом. Как только в нем появится расплавленное олово, газ нужно выключить. Через некоторое время остывший корпус снимите с сетки, уберите зажимы и обработайте напильником края хвоста и плавников.

Завершите сборку припаиванием мелких деталей – боковых и нижнего плавников, которые вырежьте заранее, а также выгнутых из медной проволоки колец вокруг глаз и окантовки рта.

Все медные или латунные фигурки патинируют. Перед этим зачистите их металлической щеткой и наждачной бумагой. Наиболее часто для меди и латуни применяется способ патинирования серной печенью. В данном случае слово «печень» образовано от слова «спекать» – чтобы ее получить, спекали порошки серы и поташа. Пары серы ядовиты, поэтому серную печень нужно готовить в вытяжном шкафу или в хорошо проветриваемом помещении. Одну часть порошковой серы смешайте с двумя частями поташа и в течение 15–20 минут расплавляйте (спекайте) смесь в металлической посуде. К концу или в середине спекания смесь может загореться слабым зеленоватым огнем. Такое горение допустимо и не отражается на качестве серной печени.

Остывшую смесь растолките в ступе. Перед употреблением порошок залейте горячей водой и тщательно размешайте раствор. Затем в него опустите изделие. Когда латунь или медь почернеет, извлеките изделие из раствора и промойте чистой водой.

Патинированное таким образом изделие приобретает интенсивный черный цвет. Чтобы чувствовался металл, а детали выступали более рельефно, выпуклые части протрите мелко просеянным речным песком или порошком пемзы. В протертых местах появится легкий мерцающий металлический блеск, плавно переходящий в темный цвет углубленных частей скульптуры.

Операцию по отделке – патинирование, оксидирование, шлифовку, полировку производят в соответствии с замыслом автора и в зависимости от материала, из которого выполнена дифованная скульптура.


1
2
3



Простые образцы посуды, выполненные дифовкой и выдавливанием см. на рис. 3.14.

Глава 4. Чеканка

4.1. Основные сведения

В главе «Чеканка» выделено несколько разделов, благодаря которым вы сможете познакомиться с новой эстетикой – эстетикой металла. Своей глубиной, обширными возможностями она поражает всех, кто когда-либо соприкасался с декоративным металлом. Окружите себя металлической красотой, и вы увидите, как выигрывает от этого любой интерьер, любой ландшафт. Может быть, заразительная сила металла привлечет к вам тех, кто считает, что работа с металлом – дело невероятно сложное для обычного человека, и откроет вам путь к новой профессии.

В списке декоративных техник обработки металла чеканка занимает особое место. Нет необходимости объяснять современному человеку, что собой представляет чеканное изделие. Художественная чеканка из листового металла один из самых увлекательных и интересных видов художественной обработки. Но в то же время один из наиболее сложных по выполнению и трудоемких видов прикладного искусства.

За многовековую историю развития этот вид декоративного искусства приобрел большое разнообразие жанров. Чеканка применяется при создании больших, многометровых произведений – панно, барельефов, украшающих современные архитектурные ансамбли. И в то же время техникой чеканки пользуются ювелиры, изготовляя миниатюрные украшения, размеры которых не превышают нескольких миллиметров.

Одно из главных положений прикладного искусства, в том числе и чеканки, заключается во взаимосвязи пользы и красоты создаваемых вещей. Это касается любых произведений декоративно-прикладного искусства: орудий труда, предметов потребления и практически всей материальной культуры.

Будущий мастер должен прочно усвоить эту истину. Поэтому, желательно, чтобы искусство чеканки осваивалось на предметах, имеющих определенную практическую пользу. Начинать следует с простых плоскостных работ с несложным рисунком и сравнительно невысоким рельефом. По своим размерам они не должны быть слишком большими или слишком миниатюрными. Материал для начала – медь или латунь. Примером плоскостных предметов для чеканки может быть небольшой поднос с невысоким краем, крышка альбома для марок, открыток и фотографий, стенка для календаря (настольного или настенного), абажур для настольной лампы, лоток для туалетных мелочей, задняя стенка туалетного ручного зеркала, неглубокая пепельница и т. д.

Прежде чем браться за самостоятельное, законченное произведение, полезно выполнить несложное тренировочное задание. На нем отрабатывается навык в проведении прямых и кривых линий, приобретается твердость и уверенность руки.

Может быть, поэтому чеканка по листу относится к одному из наиболее популярных среди учащихся и студентов способов художественной обработки металла.

Во многих музеях мира сохранились металлические изделия мастеров древнего мира, средневековья и эпохи Возрождения. Из листового металла, обладавшего высокой пластичностью, мастера изготавливали боевые доспехи, посуду, и декоративные украшения. Особенно разнообразной была кухонная и столовая утварь: котлы, братины, ковши, черпаки, блюда, кувшины, вазы, чайницы и многое другое. Мастера не только стремились изготовить добротную и удобную посуду, но и старались сделать ее эстетически привлекательной. Среди различных приемов декоративной отделки посуды значительное место занимала чеканка, с помощью которой на поверхности изделий созданы орнаментальные и сюжетные рельефы.

В технике чеканки созданы ювелирные изделия, оклады икон, оружие и даже скульптурные монументы. Древние мастера знали множество приемов чеканки, позволяющих создавать как низкий, так и

высокий рельеф. При отделке чеканного рельефа они умело сочетали гладкие блестящие элементы узора или сюжетного изображения с матовым канфаренным фоном, гравировкой, чернью и позолотой наводкой.

Чеканка бала известна в Древнем Египте (рис. 4.1), Древней Греции и Риме, применялась в искусстве Китая, Ирана, Индии и Японии.



Скифы были великие мастера чеканки. В V–IV веке до н. э. они изготовили множество различных изделий из драгоценных металлов, в том числе и контурной чеканки с применением различных фактур как по фону, так и по изображаемому рисунку. На предметах быта изображены сцены из жизни животных, борьба зверей, растения, рыбы. Чистый фон, четко обозначенный контур рисунка, а изображение прочеканено различной фактурой – штрихами, точками, мелким растительным орнаментом, которые усиливают характер предмета (рис. 4.2, 4.3).

Весьма интересны художественные произведения из металла эпохи Сасанидов.





С давних времен широко была распространена чеканка и в нашей стране. Уже в домонгольской Руси было известно несколько разновидностей чеканных работ: плоскостные, рельефные композиции, а также узоры, выполненные особой, орнаментально-пуансонной техникой. О высоком развитии этого искусства в Древней Руси можно судить по находкам археологов. Обнаруженные клады относятся ко времени нашествия батыевых орд (1237–1241 гг.).

Для северных городов в IX–X веках была характерна пуансонная чеканка. В Новгородской области найдены тонкие пластинки из серебра, которые были украшены различными пуансонными орнаментами в виде небольшого кружка или треугольника.

Среди находок – оковка турьего рога из так называемой «черной могилы» – высокого кургана в районе Чернигова (X век). На золотистом фоне отчетливо проступают фигуры людей, птиц, различных сказочных чудовищ.

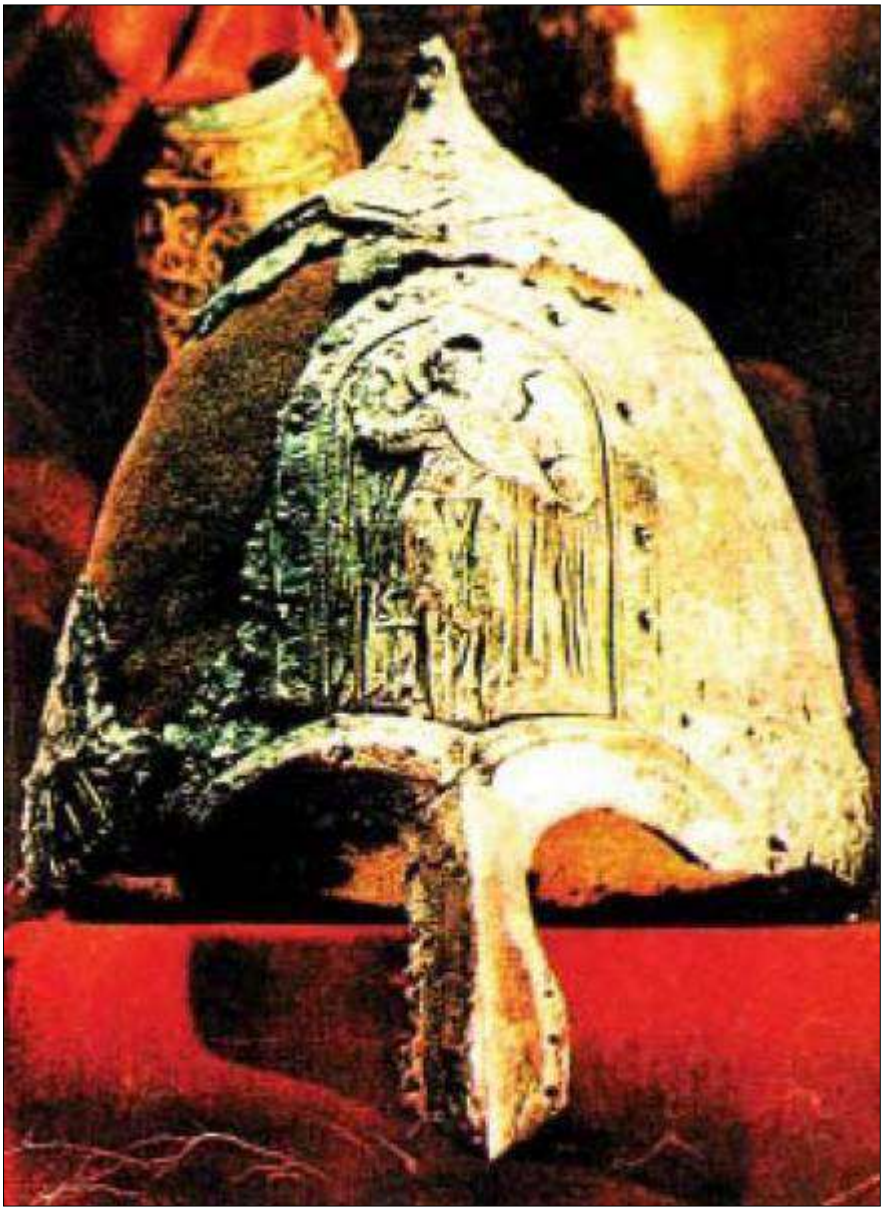
Это были сосуды для питья – ритоны, имевшие ритуальное значение. Они тесно связаны со славянским языческим культом и были атрибутами языческих богов и принадлежностью ритуальных пиров. Оба рога были помещены в курган уже после того, как догорел погребальный костер. Турьи рога-ритоны из Черной Могилы окованы серебром вокруг устья и украшены квадратными накладками в средней части. Оковка меньшего из рогов (длина 54 см) орнаментирована растительным узором, переплетенным в гирлянды. Другой турий рог (длина 67 см) украшен сложнее – на оковке отчеканен интереснейший фриз из разнообразных чудовищ, птиц и людей.

Центральное место в орнаментальной композиции занимает изображение двух человеческих фигурок, птицы и волка, обращенное к лицу, пьющему из ритона. Изображения на турьих рогах-ритонах из Черной Могилы так и остаются «непрочитанными учеными».

Качество изготовления рельефов позволяет судить о высоком художественном уровне и разнообразии технологии русской чеканки в начале X века (рис. 4.4).

Плоскорельефный способ (вокруг узора уплотняется и опускается фон), широко развитый в X и в первой половине XI века, постепенно заменяется басменным тиснением и объемной выпуклой чеканкой. Чтобы не порвать металл, работали на вязкой и прочной основе – смоле. Так сделан узор на шлеме князя Ярослава Всеволодовича (рис. 4.5).





Объемная и выпуклая чеканка выполнялась попеременно то с обратной, то с лицевой стороны. Это позволяло вытягивать участки металлического листа и получать высокорельефные изображения. На шлеме вместе с фигурой архангела хорошо видны барсы, грифоны. Другой пример – новгородские сосуды с фигурно изогнутыми ручками. Они созданы в конце XI – начале XII века мастерами Братилой и Костой. На рельефах – фигуры людей и виноградные листья.

Технического совершенства и пластического эффекта в высоком чеканном рельефе (особенно при наличии фигур) в средние века достигали французские и немецкие златокузнецы, в IV веке – итальянские, в конце XVI века – немецкие мастера. Тем самым уже тогда были достигнуты границы возможного для этой техники. Позднее подобный декор отливался и припаивался. Еще в древности применялась чеканка по твердой модели, в особенности для выделки фигур. Золотой или серебряный лист разгонялся по бронзовой или железной модели и затем снимался с нее.

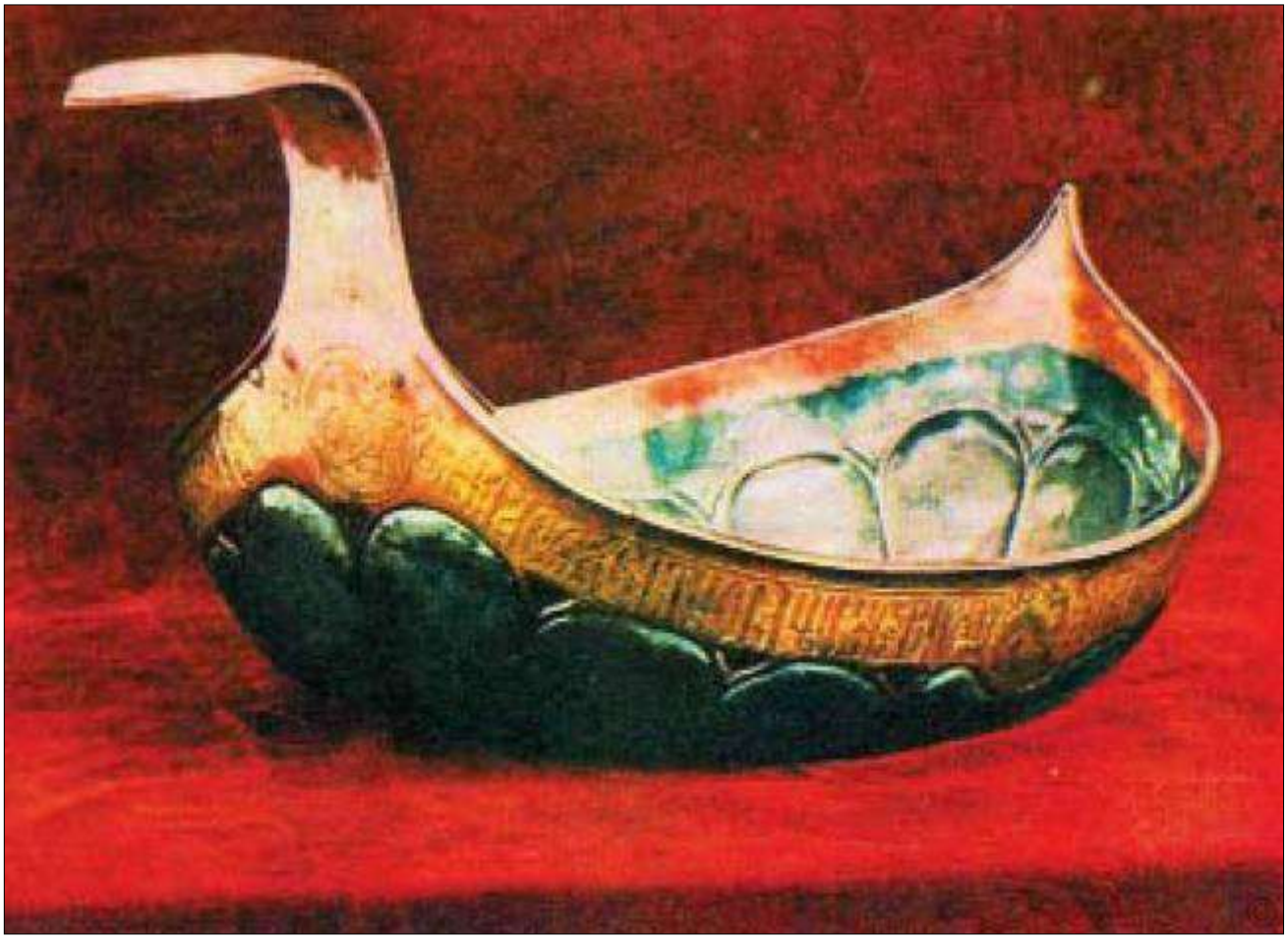
Монголо-татарское владычество приостановило развитие искусств и ремесел. Отдельные виды художественной обработки металлов полностью исчезли на русской земле вместе с угнанными в неволю талантливыми мастерами, и только после освобождения русский народ сумел возродить искусство чеканки,

а своего расцвета – в древнерусском искусстве IV–XVII веков. Дальнейшее развитие она получила в XVIII и XIX веках. Например, сохранились чеканные изделия новгородских чеканщиков XI–XII веков культового характера (оклады икон и др.), в которых своеобразно сочетаются черты русского и византийского искусства. Это не только орнаментальные композиции, выполненные чеканкой из листа, но и чеканные литые фигуры. К этому времени относятся образцы чеканного искусства Владимиро-Суздальской Руси. К 1412 году относится работа мастера Лукиана (складень), изготовленная чеканкой с чернью, а также работы тверских ювелиров, выполненные чеканкой по серебряному литью. Чеканка по высокому рельефу производилась мастерами-треками в Москве, а чеканные ковши и чаши – в Новгороде. Особенно пышного расцвета достигла чеканка в XVI веке, в Ярославле она сочеталась с резьбой и гравировкой, в Нижнем Новгороде обогащалась литыми скульптурными деталями. Новгородские чеканщики стали применять чеканку с конфаренным фоном. Расцвет чеканного искусства продолжался и в XVII веке. Появились новые приемы и художественные особенности: со второй половины XVII века и с начала XVIII века в Новгороде чеканщики применяют прорезной орнамент, в Костроме развивается плоская измельченная чеканка, чередующаяся с литьем и резьбой, в Ярославле чеканка достигает особой пышности, расцвечивается цветной эмалью (см. рис. 4.6).

На рубеже XVI–XVII века широко распространяется басменное тиснение. Басму отличает равномерно повторяющийся орнамент и стыки на границе соседних узоров. Мастера работали главным образом с медными литыми или гравированными матрицами. Сохранились оклады икон и украшения книжных переплетов.

Временем расцвета старинных русских ремесел можно считать XVI–XII века. В этот период в Ярославле и Сольвычегодске, Казани и Костроме создаются выдающиеся произведения чеканки, черни, гравировки и эмали. В музеях можно увидеть великолепные серебряные и золотые чаши для пива и кваса, братины, кубки, кунганы, ендовы, сулеи, ларцы, коробки, рамы для зеркал, футляры для очков. Рисунок покрывал нарядные доспехи, конскую упряжь. С особым изяществом изготавливались жалованные ковши, предназначенные в качестве наград за отличие в воинских делах или гражданских службах. Изысканную форму ковша дополняли узор и дарственная надпись (рис. 4.7).





Изделиями из металла славились мастера Московской Оружейной палаты, сюда собирали умельцев по царскому указу. Здесь работали бывшие новгородцы, рязанцы, ярославцы и другие ремесленники. При изготовлении утвари они чаще всего применяли мелкий чеканный или гравированный травный узор, заполнявший всю поверхность изделия. Старинные летописи сохранили имена выдающихся русских мастеров. Василий Андреев (годы творчества с 1685 по 1699), думный дьяк П. А. Третьяков и дьяк Ф. Н. Апраксин славились художественными работами по серебру. Андреев делал также матрицы для чеканки монет. Уникален парадный шлем царя Михаила Федоровича, выполненный мастером Никитой Давыдовым в 1621 году и украшенный чеканкой, гравировкой, позолотой, эмалью и драгоценными камнями.

В XVII веке чеканные пластины – бляхи – из золота и серебра оживляли строгие стальные кольчуги. На боевых топорах и бердышах тех времен – ажурный узор из декоративных зверей, птиц и растений. Украшением военного снаряжения славился мастер Нил Просвист. В 1630 году московский чеканщик Гавриил Евдокимов выполнил трехмерную чеканную скульптуру царевича Дмитрия в полный рост.

В XVIII веке искусство художественной обработки металла получило свое дальнейшее развитие. В Москве, Петербурге, Украине, Грузии, Средней Азии в этот период создаются многие произведения декоративно-прикладного искусства. Пластические композиции по-прежнему выполняются преимущественно в формах рельефа, органично включенного в общее изощренное декоративное решение с завитками чеканного орнамента и искрящимися драгоценными камнями. Выдающимися оружейниками считаются тульские мастера, которые, кроме оружия, изготовляли предметы чайного стола. Мастера-чеканщики нередко украшали кружки, стаканы и другие предметы накладными ажурными «покрывалами»,

составленными из повторяющихся фигурок играющих амуров, богинь на колесницах, танцовщиц в античных одеждах и др.

Во многих музеях нашей страны хранятся прекрасные образцы изделий с чеканными рельефами, выполненные на высоком профессиональном уровне мастерами разных поколений. Вам не раз приходилось их видеть не только в музеях, но и на репродукциях в книгах и альбомах по искусству. Но мало кому известно, что приемы чеканки хорошо знал и умело применял великий русский ученый М. В. Ломоносов. Среди экспонатов Исторического музея в Москве находится куб для перегонки нефти. Под этот куб ученый приспособил одну из красномедных четвертин, выпускавшихся в XVII–XVIII веках на заводах Урала. М. В. Ломоносов впаял в крышку пароотводную трубку и собственноручно украсил поверхность четвертины чеканным орнаментом.

Раскопки дают возможность познакомиться с древнейшими изделиями русской контурной чеканки, особенно предметами объемной формы. На одной из находок – медном чайнике (примерно XVIII в.) выполнен роскошный растительный орнамент, хотя весь рисунок сделан расходником одинаковой линией и благодаря этому создан определенный ритм растительного орнамента.

Для XVIII века характерно дальнейшее развитие искусства художественной обработки металла. Наряду с Москвой во многих городах России в этот период создаются произведения декоративно-прикладного искусства.

Отличными мастерами славились Петербург, Великий Устюг и Вологда, Златоуст и Тобольск.

Во второй половине XVIII столетия Тобольск был самым крупным городом Сибири. Именно в это время здесь успешно развивается серебряное дело. Мастера прекрасно владеют такими приемами, как чернь, чеканка, гравировка. Шкатулка (см. рис. 4.8) украшена рельефным чеканным изображением различных пейзажей. В чеканном орнаменте использованы мотивы стиля рококо. По мастерству исполнения шкатулка не уступает столичным образцам.

В России постепенно стало традицией украшать не только предметы светского и церковного быта, но и замки, медальоны, металлические детали парадного оружия.

С середины XIX века на изделиях стали помещать портретные изображения в фигурных клеймах с гирляндами и вплетенными в них рогами изобилия. Узоры отбирали произвольно, из различных стилей – барокко, рококо, классицизма.

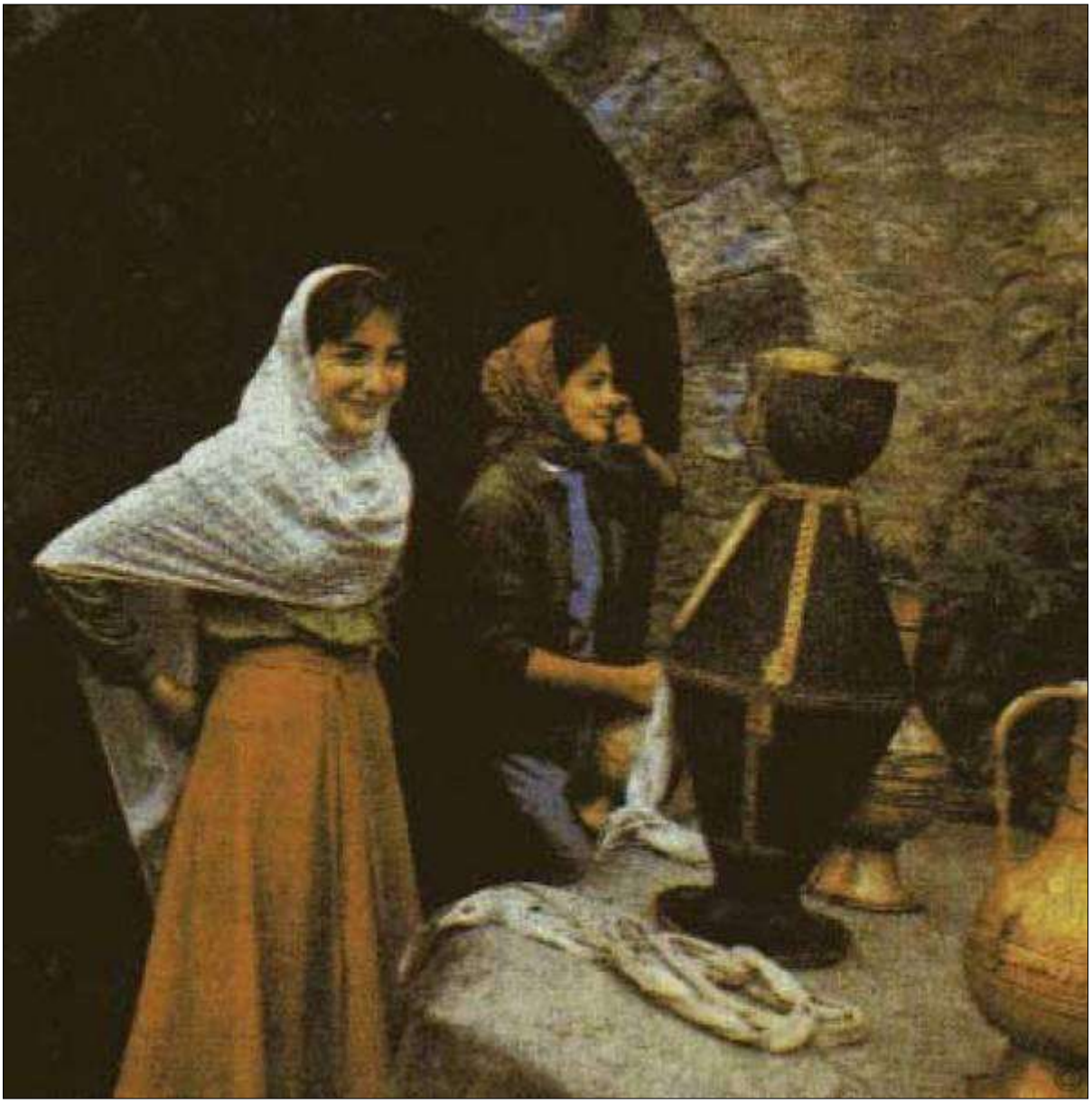
Характерным становится обращение к мотивам и сюжетам старины и Древней Руси. Мастера изготовляют в древних техниках и формах оклады икон (см. рис. 4.9), братины, ковши и т. п. Так, кружка мастера Ф. Генрихсена навеяна формами старинных кружек с откидывающимися крышками и представляет собой смешение разностильных форм чеканной орнаментики, стилизованных под древнерусскую вязь надписей, множества разновременных монет и медалей на сосуде. На ручке мастер поместил литое изображение женщины в русском костюме, удивляющее проработкой деталей с имитацией фактуры различных тканей.



«Все русские ремесленники превосходны, очень искусны и так смышлены, что все, чего с роду не видывали, не только не делывали, с первого взгляда поймут и сработают столь хорошо, как будто с малолетства привыкли», – так рассказывал один иностранец, побывавший в Москве в XVII веке.

В XX веке чеканка, после некоторого к ней охлаждения, возродилась вновь. Художественными богатейшими традициями известно искусство народов Дагестана. Начиная с XII века медночеканным производством славились аулы Кубани, Кумух и несколько позднее – Гоцатль. Всегда традиционными изделиями горцев были всевозможные кувшины-мучалы для воды (рис. 4.10), кухонная посуда, декоративные настенные блюда и подносы из красной меди, ювелирные изделия.





Очень красиво смотрятся своеобразные Кубачинские кувшины с растительными и геометрическими орнаментами. Предание гласит, что первым мастером в ауле Гоцатль был Ахкубек. Известно имя другого старинного мастера – Мусса. Дагестанские мастера всегда были не только прекрасными оружейниками, но и носителями высокой культуры орнаментально-декоративного искусства. Из всех видов декоративно-прикладного искусства особое развитие получило там ювелирное дело. Ювелирные изделия кубачинцев ценятся во всем мире. Очень красивы Кубачинские браслеты, плоские и перевитые, украшенные крупной зернью, сердоликами, вставками черного агата, яркой бирюзы или красного коралла. Почти каждый дом кубачинца – это своеобразный музей. Стены увешаны фаянсовыми и фарфоровыми блюдами, сделанными в разных странах и в разное время. Тут можно встретить персидский и китайский фаянс, русский фарфор и местные изделия, покрытые слоем глазури яркого синего тона. Вдоль стен на лавках стоят бронзовые котлы, литая и кованая медная посуда. Некоторые из этих вещей отлиты еще в XII – XIII веках. Расул Гамзатов посвятил знаменитым кубачинцам стихотворение в конце 1960-х годов:

У КУБАЧИНЦЕВ

У кубачинцев нынешней весною

Я наблюдал, как тонко и хитро
Вплетает мастер кружево резное
В черненое литое серебро.
Стекло очков вооружает зренье,
Нетороплива чуткая рука.
В глазах – любовь,
а в сердце – вдохновенье,
крылатое, как в небе облака.
Придя к нему, вы увидали б сами,
Что мастер верен до конца себе.
Спины не разгибает он часами,
Чтоб новый знак родиться мог в резьбе.
А если ошибется ненароком
И знак резцом неверный нанесет,
То загрустит в молчании глубоком
И всю работу сызнова начнет.
И, славы кубачинцев не нарушив,
Он вновь блеснет высоким мастерством,
Которое волнует наши души
И кажется порою волшебством.
Чтоб дольше жить могло стихотворенье,
Учусь, друзья,
то весел, то суров,
Иметь я кубачинское терпенье,
Взыскательность аульских мастеров.

В Дагестане наряду с традиционной гравировкой и чернью по серебру развивается искусство чеканки по меди, латуни. Как и в старину, кубачинцы изготовляют сосуды для хранения сухих продуктов и воды. Почти каждый житель в Кубачах умеет рисовать орнамент. Когда в местной школе идет урок орнамента, педагог совершенно свободно и уверенно рисует на доске мелом любые орнаментальные мотивы и даже целые композиции. Сложные технические навыки, необходимые кубачинскому мастерству в процессе гравировок, чеканки, рисования орнаментальных композиций приобретается при систематических тренировках, начатых в раннем возрасте (см. рис. 4.11).

Полученные знания в школе или в декоративно-прикладном училище ученики совершенствуют дома. Почти каждый ученик или ученица – дети потомственных кубачинских мастеров. В доме каждого кубачинца имеется маленькая мастерская, где аккуратно разложены инструменты для работы. Рядом с мастером, например сын-школьник. У него в руках медное блюдо, кувшин или другое изделие. В центре блюда, к примеру, резцом нанесен узор орнамента. Школьник или учащийся СПТУ ведет работу, уверенно орудуя молотком и чеканом или гравировальным резцом.

В XVII–XIX веках в Сибири якуты занимались изготовлением чеканных женских поясов. Они состояли из 15–16 пластинок с полугеометрическим-полурастительным узором. Две или три более крупные пластинки были украшены сценами охоты или всадниками, львами и птицами. Якуты применяли в своей работе латунь и бронзу.

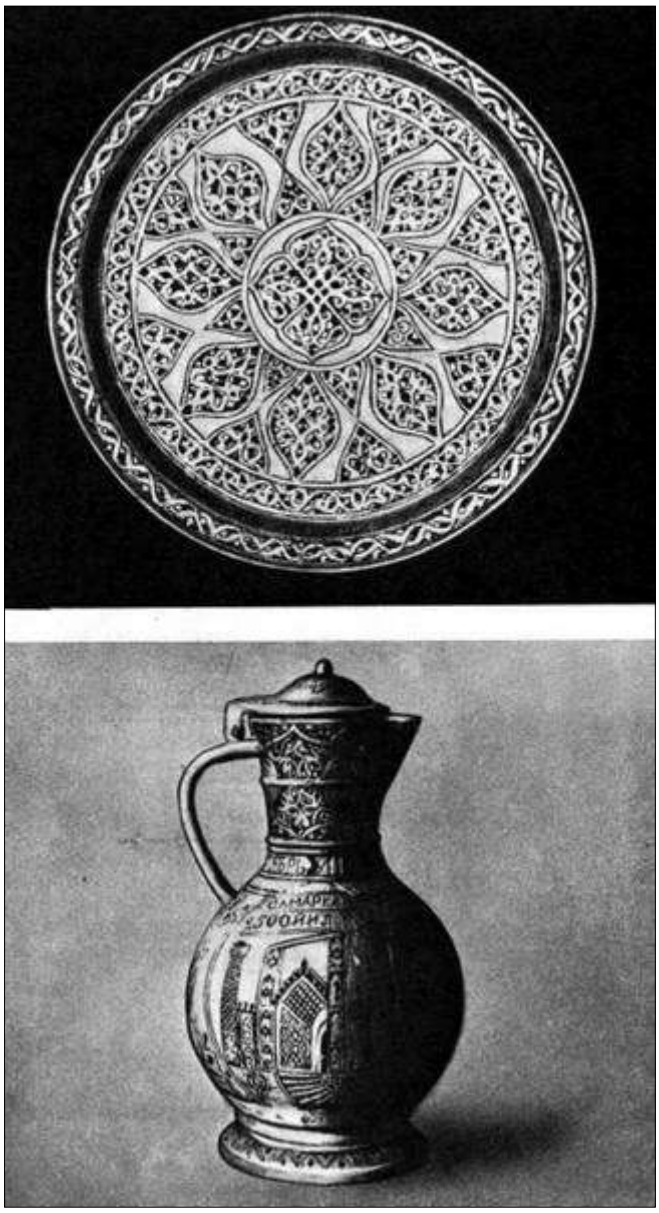
Сохранились бурятские ювелирные изделия тех времен в технике чеканки, гравировки, насечки, филиграни, черни, эмали. А также посуда – чаши, кувшины, блюда, курильницы, туалетные наборы и пуговицы.

Чеканка – это не только плоскорельефные узоры на ювелирных изделиях или предметах быта. Техническую разновидность чеканки – дифовку (см. главу выше), использовали с давних времен для

выколачивания щитов, шлемов и рыцарских лат. Позже этот способ стали применять при создании огромных монументальных скульптур.

С середины XIX века в сочетании с дифовкой стали использовать технологию гальванопластики, позволяющую точно репродуцировать наиболее ответственные участки фигуры. Вместе с дифовкой и чеканкой гальванопластика прочно вошла в технологию монументального искусства.

Удивительное пластическое богатство таит в себе чеканная металлическая пластинка, выполненная из жести, красной меди или алюминия. Ее рельеф при минимальной изобразительности приобретает черты монументальности, ту спокойную уравновешенность, которая присуща отшлифованным веками произведениям народного искусства.



Возрождение этого древнего искусства в СССР началось в 50-е годы прошлого века в Грузии, когда Ираклий Очиаури выполнил на латунном листе портрет своего учителя – известного грузинского скульптора Якоба Николадзе. Но понадобилось почти десятилетие, чтобы чеканка заняла подобающее место в ряду современных жанров искусства.

Нелегко и непросто рождалась заново чеканка. Сначала художники повторяли орнаментальные мотивы старых форм, как бы не в силах противостоять их завораживающей красоте. Серебряные чеканные браслеты, чаши подносы, пояса из чеканных пластин, медальоны с профилями как будто перенесенными со старинных монет. Но шло время, крепло мастерство, ширилась творческая фантазия художников, и из-под их рук стали выходить работы оригинальные, полные современной красоты и национального своеобразия. Техника чеканки хорошо применяется современными мастерами при создании декоративных панно и посуды, служащих украшением интерьера (см. рис. 4.12-4.17), а также различных ювелирных украшений.



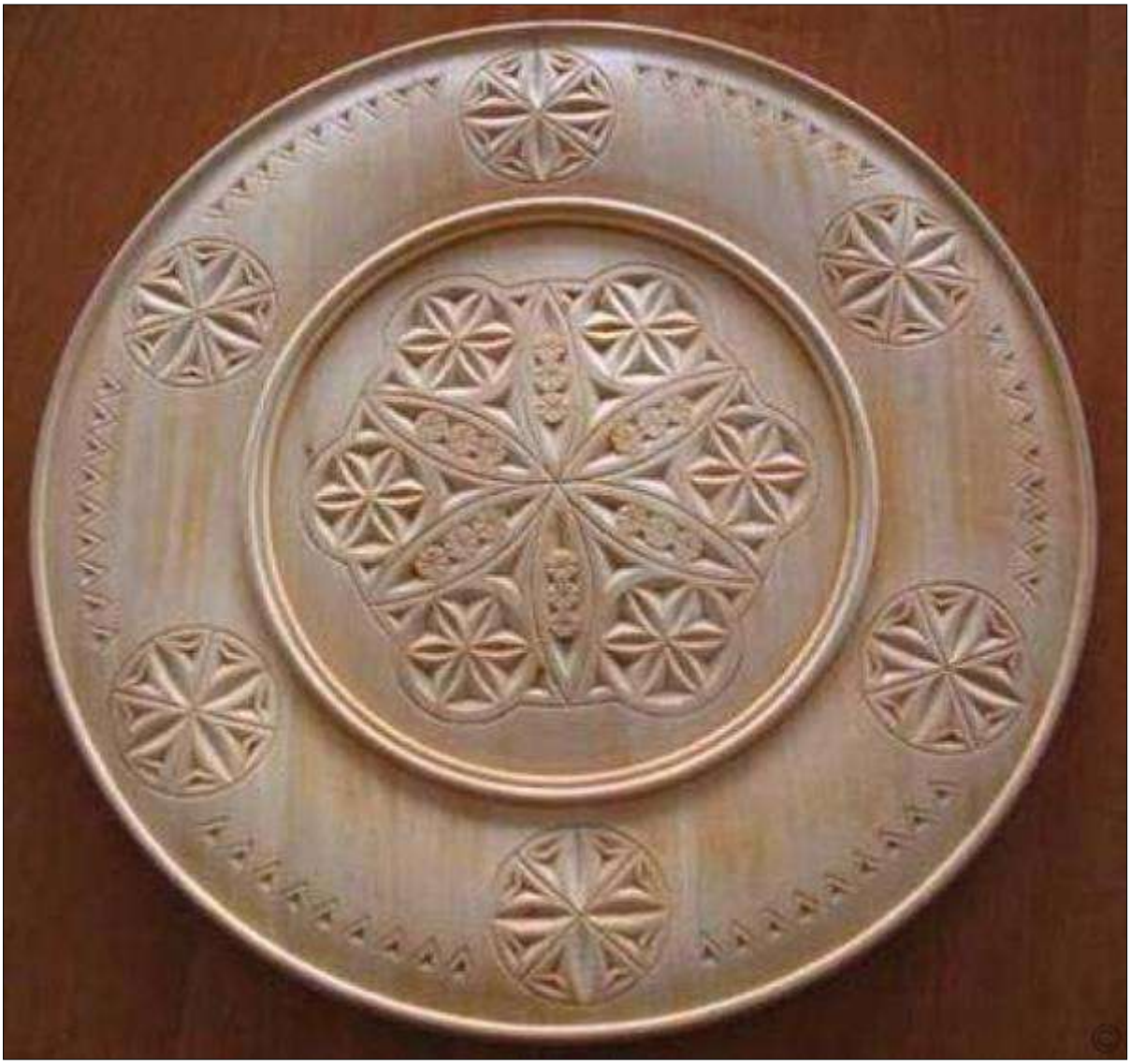



Modus Vivendi









Стили чеканки.

Прекрасные декоративные свойства чеканки позволяют создавать новые интересные и уникальные изделия, как в сложившихся традициях этого вида творчества, так и добавлять свои формы подачи.

В настоящее время многие мастера изготовляют чеканку в основном в историческом, современном и в этническом стилях (восточный, марокканский, грузинский, узбекский и т. д.), а также могут выполнить *художественную чеканку* и в древнерусском стиле, и в модерне.

За последние годы ни одна крупная художественная выставка не обходится без чеканки. Интерес к ней все возрастает. Чеканкой занимаются не только художники-профессионалы, но и многие, в том числе и молодые любители художественного творчества и учителя технологии (рис. 4.18).

Тематический диапазон в современной чеканке необычайно широк. Здесь жанровые сцены, литературные образы, типический портрет, можно встретить буквально все жанры станкового искусства – каждый кусочек листа металла, пройденный чеканом, искрится и играет.

Чеканка по металлу – произведение декоративно-прикладное и, как всякое подобного рода произведение, не существует изолированно. Оно находится во взаимосвязи с определенным интерьером, который в свою очередь включается в общий ансамбль помещения или целого архитектурного комплекса.

Если вы желаете, чеканные рельефы вмонтировать в какой-либо предмет, то должны продумать, способствует ли это вкрапление созданию общего композиционного образа и подчиниться эстетическому и функциональному назначению предмета.

Непременной деталью традиционной одежды жителей Таймыра являются пластинки и бляшки с изображением гагары, ими нередко украшают и оленью сбрую. Бурятия в настоящее время славится своими работами ювелиров-златокузнецов, они выполняют изделия из отбеленного серебра, выполненного в технике скани. Мастера используют традиционные узоры на кулонах, браслетах и серьгах из растительных завитков, драконов, львов, рыбок, изображают бутоны лотоса и сверкающие солнечные диски.

Нередко чеканное панно используют как составную часть большого архитектурного ансамбля. Примером может служить накладна я чеканка по алюминию на темном фоне: декорирующая стены станции метро «Варшавская», чеканные рельефы на меди по мотивам произведений А. С. Пушкина на станции «Пушкинская» Московского метрополитена и некоторые другие. В этом случае композиционный и образный строй должен подчиняться целому ряду специфических особенностей, «… связанных с практическим применением искусства». Вот его важнейшие особенности: 1) тесная связь отдельного произведения с ансамблем, в результате чего возникает сложный суммарный образ; 2) материальность, вещественность декоративной формы, определяемая задачей органического слияния с материальной средой; 3) особый изобразительный язык, ограничивающий выбор тем и сюжетов, диктующий построение формы.

Новаторство в искусстве чеканки.

На художественно-графическом факультете КЧГУ г. Карачаевска большое внимание уделяется развитию и изучению народных промыслов КЧР. Одним из тех, кто по крупицам собирает, восстанавливает и даже вносит новаторство в древнее искусство чеканки, стал преподаватель кафедры декоративно-прикладного искусства Казимир Владимирович Эсеккуев.

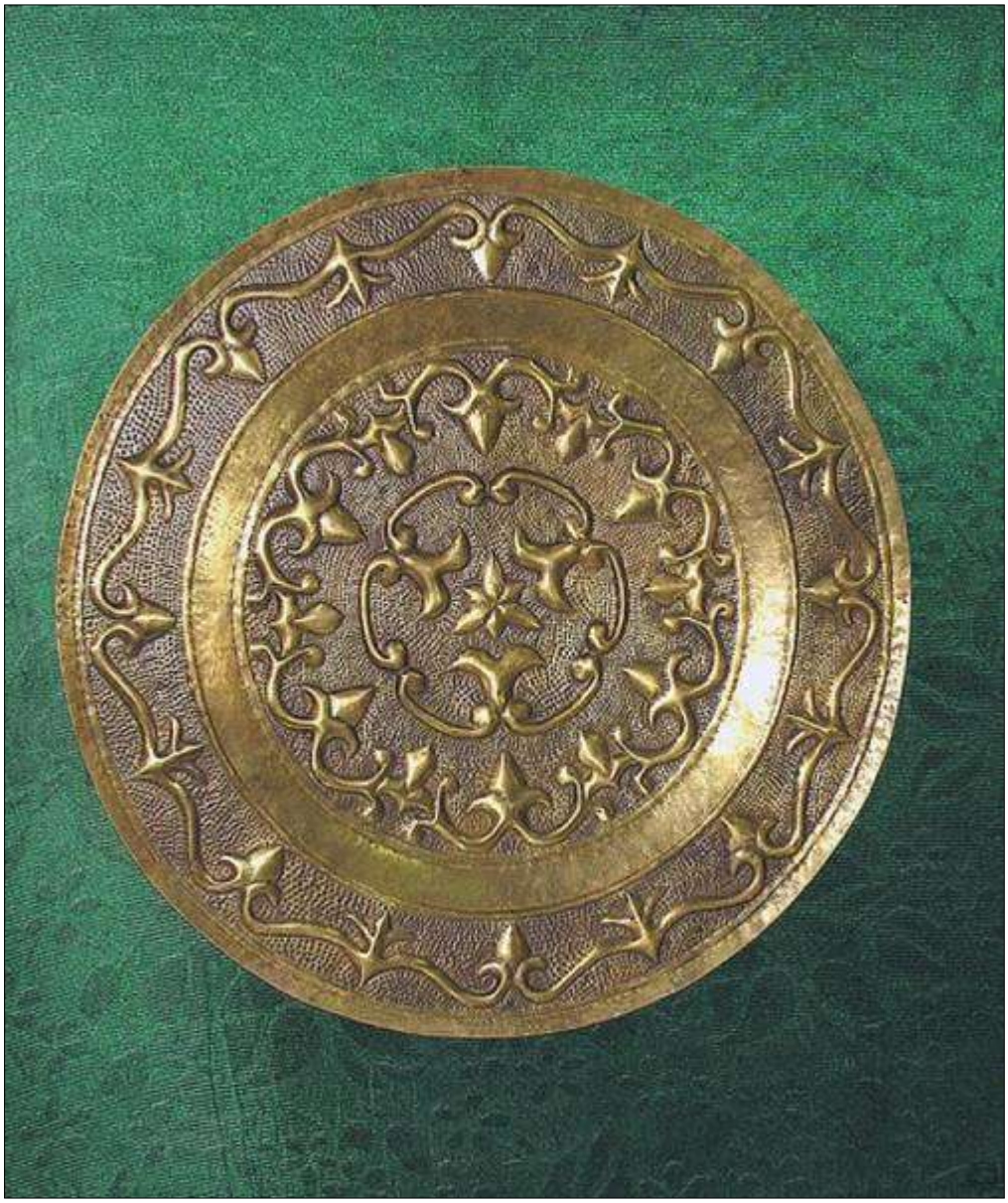
Для работ по художественной чеканке и инкрустации металлом по дереву им разработана новая программа по систематизации, стилизации и разработке национального карачаевского орнамента. Идею можно заимствовать из всего: из элементов национального ковроткачества – (карачаево-балкарских войлочный ковров – кийизов), из орнамента надгробных камней. Казимир берет за основу традиционное народное творчество, основываясь на готовом материале, а потом переплавляет его в недрах своей фантазии, стилизуя старинное искусство под чеканку и насечку металлом по дереву. Это его ноу-хау. Кроме того, он разработал ряд программ для кружковых занятий в школах и для института дополнительного образования. До него никто этими проблемами еще не занимался.

Дисциплина, который преподает Эсеккуев Казимир, называется «Декоративно-прикладное искусство с практикумом». На занятиях изучаются не только технология, но и материалы, оборудование по художественной обработке металла, художественная чеканка, инкрустирование металлом по дереву, скань, филигрань, гравировка, тиснение и многое другое.

В 2007 году Казимир Эсеккуев принял участие во Всероссийской научно-практической конференции и выставке в Махачкале, где выступил с работой «Декоративное блюдо» (рис. 4.19).

Новаторские методы Казимира продолжают его ученики – все его дипломники защищаются на «отлично», участвуют во многих выставках.

Как научиться создавать подобные вещи? Внимательно прочитайте то, о чем мы хотим рассказать в этой главе, и вы многое узнаете о создании чеканного изделия. Что такое басма вы узнаете из следующей главы, и как этот прием способен упростить труд чеканщика.



4.2. Виды чеканных работ

Контурная чеканка – это создание контурного рисунка на плоскости металла с помощью расходника, пурошника и фактурных чеканов. Этот вид чеканки не предусматривает выколотки рельефов и поэтому эта техника несколько напоминает гравировку. Техникой чеканки легче создать более сочный, живой рисунок, акцентируя его местами более сильными ударами и применением некоторых других чеканов, кроме расходника. Контурная чеканка может быть исполнена как вогнутой, опущенной, так и выпуклой, поднятой над фоном линией. Этим способом чеканки часто пользуются при создании различных предметов быта. Они декорируются растительным и другими видами орнамента, выполненными одной линией без выколотки рельефа.

Выпуклая контурная чеканка – это разновидность контурной чеканки, где рисунок читается за счет выпуклой линии рисунка, которая поднята расходником с оборотной (изнаночной) стороны.

Создание декоративного рисунка и даже рельефа только за счет опускания фона часто применялось как в прошлом, так и в наше время. Такой способ чеканки является как бы дальнейшим развитием контурной чеканки. Особую свежесть и мягкость рельеф приобретает благодаря тому, что после обводки рисунка расходником опускается фон с помощью различных лощатников и матовых чеканов, а рисунок орнамента или другого изображения остается выпуклым и нетронутым. К примеру, мастера XVII века всю работу от начала до конца производили на смоле. Рисунок делали четко, в одну линию, переводили на листовой металл толщиной не более 0,5 мм канфарником, причем на оборотную сторону пластины. Это делалось для того, чтобы можно было сразу делать легкую выколотку рельефа. Затем чеканку снимали со смолы, отжигали, отбеливали и насмаливали лицевой стороной наверх. После затвердения смолы делали прочеканку рельефа, для чего весь рельеф по контуру подчеркивали почти острым расходником, проглаживали листочки лощатником и в последнюю очередь прочеканивали фон фактурным чеканом. Затем пластину окончательно снимали со смолы, отжигали, отбеливали, промывали, сушили и выправляли. Этот же вид чеканки применяют и на объемных изделиях.

Ажурная чеканка – отличается от контурной тем, что фон орнамента или какого-либо другого изображения высекается с помощью специальных чеканов-сечек. В процессе расходки уменьшается толщина металла, по которой производится высечка. Просечку фона осуществляют, не снимая пластины со смолы, после ее окончательной доработки. Просечку лучше начинать от середины и идти к краям или фронтально с одного края на другой. Снимают чеканку со смолы после просечки обычным способом. Особенно осторожно нужно отжигать ажурные чеканки. Чтобы перегородки не пострадали, особенно самые тонкие из них, чтобы не пережечь их, обжигать их надо широким, спокойным пламенем горелки. Затем аккуратно прокрацевать – вычистить выгоревшую смолу и отбелить.

После просечки образуются острые заусенцы, которые запиливают напильником и надфилями подходящих для этого профилей.

Ажурная чеканка требует того, чтобы рисунок был скомпонован так, чтобы после просечки фона не распался на отдельные кусочки. Главное в композиции ажурной чеканки это ритм пустот и самого рисунка, который создает ажур. Монтируется изделие, если оно выполнено предварительно из отдельных фрагментов, методом пайки твердым припоем (см. рис. 4.20).



Рельефная чеканка. Самый распространенный вид чеканки, как в наше время, так и в старину. Декоративные блюда из серебра с позолотой отличаются тщательной, очень тонкой проработкой всех деталей растительного орнамента. Переводили рисунок с оборотной стороны канфарением. Общая форма блюда выколачивается облыми чеканами с оборотной стороны. «Обло» – кругло – древнерусское слово. Облыми чеканами или бобошниками называют чеканы с овальным, больбовидным, продолговатым боем. Это очень большая и разнообразная группа чеканов. Их рабочая часть также как и у расходников имеет самые разнообразные закругления и размеры. После этого блюдо насмаливали и с лицевой стороны полным набором чеканов производили окончательную доработку. Это живописное блюдо можно сравнить с совершенно иным по стилю рисунка и исполнению чеканки. Существует более простая техника выполнения блюда. Работу над рельефом начинают с лицевой стороны выявлением силуэта каждой фигуры и одновременной лепкой их с помощью мягких расходников и лощатников. Здесь не применялись фактурные чеканы. За один прием, т. е. за одну насмолку сделать блюдо не удается. Первая стадия – обводка фигур, частичная их моделировка и прочеканивание шрифта. Затем снимают со смолы, промывают в керосине, отжигают при температуре не более 300–350 °С и продолжают работу над рельефом на печке (туго набитой подушке). Если моделировка не получается без насмолки, то снова насмаливают на лицевую сторону для окончательной доработки чеканки.

Существует и другой вариант чеканки декоративной композиции. В этом случае после перевода рисунка через копирку и насмолки делают его расходку и опускание фона вокруг центрального пятна. Затем пластину снимают, отжигают и т. д., пластину насмаливают на оборотную сторону для выколотки рельефа и отдельных элементов выпуклой фактуры. Затем снова снимается со смолы, отжигается, отбеливается, правится фон на чугунной или стальной плите. Этот вид чеканки еще более упрощен, но чередование крупных и мелких планов делают композицию вполне интересной.

Крупные декоративные работы с высоким рельефом или горельефом чеканятся по переведенному прямо на доске верстака рисунку без насмолки с помощью мягкого расходника или бобошника (облого

чекана), которым проходят по рисунку, наклеенному мыльной водой на металл. Выколотка производится на слегка увлажненном песке, находящемся в ящике. Для того, чтобы достичь нужной высоты рельефа, приходится по нескольку раз отжигать металл и повторять выколотку. Отжигать крупные листы лучше на открытом горне или костре. Если площадь чеканки большая, то засмолку делают местную, т. е. заливают смолой только те участки металла, которые хотят прочеканить на смоле. Или заливают смолой слоем 3–4 см всю поверхность листа, ограничив края чеканки сколоченной из досок рамой (без дна). Для местной насмолки можно сделать кольцо из кровельного железа, которое ограничит смолу. Обычно при местной насмолке смола трескается и постепенно отскакивает отдельными кусочками; такая засмолка необходима на окончательном этапе работы.

Декоративно-фактурная чеканка – наиболее современный вид изготовления изделий, хотя и скифы в прошлые века успешно пользовались этим видом чеканки. Золотые чаши украшали ромбовидными шипами по всей поверхности. Фактурная чеканка очень характерна и для грузинской школы изделий из металла (4.21).



Например, при отделочных работах в строительном деле применяется прочеканивание крупных медных листов крупными вмятинами довольно беспорядочно. Листы оксидированы в коричневый цвет и после всего этого получается очень выразительный декоративный металл.

Ознакомление со всеми видами чеканки, богатыми возможностями изготовления собственными руками декоративных различных изделий поможет начинающему художнику встать на путь творчества, создать неповторимые произведения искусства.

Чеканка по литью. В искусстве художественной обработки металла издавна известна чеканка по литью. Многие художественные изделия из металла, выполненные в технике литья, нуждаются в доработке. Обработка отливки, которая всегда отличается от модели большей шероховатостью поверхности, начинается с подготовки ее для чеканки. С помощью зубил, сечек, рифелей, напильников удаляют всевозможные приливы – облои, летники, выпары. Чем их меньше, тем чище литье. Очистив литье стальной щеткой, его протравляют и сушат. Имеющиеся изъяны заделывают с помощью пробок или сварки тем же металлом, из которого сделана отливка. Для чеканки по литью нужны чеканы более твердые, чем для чеканки по листу. Для закрепления отливок при чеканке также используется смола. Плоские изделия насмаливают на ящик или доску, небольшие объемные детали чеканят на котелке. Мелкие ювелирные изделия – украшения, брелки укрепляют на канифоль. Крупные изделия чеканят, закрепив в тисках. При этом под губки тисков подкладывают прокладки из свинца, алюминия или дерева, чтобы не повредить поверхность отливки. Пустотелое и тонкостенное изделие нужно особенно осторожно зажимать в тиски. Очень большие и тяжелые отливки обрабатывают либо на верстаке, либо на полу.

Для чеканки метки изделий берут шероховатые чеканы, напоминающие поверхность отливки. Обрабатывают отливки не только чеканами: расходниками, лощатниками, гладкими, фактурными и бобошниками, но иногда и с помощью бормашины с шлангом с набором стальных различных и абразивных шарошек, которые снимают тонкий слой. Выглаживают поверхность изделия с помощью надфилей, личных напильников, шабера, шлифующих материалов и гладилок.

Чеканка с прорезью. В отличие от других чеканных украшений, не имеет фона, эта особенность требует и иных условий при ее применении. Прорезную чеканку делают в тех местах, где она приобретает особую легкость и ажурность, например, когда видима на просвет или когда для нее фоном служит яркая ткань, другой металл или деревянная доска. Составляя композицию мотива на бумаге, следует помнить одно необходимое условие чеканной композиции с прорезью: орнамент в отдельных местах должен обязательно соприкасаться между собой и внутренней частью рамки, окаймляющей украшение. Фон прорезают после выполнения чеканного рельефа. Для просечки используют зубила, различные зубильца малых размеров, при резании – ножницы для металла, при выпиливании кривых форм – слесарный лобзик (см. раздел главы ниже).

Накладные чеканные детали одной композиции выколачивают порознь и крепят на металлическую основу (фон) с помощью пайки или склепывания. При склепывании металлических пластин в просверленное отверстие вкладывают заклепку или стержень с головкой и прижимают тяжелым молотком, чтобы заклепка не выскакивала. Выходящий конец заклепки слесарным молотком расплющивают и формуют ее головку обжимкой; таким образом заклепка стянет соединяемые пластины.

Изображение на металле хорошо сочетается в багетной раме (см. рис. 4.17) или с деревянной подложкой, которая служит как бы фоном для чеканного панно. Поверхность деревянной подложки (доски) можно обработать подкуриванием (обжигом на огне, пламенем паяльной лампы или в горячем песке) или обжигом кислотами, например, смачиванием поверхности крепкой серной кислотой, используя травяную щетку, после чего доска принимает приятный коричневый вид.

4.3. Рабочее место и дополнительное оборудование

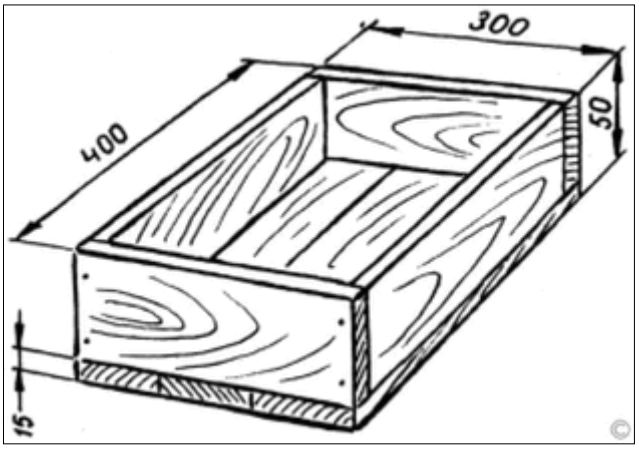
Рабочий стол лучше поставить около окна, чтобы солнечные лучи падали с левой стороны. Для искусственного освещения используется лампа дневного света, сберегающая или с матовым покрытием мощностью 75-100 Вт. Чтобы она не мешала и не занимала места на столе, ее располагают в стороне на расстоянии 50–70 см от крышки. Мешающие работе глубокие тени на изделии не появятся, если включить еще и основной свет. Для занятий в вечернее время, кроме общего света, надо оборудовать настенную или подвесную лампу на расстоянии 30–50 см от поверхности стола с таким расчетом, чтобы рабочее место было ровно и хорошо освещено, ни возникали резкие тени, а глаза не испытывали напряжения.

Стол выбирают чаще всего деревянный, с толстой крышкой. Его размеры зависят от изделий, с которыми чаще всего работает мастер. Чтобы приглушить звук от ударов, под ножки стола подкладывают прокладки из плотной резины. Но при этом не должна ухудшаться его устойчивость. Стул со спинкой или табурет подбирают по росту мастера и размерам стола.

Рабочее место станет по-настоящему удобным, если оборудовать его стеллажами и ящиками, расположить которые следует так, чтобы до них можно было дотянуться не вставая. Для хранения инструментов; материалов, графических листов, заготовок, моделей и образцов работ нужно устроить удобный шкафчик, полки или стеллаж. Порядок в инструментах поможет сэкономить время на их поиски. После того как работа инструментом завершена, его сразу же следует положить на место. Эту привычку надо довести до автоматизма и не задумываться в процессе работы о том, где что лежит. Народная поговорка гласит: «Что в порядке лежит, само под руку бежит».

После окончания работы со стола сметается щеткой в савок вся стружка и пыль, помещение проветривается.

В оборудование верстака дополнительно включаются небольшие параллельные тиски с наковаленкой. Крепление лучше выбрать струбцинное, что при необходимости позволит быстро снять их со стола и освободить больше места. Хорошо иметь под рукой шлифовальный станок со сменными дисками, который можно использовать и для и заточки инструментов, и для опиливания краев заготовок. Для листовой чеканки, а ею вы будете в мастерской заниматься гораздо чаще, необходимо приготовить подложку под изделие. Для нее чаще всего используется смола. Для варки и разлива наполнителя, а также для насмолки используются специальные инструменты: емкости, плитка с закрытой спиралью для варки смолы; два брезентовых мешка размером 50×50 см, наполненных хорошо просеянным и просушенным песком; ванночки с травильными растворами для отбеливания пластин; ящик с древесными опилками для сушки пластин; ножницы для резания металла, слесарный лобзик, необходимый при выполнении ажурных чеканных работ; резиновые перчатки и брезентовые рукавицы для работы с химическими реактивами и разогретой пластиной; скребки и деревянные ящики разных размеров, в которые укладывается подложка (рис. 4.22).



Для последующего отжига пластины от подложки понадобится нагревательный прибор (удобнее всего использовать паяльную лампу), кузнечные клещи и рукавицы для удержания изделия.

Для химической обработки потребуется набор специальных емкостей и ванночек, а также ящики для хранения реактивов и защитные перчатки. Просушка обработанных пластин проводится в деревянных ящиках, наполненных хорошо впитывающими влагу материалами.

Над столом, на котором приготавливаются химические растворы, а также над нагревательным прибором, обязательно нужно установить вытяжку.

После окончания обработки плоскую чеканку приходится часто выравнивать. Для этого используются шаберные плиты для правки чеканных пластин и поверочные плиты с ровной и гладкой поверхностью из металла, камня или дерева.

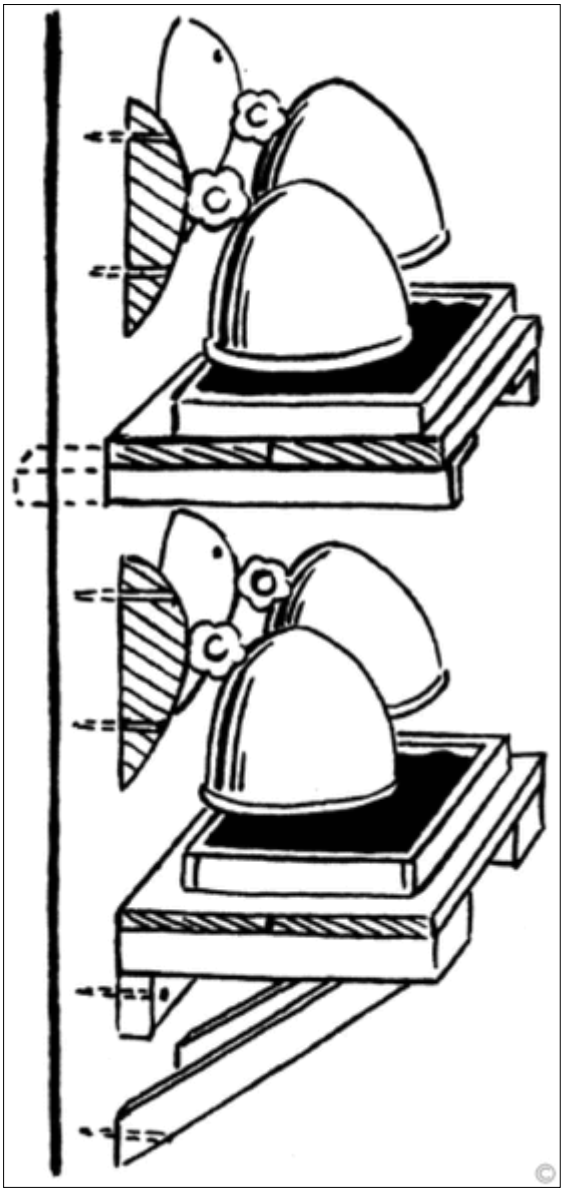
Подойдет также любой массивный предмет, позволяющий выполнить эту операцию.

Так как в процессе изготовления чеканки изделие проходит несколько стадий, которые будут рассмотрены ниже, на рабочем месте в мастерской не должны скапливаться лишние инструменты. Если вы решили заниматься чеканкой в условиях обычной квартиры, как правило, нет возможности разместить еще несколько столов по обработке готового изделия, поэтому рабочую поверхность стола лучше устроить так, чтобы лишние предметы, такие как тиски, ящики для подложки, и т. д., легко убирались. По этой же причине не рекомендуется заниматься сразу несколькими изделиями одновременно.

Для поверхностного разогревания смолы потребуются электрорефлекторы (рис. 4.23).

4.4. Материалы для чеканки

Решающим элементом во внешнем виде вашего будущего изделия станет, конечно же, материал. От правильного его выбора зависит не только цвет изделия, но и то, на сколько плавными получатся контуры, насколько рельефной будет поверхность, удастся ли вам проработать мелкие детали. Все эти моменты определяются одним из свойств металлов, называется пластичностью. Пластичность в прикладном понимании – это способность металла податливо реагировать на воздействие инструментов, принимать и сохранять форму, которую мастер придает изделию с их помощью. Чем более пластичен металл, тем менее он хрупок.



Для чеканных работ применяют листовой металл (или сплавы) различной толщины от 0,15 до 0,6 мм: медь, латунь, алюминий дает возможность применять и большую толщину (до 2 мм), декапир (мягкая малоуглеродистая сталь, отожженная и протравленная или дважды протравленная до и после отжига – «дважды декапир»). Однако для крупных, монументальных произведений применяется и более толстый материал. Малоуглеродистая сталь довольно трудна в работе по сравнению с медью, но очень красива в

отделке. Может быть рекомендована для крупных декоративных изделий, не требующих тонкой деталировки. Так же как и медь, позволяет вытягивать высокий рельеф.

Цветные металлы – красная медь и ее сплавы (латунь, томпак) – наиболее пригодны для декоративных изделий. Они пластичны, чеканятся легко и позволяют добиться высокого рельефа. Эти металлы хорошо отжигаются, красиво и разнообразно отделываются и потому более всего подходят для первых работ. Первые учебные работы можно выполнить, применяя и кровельную сталь (в обиходе ее называют кровельным железом или жестью), белую жесть. Белая жесть – это отожженная листовая сталь до 0,32 мм толщиной, покрытая слоем олова. Этот материал выдерживает глубокую штамповку и, естественно, высокорельефную чеканку. Размер чеканки не ограничивается форматом листа.

Чеканный рельеф может быть набран на деревянном щите из отдельно выполненных деталей общей композиции. Жесть – доступный, достаточно пластичный материал, который можно использовать в декоративных работах не только в виде чеканки рельефов, но и в объемных композициях.

Нержавеющая сталь – красивый, очень эффективный материал, но чеканится трудно. Чаще используется для крупных, экстерьерных декоративных изделий.

Никелевые сплавы (мельхиор, нейзильбер) применяются реже и только для мелких ювелирных работ, но в XIX веке (особенно в конце) широко использовались для чеканки художественной посуды, имитирующей серебряную. Листовой цинк раньше применялся довольно часто, но сейчас с ним работают мало, он требует специальных приемов (подогрев и т. д.).

Листовой алюминий чеканится очень мягко и легко, допускает высокую вытяжку, однако отжигать его надо с особыми предосторожностями. Можно применить металл для чеканки от пришедшей в негодность алюминиевой посуды (кастрюль, бидонов и т. п.). Всем хорошо известно, что **алюминий** мягок и пластичен. Приятнее всего вам будет работать с алюминием марок А0, А1, А2, А3. Дюраль – жесткий, чеканится трудно, но дает интересные имитации серебра. Для изделий с неярко выраженным рельефом можно использовать мягкие сорта **дюралюминия** марок АМг, АМг3, АМц, АК2, АК4, АК6, АК8, АД, АДО, АД1.

Теперь разберемся с **медью** и ее сплавами. Листовая медь выпускается в самом разнообразном ассортименте. Вводом различных добавок добиваются ее твердости, других ценных для технического использования качеств. Наиболее пригодными для чеканных работ являются марки М0, М1, М2, М3. Из **латуней** лучше выбирать томпаки Л90 и Л96, полутомпаки Л80 и Л85. отвечает требованиям, предъявляемым к материалу для чеканных работ, и латунь марок ЛС74-3, ЛС64-2, ЛС63-3, ЛА85-05, ЛА-77-2, ЛА67-2,5.

Похожие внешним видом на серебро **мельхиор и нейзильбер** (медно-никелевые сплавы) очень привлекательны для мастеров чеканки. Используют обычно мельхиор марок МН19, МН-70-30, МНЦ-15, МНЖМц-30-08-1 и нейзильбер НМ81 и НМ30. Мельхиор и нейзильбер встречается довольно часто в домашнем обиходе, из них изготовляют красивую столовую посуду. И это оправданно, ведь эти металлические сплавы абсолютно безвредны для человека. Эти сплавы обладают достаточной пластичностью, легко принимают разнообразную отделку, хорошо полируются, воспринимают различные оттенки при воздействии растворов гипосульфита натрия и уксуснокислого свинца.

А вот из обычной меди и даже латуни лучше делать чисто декоративные произведения, которые не будут контактировать с питьевой водой и пищей.

Вырежьте из листового металла пластину, соответствующую форме и размерам задуманного рельефа, предусмотрев по краям припуски. Затем необходимо выровнять ее на стальной плите киянкой, удалив всевозможные вмятины и вздутия. Если металл окажется жестким, то для повышения пластичности металл следует **отжечь.**

Медь, латунь и сталь нужно раскалять до появления темно-красного цвета. Алюминий отжигают при более низкой температуре. На поверхности алюминиевой пластины проведите мылом черту и при отжиге внимательно следите за ней. Как только она начнет чернеть, отжиг необходимо прекратить (более подробно см. ниже).

После отжига на поверхности пластины появляется окалина, которую удаляют отбеливанием в водном растворе кислоты или щелочи. Медь, латунь и сталь отбеливают в 10 %-ном растворе серной кислоты, а алюминий – в водном растворе двууглекислого натра, называемого в быту питьевой содой (на 1 стакан воды 1 чайная ложка соды). Алюминиевый лист кипятят в содовом растворе на слабом огне до тех пор, пока он не станет матово-белым. При отбеливании других металлов водный раствор серной кислоты должен иметь комнатную температуру. Помните, что при составлении раствора *кислоту вливают в воду, а не наоборот!* Отбеленную пластину промывают в проточной воде и высушивают.

Нержавеющая сталь (хромоникелевая) – современный, красивый материал, но чеканится трудно. Эта сталь применяется для декоративных крупноформатных изделий. Нержавеющая сталь отличается высокой коррозийной стойкостью. Ее выпускают в виде лент и листов различной толщины. Для чеканки применяется листовая сталь толщиной до 0,5–0,8 мм.

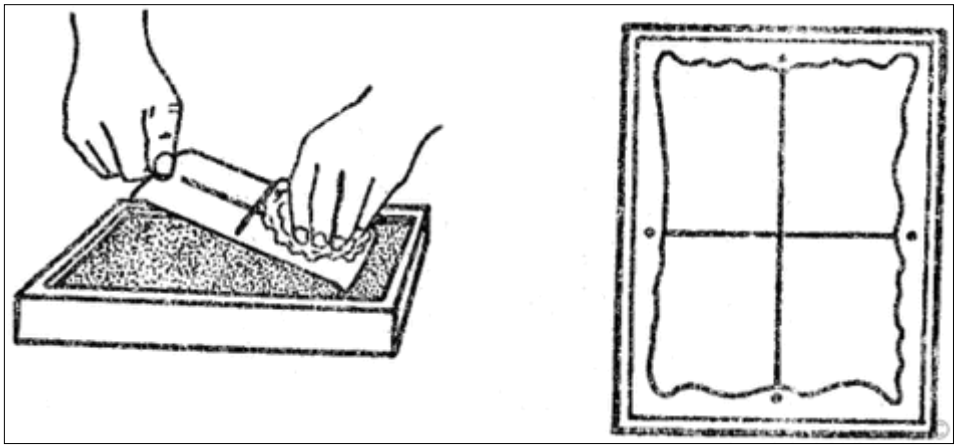
Для чеканки ювелирных изделий, дорогой посуды применяют золото, серебро и их сплавы.

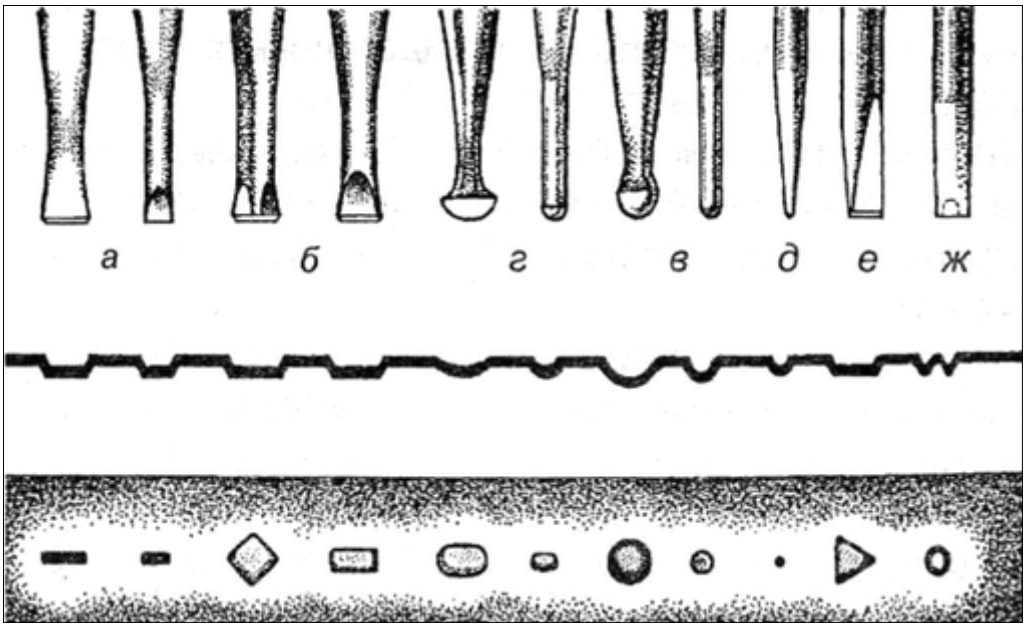
Следующий вопрос, которому следует уделить внимание – на чем расположить материал во время работы? Подойдет для этого любой стол, верстак, но есть одна тонкость. Дело в том, что поверхность, на которой производятся выколоточно-чеканные работы, должна быть довольно мягкой, чтобы не препятствовать прогибам материала при воздействии на него инструментами. Если рельеф изделия не должен быть высоким, можно расположить на липовом пеньке, кусочке войлока, резины или на брезентовом мешке, наполненном песком, даже на свинцовой плите. Если же рельеф более выпуклый, да к тому же требующий тщательной проработки мелких деталей, то придется прибегнуть к старому доброму методу мастеров. Рельеф любой сложности и выпуклости идеально выколачивается на специальной смоле. Смолу заливают в форму, металлическую или сколоченную из досок. Высота бортов формы не должна превышать 5 см, иначе неудобно будет работать. Длина и ширина ящика делаются с учетом размеров металлической пластины (см. рис. 4.24).

Рецепт смолы. Составными частями смолы являются битум (строительный вар) и наполнители (просеянные кирпичный порошок, мелкий песок). Твердая смола (для более твердых чеканных материалов) получается сплавлением 1 весовой части (в.ч.) битума и 1 в.ч. наполнителя. Мягкая смола (соответственно для мягких материалов) получается при варке 2 в.ч. битума и 1 в.ч. наполнителя. Варить смолу лучше на костре. Следите за тем, чтобы языки пламени не доставали выше дна посуды, поскольку смесь может воспламениться. Расплавленную смолу залейте в ящик. Отогните плоскогубцами уголки пластины и наложите ее на расплавленную смолу так, чтобы отогнутые уголки полностью погрузились в нее. Надо следить за тем, чтобы между пластиной и смолой не образовывались пузырьки воздуха (см. рис. 4.24).

4.5. Инструменты, процесс чеканки

Рельеф на листовом металле формируют с помощью специальных инструментов – чеканов и выколоточных молотков, большинство из которых мастера изготовляют сами. Постепенно у чеканщика накапливается несколько десятков чеканов самых различных форм и размеров.





Но, несмотря на большое разнообразие, чеканы в зависимости от формы бойка и назначения можно разделить на семь основных видов – это расходники, лощатники, бобошники, пурошники, канфарники, зернильники – трубочки и пунсоны (рис. 4.25).

Расходник напоминает зубильце или отвертку с притупленным концом. На металле он оставляет след в виде узкого желобка. Именно с него и начинается непосредственная работа над рельефом. Расходником углубляют контуры рисунка, нанесенного на металл.

Штихель, как и расходник, служит для нанесения линейного рисунка на металл. Гравируют штихелем прямо от руки без молотка. Штихель можно изготовить из старой матрацной пружины или стальной проволоки диаметром 3–4 мм. Отрезают кусок пружины, проволоки длиной примерно 80 мм, накаляют на

огне и осторожно расплющивают легким молотком, этот конец проволоки будет рабочей частью штихеля: ему придают вид двухгранной или трехгранной пирамидки. Для прочности штихель можно закалить, а затем на него насаживают деревянную ручку.

Лощатник имеет почти плоский боек или «бой» в виде квадрата или прямоугольника с закругленными углами, он предназначен для осаживания (опускания) фона.

Бобошник (облый чекан), по названию не трудно догадаться, что его боевая часть напоминает форму боба. Бабошником выколачивают в зависимости от необходимости углубленный или выпуклый рельеф.

Пурошник имеет боек формы шара. Применяют его в тех случаях, когда на рельефе необходимо получить сферические углубления или выпуклости.

Канфарник напоминает тонкий пробойник. Только конец его не острый, а скругленный. Он не пробивает металл, а делает на нем мелкие сферические вмятины в виде точек. Канфарник служит для переведения рисунка с бумаги на металл, а также для нанесения на участки фона многочисленных точечных углублений, придающих фону матовую фактуру.

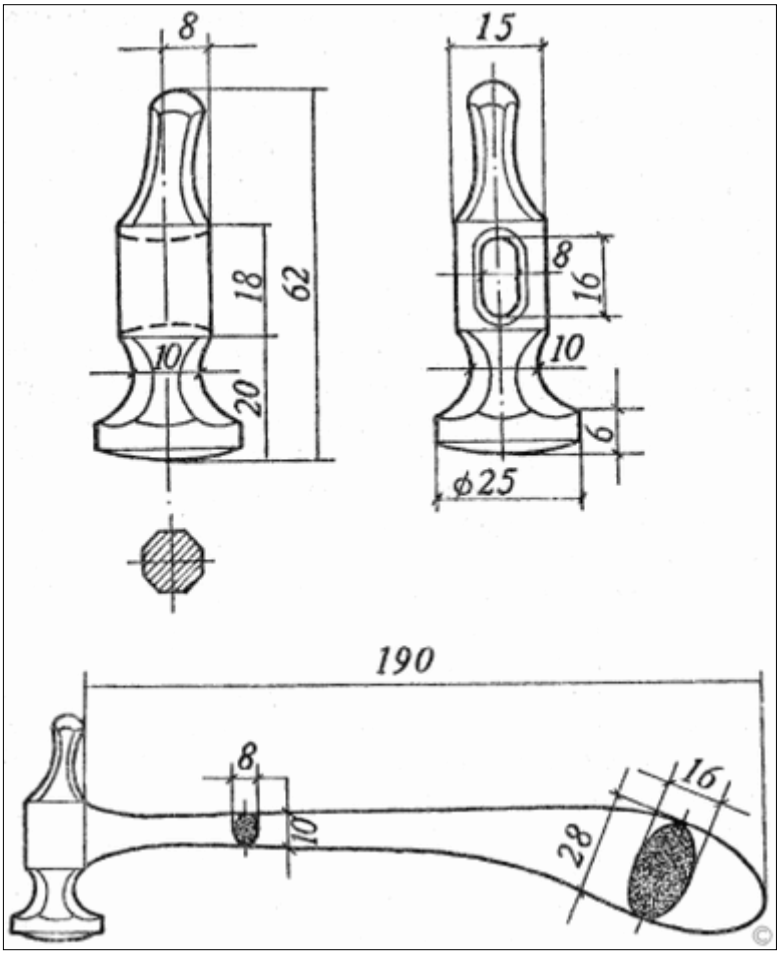
Трубочка применяется для отделки фона, она представляет собой стержень со сферическим углублением в боевой части. На металле она оставляет след в виде полусферического бугорка. Фон, обработанный трубочкой, имеет зернистую фактуру.

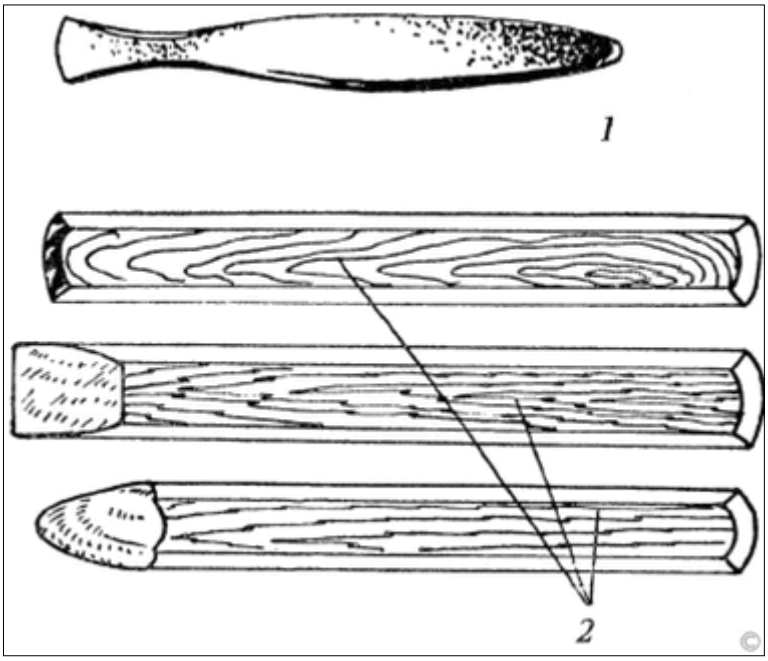
Пуансон – это металлический стержень, на бойке которого выточен рельеф в виде звездочки, ступенчатой пирамидки, треугольника, лепестка и т. п. С помощью пуансона на металл наносят простейшие узорные бордюры, в которых в определенной последовательности сочетаются одинаковые элементы.

Металлический выколоточный молоток имеет с одной стороны широкий, плоский (круглый, квадратный) боек, а с другой стороны – шаровидный. Плоским бойком при работе ударяют по ударной части чекана, а сферическим выколачивают крупные элементы рельефа. Ручку молотка делают из древесины твердых пород, придав ей полукруглую форму с утолщением на конце (см. рис. 4.26 и 4.27).

Кроме металлических чеканов и молотков, применятся также деревянные, которые изготавливают из древесины твердых пород – дуба, бука, граба, березы в виде цилиндрических стержней с боковыми срезами по всей длине. Форма боевых частей деревянных чеканов такая же, как и у металлических (рис 4.28). Применяют деревянные чеканы для выколачивания высокого рельефа, опускания и выравнивания фона, особенно при работе с мягким алюминием и медью. Деревянным молотком или киянкой правят на правильной плите листовой металл, загибают (отбортовывают) края готового рельефа.




8
15
18
62
10
20
8
16
10
6
ϕ25
190
8
10
16
28



Для резания тонких листов металла нужны *ножницы*, разрез ими можно сделать гораздо быстрее и чище, чем зубилом. Ножницы для металла отличаются от обыкновенных своей большой прочностью. Для небольших листов толщиной 0,2–0,4 мм можно использовать медицинские ножницы с прочными губками. Для распиловки металла служит *слесарная ножовка.* Очень важным инструментом для изготовления и отделки пластин является *напильник.*

Для закрепления пластины на деревянной подложке (в виде фона для готовой чеканки) потребуется *пробойник* – небольшой стальной стержень с закаленным концом.

Из измерительного и разметочного инструмента понадобятся стальная линейка, складной метр или рулетка, рейсмус, стальной циркуль, кронциркуль, металлический или деревянный угольник.

Теперь разберем подробнее, что же представляет собой чекан? Это отрезок стального прутка длиной от 120 до 150 мм и диаметром от 2 до 20 мм. Изготавливают чеканы из углеродистой качественной стали с содержанием углерода от 3 % и выше или углеродистой инструментальной стали марок У7, У8, У10, У13. Чеканы можно изготовить из старых напильников, слесарных зубил, кернеров, пробойников и других, подходящих по форме и размерам инструментов. Прежде чем приступить к изготовлению чеканов, сталь надо отжечь, раскалив ее докрасна, а затем постепенно охладить.

Нарежьте пруток на отрезки необходимого размера с помощью ножовки по металлу. Если диаметр прутка небольшой, напильником снимите фаску, сформируйте рабочую часть. Если же диаметр выбранного вами прутка больше 10 мм, гораздо проще выточить рабочую часть чекана на токарном станке.

В средней части чекана делают небольшое утолщение с плавным переходом к боевой и ударной частям. Утолщение исключает вибрацию инструмента при ударе по нему молотком. Чтобы чекан было удобно держать в руке, в его средней части с двух сторон параллельно оси делают напильником плоские срезы, которые также не дадут чекану скатываться с рабочего стола.

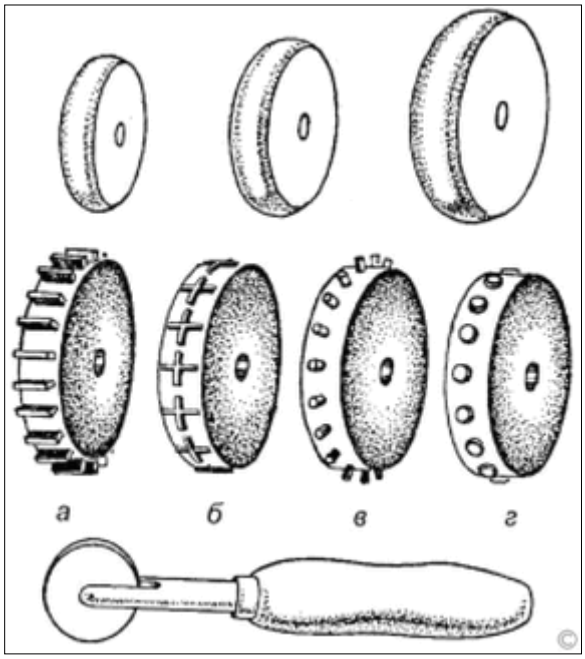
После этого вооружаются надфилем и выпиливают на торце рабочей части тот узор, который чекан будет воспроизводить на изделии. Очень важно, чтобы рабочая часть была совершенно гладкой, без выступающих острых частей. Острые части будут оставлять на изделии следы, засоряющие общий вид рисунка, а очень тонкий металл могут даже повредить. Поэтому после выполнения основных работ по

формированию рабочей части чекана надо тщательно отшлифовать ее мелкой шкуркой, а затем отполировать войлочной тряпочкой с нанесением на нее пастой ГОИ.

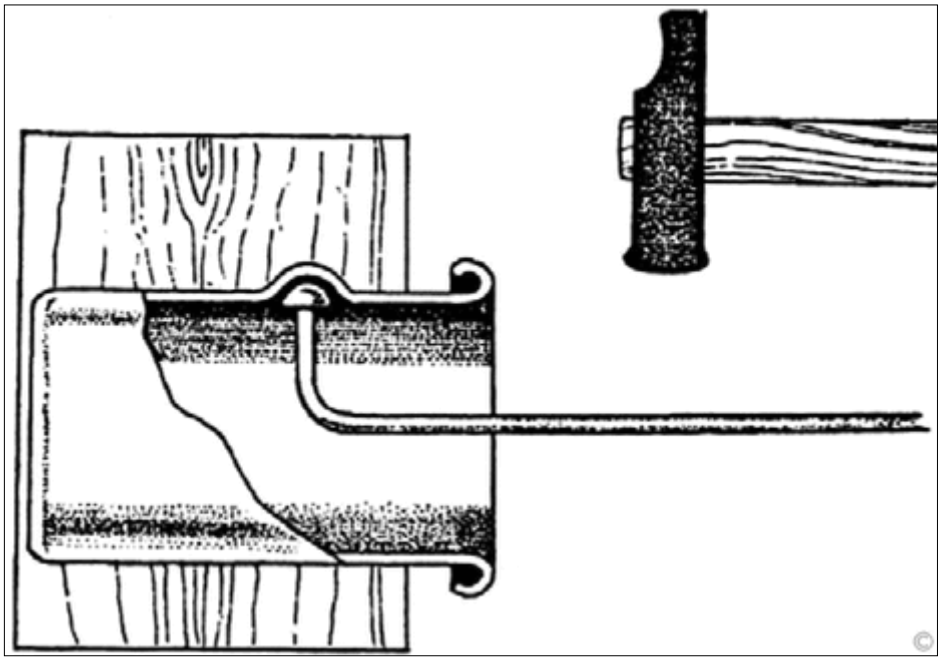
Теперь можно переходить к закалке. Это процесс укрепления металла, в ходе которого он приобретает твердость. Разогрейте инструменты в муфельной печи, следуя инструкциям по технике безопасности и технологии. Инструменты извлекайте из печи кузнечными щипцами с длинными ручками (не забудьте перед этим надеть защитные рукавицы). Если чеканы сделаны из углеродистой качественной стали, их накаляют до светло-красного цвета (850 °С) и быстро охлаждают, погрузив в машинное масло. Чеканы из инструментальной стали достаточно нагреть до вишнево-красного цвета (770 °С) и также быстро охладить в масле.

После закалки инструмент становится слишком хрупким. Этот недостаток устраняют отпуском металла на газовой горелке. Необходимо внимательно следить за цветами побежалости. Как только металл приобретет желто-соломенный цвет, отжиг прекратите. После постепенного охлаждения инструментов их боевые части отполируйте с пастой ГОИ.

Облегчают труд мастера **накатки и чекан-трещотка.** Накаткой, закрепленной в специальной ручке, проводят, с легким нажимом, по поверхности листа и получают полосу или ряд элементов, изображенных на самой накатке (см. рис. 4.29).



Специальный двухколенчатый чекан-трещотка используется для выколачивания выпуклостей на поверхности объемных изделий после выколотки (дифовки), см. рис. 4.30, а, б.





Процесс чеканки.

По виду чеканка, как и резьба по дереву, может быть *плоскорельефной*, когда чеканное изображение находится в одной плоскости с фоном металлической пластины, *рельефной*, когда изображение выступает

над фоном пластины, и *объемной*, когда чеканное изображение не связано с фоном и существует само по себе, т. е. представляет собой объемное скульптурное изображение.

По приемам выполнения чеканку можно поделить на контурную, плоскорельефную, заоваленную с подобранным фоном, рельефную с прорезью, или ажурную, и чеканку накладную (см. описание «Виды чеканных работ»). Выколачиванием плоской пластины металлу придают разнообразную выпуклую форму. Удобнее всего выколачивать рельеф на оправке – матрице или на мягких подложках (подушках) – смоляных, резиновых, на мешках с песком. Иногда подложкой служит свинцовая плита (главу «Басма» см. ниже).

Матрицей может служить толстая доска средней твердости, в которой полукруглой стамеской выбирают углубления, необходимой формы (обратное изображение). На тщательно зачищенную доску – матрицу помещают металлическую пластину, закрепляют ее на доске, а затем круглым молотком или киянкой выколачивают самое большое углубление, постепенно переходя к меньшей глубине. Выколачивание на матрице производят до тех пор, пока не получится правильно оправленная поверхность углублений без морщин.

При выколачивании *на мягких подложках* благодаря пластичности материала чеканку можно осуществить сравнительно быстро и чисто. В частности, смоляная подушка, растекаясь под ранее выколоченные формы, при дальнейшей работе хорошо предохраняет от деформации. Кроме того, такая подложка значительно смягчает звук от удара молотка о металл.

Технология и технические приемы изготовления чеканного изображения во многом зависят от тех задач, которые ставит перед собой исполнитель, но во всех случаях необходимо поддерживаться определенного технологического режима, строгой последовательности намеченных операций. Мы предлагаем на начальной стадии обучения один из технологических процессов чеканки плоскорельефного и невысокого рельефа изображений на мягких подложках, наиболее часто встречающиеся в практической работе чеканщиков.

Подготовка рисунка и лепной модели. Особенностью плоскорельефной и рельефной чеканки является выразительность формы. Подборка (опускание) фона на большую глубину способствует лучшему выявлению формы орнамента, обогащает игру светотени, повышает декоративные качества материала. Чеканка рельефа требует от исполнителя не только твердой руки и верного глаза, но и большого художественного понимания выражаемой формы, высокой техники владения инструментом.

Лучшему исполнению чеканки поможет тщательная подготовка к выполнении композиции рисунка и модели орнамента. Работу над композицией начинают с натурных зарисовок, составления эскизов, с поиска наиболее выразительных и оригинальных решений. Зарисовку ведут карандашом, фломастером или углем. Размеры эскизов могут быть небольшие, но обязательно связаны с масштабом, с размерами будущей чеканной пластины. Наиболее удачное решение, отвечающее замыслам композиции, увеличивают до размеров пластины, уточняют детали и доводят рисунок до полной законченности.

Но как бы хорошо не был решен рисунок, он не сможет заменить модели, изготовленной из глины или пластилина. Лепка рельефа для будущей чеканной работы поможет лучше прочувствовать форму, понять художественный смысл создаваемой вещи на металле. Для изготовления модели потребуется скульптурная глина или одноцветный пластилин, деревянные лопаточки (стеки и доска или многослойная фанера, на которой будет выполнена модель. Глину лучше применить для лепки крупных, а пластилин – для лепки мелких моделей.

Глина должна быть сырой, хорошо промятой, очищенной от различных примесей и не должна липнуть к рукам.

Из подготовленной глины можно приготовить пластилин. Дав глине несколько подсохнуть, в глиняное тесто начинают лить глицерин и тщательно перемешивают его с глиной до однородной массы. Глицерин льют до тех пор, пока глиняная масса почти перестанет прилипать к рукам.

Для придания лепной скульптуре необходимой формы, кроме собственных пальцев, пользуются деревянными лопаточками (стеками). Обычный размер стека 25–30 см.

Приступая к выполнению модели, поудобнее располагают рисунок-оригинал, глину или пластилин, стеки. Берут в левую руку кусок материала, правой небольшими кусочками начинают постепенно наращивать высоту рельефа. Сначала ищут объем общих форм и характер модели, стараясь вести лепку широко, касаясь всех частей модели. Найдя соотношение всех частей композиции, переходят к лепке деталей, стремясь подчеркнуть декоративные особенности модели. Закончив лепную модель, готовят пластину к чеканке.

Подготовка пластины к чеканке. Начинают с разметки и раскроя пластины (медной, латунной, алюминиевой и т. д.). Эта работа требует особой внимательности и аккуратности. Пластину обрезают с некоторым запасом по сравнению с величиной рисунка, а затем выкраивают плоскую открытую коробку. При раскрое учитывают площадь дна и высоту стенок. Рейсмусом прочерчивают линию сгибов. Перевернув лист пластины на доску, носком молотка отсекают углы по биссектрисе примерно до границы будущих стенок. Снова перевернув пластину, на ребре куска железа загибают киянкой бока. Образованные стенки коробки будут прочно держать пластину на смоле. Далее на поверхности пластины карандашом намечают осевые линии, которые в дальнейшем будут служить ориентиром при переводе рисунка на металл. На этом подготовка пластины заканчивается.

Разметка и гравировка рисунка. Рисунок на металл переводится только после того, как смола полностью остынет, его можно перевести двумя способами. Первый способ заключается в том, что на поверхность металла наносится кистью или тампоном тонкий слой белой или желтой гуаши. После высыхания краски на пластину кладут копирку и лист бумаги с рисунком композиции, прикрепив их к металлу небольшими комочками пластилина. Переведенный рисунок на металле закрепляют прозрачным быстросохнущим лаком.

Можно использовать и такой прием по копировальным линиям, оставшимся на металле после перевода: рисунок гравируют заостренным стальным штихелем, можно процарапать шилом, а затем краску смывают.

Делают и иначе: металл не тонируют, а рисунок с сильным нажимом переводят через копирку на блестящую очищенную поверхность тупым концом заточенной палочки или твердым карандашом. По полученным темным линиям процарапывают заостренным штихелем.

Затем штихелем гравируют нанесенный на пластину рисунок. Инструмент продвигают равномерно; указательный палец позволяет управлять движением и не даст сдвинуться в сторону с намеченной линии. Нужно стараться намечать линии с одного прохода, не останавливая штихеля, добиваясь одной глубины во всех частях рисунка.

Другим способом – рисунок с бумаги на металл переводят с помощью канфарника. Установив боек канфарника на контур рисунка, ударяют молотком по ударной части. На поверхности металла остается углубленная точка. Точки наносят на небольшом расстоянии друг от друга по всем контурам. При этом чекан держат с небольшим наклоном от себя, чуть приподняв переднюю часть боя. Для удобства разметки рисунка следует поворачивать весь ящик на необходимый угол. После снятия бумаги на металле остается пунктирный рисунок.

При переводе особо точных рисунков бумагу с рисунком наклеивают на металл мыльной пеной, дают высохнуть и канфарником проходят по всем очертаниям.

Перед тем как приступить к чеканке рельефа, нужно чеканы поставить в банку боевыми частями вверх – по ним легко и быстро можно будет отыскать необходимый чекан. Банка с чеканами должна находиться слева, а выколоточные молотки – справа. Таким образом, инструменты будут находиться всегда под рукой.

Подбор (опускание фона). Закончив разметку и гравировку рисунка композиции на пластине, приступают к чеканке рельефа. С чего же начинать работу над рельефом? Прежде всего, отыщите в банке самый широкий чекан-расходник, у которого сплюснутый, как у зубильца или отвертки, боек. Поставьте боек расходника на контур рисунка и несколько раз ударьте по чекану молотком с такой силой, чтобы на пластине осталась достаточно глубокая вмятина. Глубина ее на всех контурах должна быть одинаковой. Поэтому, передвигая расходник по контуру рисунка, старайтесь силу и число ударов сохранять постоянными. Контуры рисунка углубляйте, не отрывая бойка от поверхности металла – он должен как бы скользить по ней. При углублении кривых линий один конец бойка приподнимают больше или меньше в зависимости от их крутизны. Когда возможности расходника с широким бойком будут исчерпаны, более мелкие элементы рисунка углубите расходниками с узкими бойками.

Теперь берут чекан-лощатник. Установив его боек на один из участков фона, опустите фон до уровня углубленного контура. Передвигая лощатник, постепенно опустите все участки фона. Там, где лощатник с широким бойком не проходит, применяйте более мелкие чеканы. На этой стадии чеканку с лицевой стороны на время прекращают по двум причинам. Во-первых, в процессе обработки в металле образуется наклеп, от которого он теряет пластичность и становится жестким, а во-вторых, поднять выпуклые участки рельефа можно только с обратной стороны (рис. 4.31).

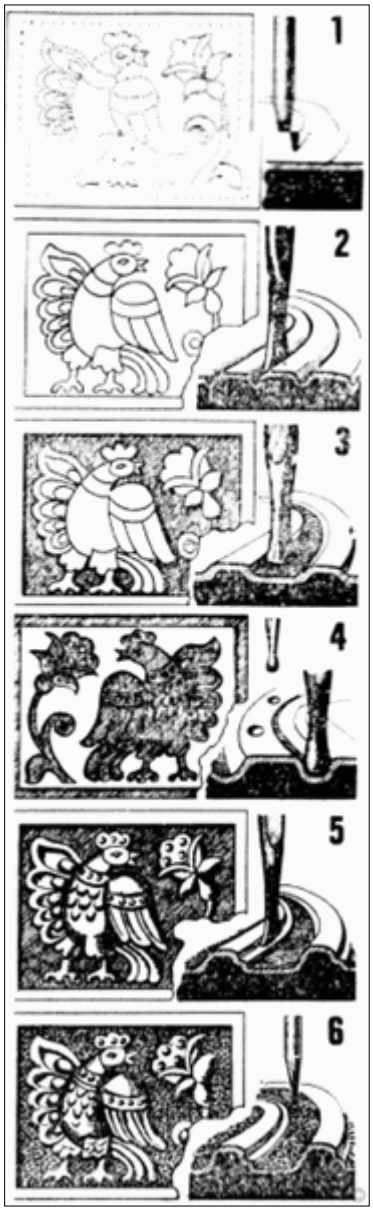
На рисунке 4.32 показаны некоторые схемы фактур: 1 – фактура набивается с помощью пурошника (трубочка) небольшого размера; 2 – фактура изготавливается хаотической набивкой небольшим (150×200 мм) личным напильником; 3, 4, 5, 6-фактура сделана с помощью трехгранного надфиля, острого расходника и канфарника (см. далее 7); 8 – делается надфилями с последующей шлифовкой, применяется для проведения «дорожек»; 9 – фактура набивается пурошником большого диаметра, после набивки мелкой шкуркой смягчаются образовавшиеся ребра, которые создают рисунок, напоминающий соты пчел. Такой чекан служит для проведения различных «дорожек» при чеканке орнамента.

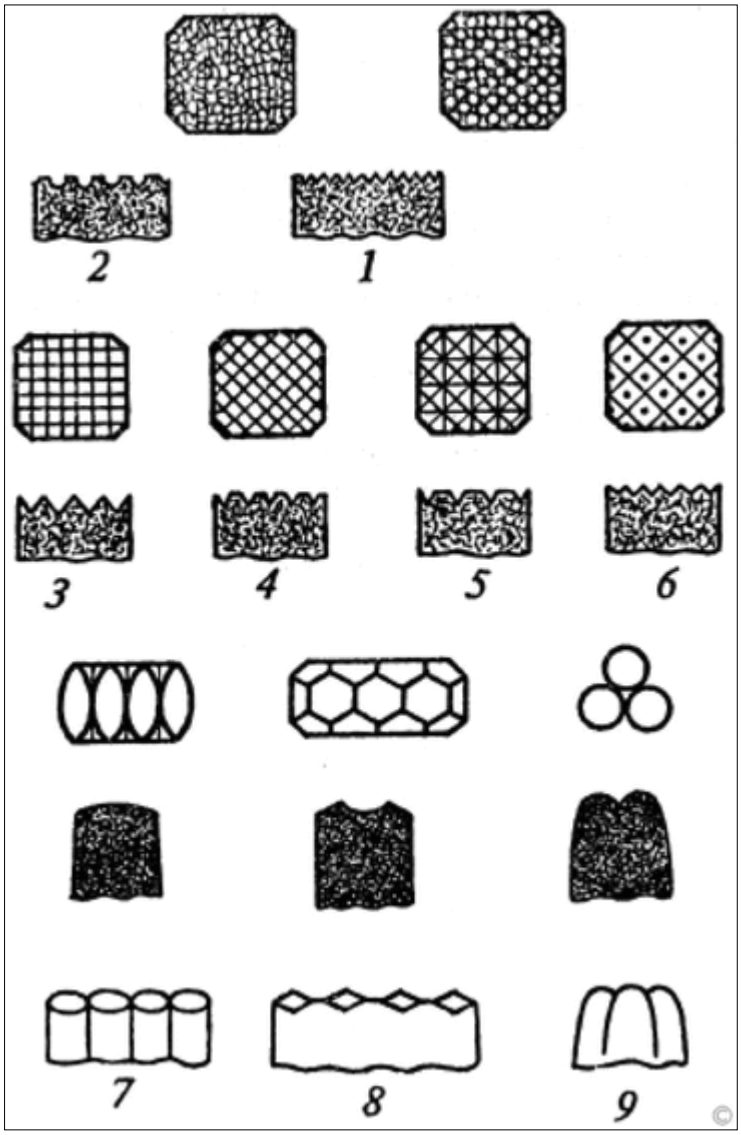
Все перечисленные виды чеканов применяются в последовательном изготовлении чеканки, они могут быть в боевой части гладкими или матовыми, рисунчатыми, с насечкой или набивкой.

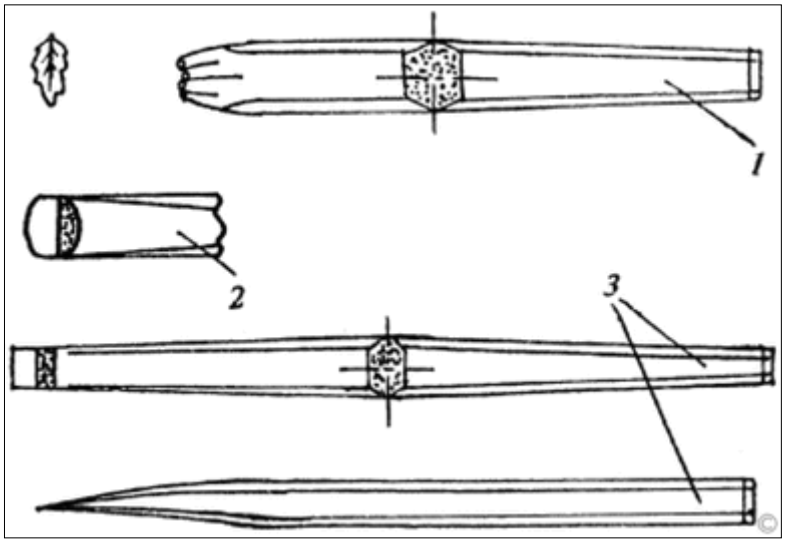
Чеканы с насечкой (рис. 4.33) делают до закалки и следующим способом: после обработки боевой части ее отжигают, чтобы придать большую вязкость, ковкость этому участку чекана. При отжиге нагревают чекан до температуры закалки, а затем охлаждают на воздухе. (Процесс закалки см. главу «Гравирование», в дальнейшем чеканы с насечкой пригодятся в гравировании изделий).

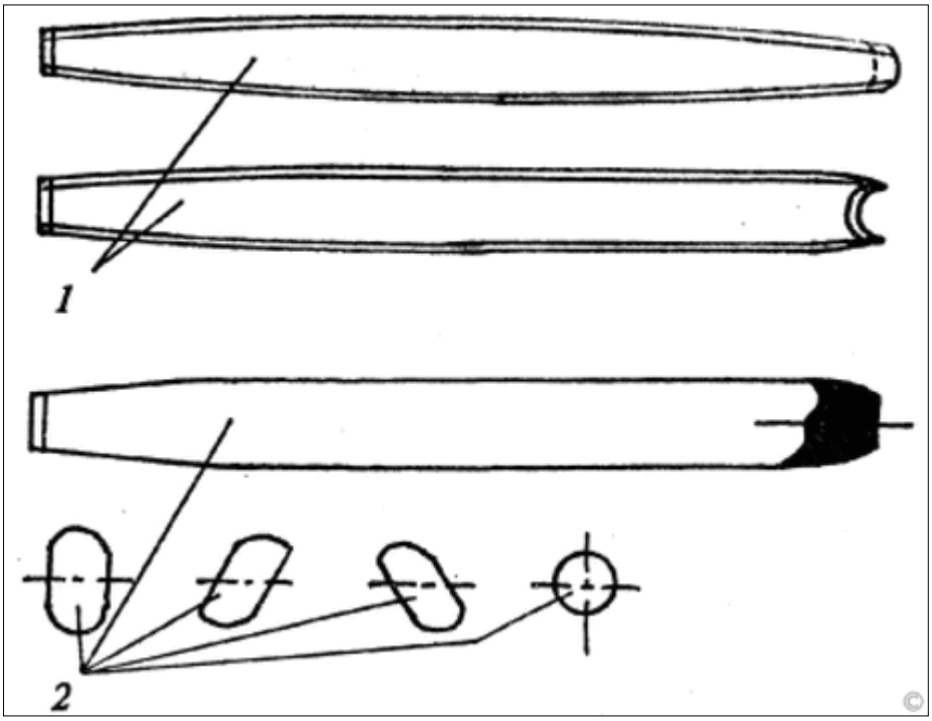
Нанесение насечки следующая операция. Зажимают чекан в тисках боевой частью кверху и канфарником набивают ячейки, после этого закаляют. Чекан надолго сохраняет насечку. Таким образом чекан готов для нанесения фактуры на отдельных частях декоративной композиции.

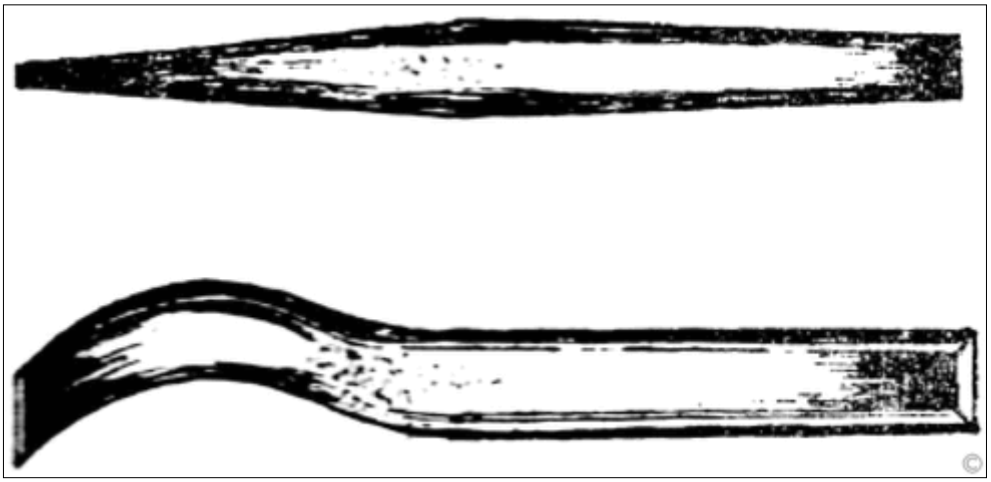
Круглые и прямые обжимки (рис. 4.34) могут быть левыми и правыми и служат в основном для прочеканки «веревочки», т. е. витого шнура.


1
2
3
4
5
6


2
1
3
4
5
6
7
8
9


1
2
3





Чекан «сапожок» (рис. 4.35) относится к чеканам специального назначения. Он служит для образования поднутрений на рельефе, для прочеканки труднодоступных мест, т. е. узких и глубоких мест рельефа. Сапожок – не совсем обычный чекан благодаря своей причудливой форме.

Его конструктивные особенности заключаются в усилении всей изогнутой части, где толщина самая большая, тогда как другие чеканы усилены в средней части. Усиление этой части вызвано большим напряжением металла во время работы «сапожком». Следует обратить внимание на его рабочую часть, которая представляет лощатник прямоугольной формы.

Фигурные чеканы (пуансоны). К специальным чеканам относятся фигурные или пуансоны. На их рабочей поверхности *граверной* техникой выполнены фрагменты орнамента – завитки, листы, буквы, цифры, розетки и др. Древнерусские чеканщики применяли также пуансоны с изображением рук, глаз и т. п. Вообще пуансоны изготовляют в тех случаях, когда необходимо чеканить большое количество одинаковых деталей изображения. Изготовление пуансонов для работы по листовому металлу подобно изготовлению чеканов.

Деревянные чеканы также часто применяются при выколотке общего рельефа. При работе деревянными чеканами металл или вытягивается или садится, т. е. уплотняется и делается толще, но меньше подвергается наклепу и нагартовке, чем при работе металлическими чеканами. Делаются эти чеканы из более твердых пород дерева с утолщением в средней части остова. Для изготовления чеканов больше всего подходят следующие породы деревьев: ясень, рябина, граб, клен, но можно применить бук, березу, дуб и др. Чеканы могут быть прямыми плоскими, круглыми, а также острыми в своей рабочей части. По деревянному чекану можно наносить удары как металлическим, так и деревянным молотком.

При работе деревянным молотком чеканы меньше разбиваются, но работать удобнее металлическим, так как его размеры меньше, чем у деревянного. Поскольку деревянные чеканы менее долговечны, их обычно заготавливают в большом количестве, чем это нужно для данной операции. Деревянные чеканы изображены на рисунке 4.28 (металлический чекан показан для сравнения).

Прочие инструменты.

На различных этапах работы с заготовкой и чеканкой вам понадобятся для работы с мягкими металлами деревянные молотки, изготовленные из прочных сортов древесины, например дуба или березы. С их помощью проводят более мягкие линии, так как сила удара таким молотком гораздо меньше.

Необходимы и некоторые слесарные инструменты. Среди них надо упомянуть те, которыми изображение переносится с бумаги на металл: кернер, циркуль по металлу, линейка и т. д. Понадобятся и ножницы по металлу, напильники, рашпили и пр. Для отделения чеканки от отливки при отжиге используются кузнечные клещи, если их не отказалось под рукой, можно использовать плоскогубцы.

4.6. Снятие бляшки, отжиг и отбеливание

Подогрейте пластину паяльной лампой или электрорефлектором и снимите со смоляной подложки. Затем отожгите металл – он станет вновь пластичным, но на нем останется окалина, которую нужно снять отбеливанием. Как это делается, вы уже знаете. Отбеленную пластину укрепите на смоле лицевой частью вниз. Чтобы пластина плотно пристала к вязкой основе, в углублении наметившего рельефа залейте жидкую смолу. Смолу в ящике тоже нужно подогреть – проще это сделать с помощью электрического рефлектора или паяльной лампы: достаточно размягчить лишь верхний ее слой.

Следует напомнить еще один очень старинный способ разогревания смолы. Для этого на металлическую сетку кладут горячие древесные угли, а под сетку ставят ящик со смолой, угли разгораются и плавят смолу. Расстояние от сетки до поверхности смолы должно быть небольшим, так как основное тепло уходит вверх.

Заслуживает внимания опыт мастеров Монголии. Рельефы из листового металла они чеканят на вязкой основе – смоле. Состав смолы и принцип работы на ней могут быть успешно использованы.

Смолу монгольские мастера варят следующим образом: в металлическом сосуде – банке, ведре, тазу и т. п. расплавляют канифоль. К ней постепенно добавляют наполнитель – хорошо просеянную сухую землю или мелкий песок. В полученную горячую массу добавляют толченого древесного угля и говяжий или свиной жир. Все это тщательно перемешивается и варится несколько минут. Пропорциональный оптимальный состав смолы выглядит следующим образом: канифоль жидкая – 1,25 л; просеянная земля, песок – 1 кг; древесный уголь – 150 г; свиной жир – 50 г.

Готовый состав выливают на деревянную поверхность – плиту, доску, щит и т. д., на которой предстоит выполнить чеканку. Чтобы смола не растекалась, ее подгребают от краев к центру специальной лопаточкой или кусочком фанеры.

По мере остывания – 15–20 мин – смола приобретает форму лепешки, на которую насмаливают пластину металла, подготовленную для чеканки. Через 1,5–2 часа можно приступить к работе с металлом. Технология чеканки монгольских мастеров состоит в следующем: на засмоленной пластине острым расходником обводят все контуры и внутренние линии композиции будущего рельефа. На металле получаются четкие, даже несколько резко углубленные очертания рисунка. После этого пластина снимается со смолы, отжигается и на мешке с песком вдавливается основная масса рельефа. Мешок должен быть сшит из двух слоев прочной ткани, приблизительно 30×40 см. Затем чеканка засмаливается вновь лицевой стороной вверх, и производят некоторое уточнение выполненного рельефа.

При пересмолке, чтобы снять бляшку со смолы, ее прогревают сверху пламенем паяльной лампы, после чего чеканка без усилий отлипает от основы. Массу смолы продолжают нагревать, подгребая лопаточкой от краев к середине. На размягченную поверхность смолы вновь насмаливают бляшку. Если на металле высокий рельеф и насмолка производится вверх, то предварительно в углубления чеканного рельефа накладывают разогретую смолу и в таком виде вжимают ее в разогретую вязкую массу.

При таком способе работы на вязкой основе не нужно сколачивать ящик для смолы и тем самым ограничивать размеры чеканки его габаритами – на небольшой лепешке смолы, приготовленной по рецепту монгольских мастеров, можно чеканить рельефы любых размеров, последовательно насмаливая и прочеканивая соседние участки. Смола легко плавится и быстро застывает, что позволяет не прерывать процесс работы в ожидании затвердения основы.

Благодаря ряду положительных качеств, этот метод можно с успехом рекомендовать и для детских творческих коллективов, занимающихся чеканным искусством. Но вернемся к традиционному методу работы над чеканкой.

После полного остывания смолы приступайте к выколотке рельефа бобошниками и пурошниками. Если это входит в замысел, выколачивают также отдельные элементы рельефа, которые с лицевой стороны должны быть выпуклыми. К примеру, чтобы получить на лицевой стороне сферическую выпуклость, с внутренней стороны нужно сделать пурошником сферическую вмятину. Выполнив все намеченные заранее операции с обратной стороны, разогрейте пластину и отделите ее от смоляной основы, отожгите, отбелите и вновь посадите на смолу лицевой стороной вверх. На этой стадии разными чеканами нужно проработать все детали, включая самые мелкие, уточнить расходником контуры фона и отдельных элементов узора.

При окончательной отделке работы пользуются большим количеством разнообразных чеканов. Общее их число, которое должно быть во время работы у опытного мастера под рукой, достигает обычно нескольких десятков штук, а при сложных работах – более сотни.

Канфарение, или зернение, фона – последний этап работы над рельефом. Часто ударяя молотком по канфарнику, как можно более равномерно перемещайте его боек по поверхности металла. Частые углубленные точки создадут на металле красивую бархатную фактуру, которая будет контрастировать с гладкой поверхностью рельефа. Закончив канфарение, снимите рельефную пластину со смоляной основы, отожгите, отбелите и высушите.

Отжиг чеканки.

Чтобы снять внутренние напряжения в металле, возникшие при его обработке, заготовку нужно отжечь. Для этого снятую со смолы пластину нагревают до темно-красного каления. Металл отжигается и вновь приобретает вязкость и пластичность. Смола с оборотной стороны выгорает, и оставшаяся пыль легко удаляется отбеливанием в 5 %-ном растворе серной кислоты и промывкой в теплой проточной воде. Заготовка становится чистой и поступает в дальнейшую обработку.

Отжиг драгоценных, цветных и черных металлов и сплавов не представляет трудностей. Обычно, как только смола сгорит и металл начнет слабо краснеть, нагрев прекращают, и отжиг заканчивается. Некоторые особенности имеет отжиг алюминия и его сплавов. Рекристаллизация алюминия начинается уже при 100 °С, то есть задолго до начала красного каления. В то же время температуры красного каления и плавления у алюминия очень близки. Иначе говоря, если алюминий нагреть докрасна, он тут же может начать плавиться, и работа погибнет. Поэтому при обжиге алюминия и его сплавов пластину нагревают не сильно, а о достижении температуры рекристаллизации судят по почернению мыла, которым предварительно чертят полоски на алюминиевой заготовке. После отжига алюминиевую пластину промывают в подогретом растворе двууглекислой соды или едкого натра.

4.7. Специальные приемы

Изложенная выше в общих чертах технология художественной чеканки в каждом конкретном случае включает в себя большое разнообразие приемов. Например, при точных работах, требующих большой четкости и верности форм, сканфаренный рисунок обводят и после расходки предварительно отожженный и отбеленный лист пересмаливают оборотной стороной наверх. Дав смоле затвердеть, выколачивают рельеф непосредственно на смоле. Тогда он получается верным и чистым, чего никак нельзя добиться на мешке с песком или резине (см. дальше) – при ударе там опускается большой участок металла (который потом выправляют при насмолке). В дальнейшем работа опять пересмаливается на лицо, еще раз уточняют формы и высоту приподнятого с изнанки рельефа. Иногда при сложных работах с многофигурными рельефами, большим числом планов и т. п. пересмолка на ту и другую сторону производится несколько раз.

Для крупных декоративных работ с высокими рельефами или при чеканке горельефов рисунок переводят не на лицевую, а на оборотную сторону листа (соответственно перевернутым подготавливают и рисунок). Рисунок канфарят прямо на доске верстака, без насмолки, затем лист насмаливают оборотной стороной наверх. Дают смоле немного остыть и начинают выколачивать рельеф, опуская его вниз, в глубь смолы. Работу нужно вести быстро, пока не затвердела смола. Чеканят крупными чеканами сферической формы, так называемыми «выдавными», или прямо сферическим концом большого чеканного молотка. Выколотив рельеф, пластину пересмаливают налицо и заканчивают работу обычным порядком. Существуют и другие приемы чеканки плоских предметов.

Теперь перейдем к другим приемам художественной чеканки, Следует только заметить, что совершенство художественного чеканного произведения зависит не только от замысла и вкуса автора, но и от его мастерства и степени овладения самой техникой чеканки. Оно приходит не сразу и требует последовательного изучения различных приемов и видов чеканки, начиная от самых простых и постепенного перехода к все более сложным разновидностям. Такой последовательный подход помогает начинающему чеканщику выявить свой художественный вкус, развивает его технические навыки и, что особенно важно, ограждает от разочарований и неудач, почти неизбежных, если начинающий мастер берется сразу за сложное произведение. Примеры несложных в выполнении чеканных работ приведены ниже.

4.8. Чеканка без смолы

В практике чеканных работ широко используется выполнение технологических операций на листовой резине и смоле. Технология чеканки на смоле требует подготовки дополнительного оборудования (ящиков, заполненных битумной смесью). Но качество работ в этом случае получается значительно выше за счет возможности четкой проработки рельефа.

Обучение чеканке существенно облегчается при использовании технологических карт.

Оборудование: верстак, резина для чеканки, плита для правки, печь муфельная, технологическая карта, которая разработана К. А. Скворцовым для обучения учащихся (рис. 4.36).

Инструмент: линейка, угольник, молоток, чекан-расходник, деревянный чекан-лощатник, киянка, ножницы, напильник с мелкой насечкой.

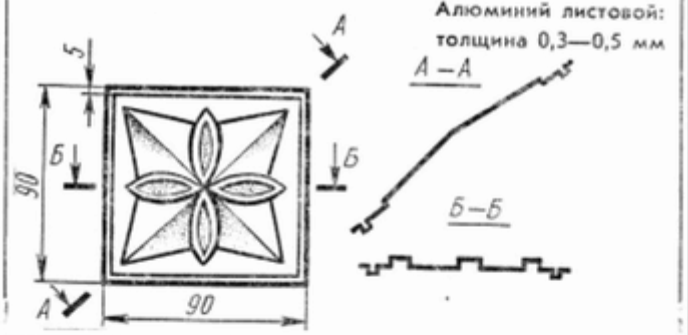
Материал: алюминий листовой толщиной 0,3–0,5 мм.

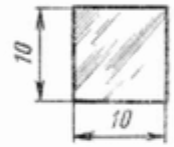
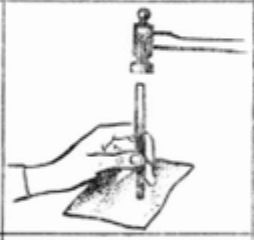
Чеканка основана на свойстве мягких металлов вытягиваться, при ударе по ним более твердыми предметами. Простой и неглубокий рельеф целесообразнее всего выбирать, используя в качестве подкладки резину. При этом достигается удовлетворительное качество работы и не требуется дополнительных затрат времени на вспомогательные операции, которые необходимы, например, при чеканке на смоле.

Для чеканки на резине применяется тонкий листовой алюминий (0,3–0,5 мм). Из него вырезается пластина, несколько большая, чем размер рисунка, поскольку при вытягивании металла на краях чеканки могут образоваться извилины, которые в конце работы следует обрезать.

Прежде чем чеканить рельеф, алюминиевую пластину отжигают: вначале на нее наносят мылом штрихи, а затем нагревают до тех пор, пока они не потемнеют. Далее на пластину наносится рисунок; если он небольшого размера, то его легче всего перевести с эскиза при помощи копировальной бумаги. Для этого эскиз вместе с копиркой накладывают на металлическую пластину; свободные края эскиза подворачивают под металл, чтобы при переводе рисунка не было смещений.

Технологическая карта для чеканных работ на резине



№ п/п	Наименование операции и переходов	Эскиз	Оборудование и приспособления	Инструмент
1	Выбрать заготовку, перевести рисунок на металл		Верстак	Карандаш, копировальная бумага
2	Прочеканить по контуру расходником		Верстак, резина	Молоток, чекан
3	Обработать расходником с обратной и лицевой сторон		Верстак, резина	Молоток, чекан
4	Выровнять на плите		Верстак, резина	Деревянный чекан, киянка
5	Подровнять края чеканки		Верстак, плита	Ножницы, напильник, линейка, угольник
6	Окончательно отделать (тонировать, отполировать)			

Подготовленную пластину кладут на плотную листовую резину толщиной не менее 1 см. На линию разметки ставят чекан-расходник и начинают легкими ударами молотка простукивать линию рисунка. Чекан держат и передвигают пальцами левой руки, а ребром ладони этой же руки прижимают к резине обрабатываемую пластину. Этот навык вырабатывается после некоторой тренировки. Пройдя 2–4 см линии рисунка, кисть руки перемещают и обрабатывают следующий отрезок. При этом чекан удобнее вести на себя

(см. технологическую карту). Перевод рисунка следует осуществлять последовательно по всей площади, не увлекаясь отдельными элементами и стараясь не отрывать чекана от металла. Наносить удары рекомендуется отдельными сериями, чтобы линия разметки получилось ровной.

Поскольку металл от удара чеканом делается более твердым и хрупким, его нужно (для восстановления мягкости и пластичности) регулярно отжигать. После получения линии рисунка с лицевой стороны пластину переворачивают и выполняют внутренний его контур. Высокое качество изображения достигается в том случае, если чекан при ударах располагать не вертикально, а несколько наклонно, как бы «подбивая» контур изнутри. Труднее всего на рисунке прорабатывать уголки, так как вытяжка металла в этих местах наиболее значительна. Для получения рельефа высокого качества их приходится прочеканивать по нескольку раз с обеих сторон.

При выполнении работ на резине готовое изделие обычно получается не совсем ровным. Чтобы его выправить, нужно использовать плиту с ровной поверхностью.

Лучше всего правку производить деревянным чеканом или торцами деревянных брусочков. Заключительную операцию – выравнивание краев чеканки – выполняют по угольнику при помощи ножниц и напильника с мелкой насечкой.

Для большей выразительности рельефа изделие тонируют, а затем частично полируют. Самый простой и надежный способ тонирования небольших чеканок из тонкого листового алюминия – покрытие их тонким слоем нигрола с последующим прогревом в муфельной печи.

При работе над металлической пластиной без смолы, где на стальной плите нередко чеканят как с лицевой, так и с оборотной стороны листа необходимо знать, что чеканить можно только те участки, которые плотно прилегают к плите. Если желательно получить композиции с более высоким рельефом, надо прочеканить отдельные участки на мешке с песком. Если необходимо «погасить» чрезмерно выбитые отдельные места, надо чеканку расположить на мешке с песком таким образом, чтобы песок заполнил всю пустоту под металлом. Плотно заполнивший пустоту песок под чеканкой даст возможность успешно работать и по выпуклым участкам. Но если под металлом не окажется песка, от ударов чекана или молотка образуются вмятины, раковины, а нередко и прорывы металла. Поэтому мешком с песком нужно уметь «управлять», то есть чеканить не только на его выпуклой поверхности, когда он просто лежит на столе, но и ставить его вертикально, торчком, утоплять угол мешка в глубину чеканного контррельефа.

Иногда приходится обратиться все же к смоле. Бывает необходимо залить часть чеканки изнутри расплавленной смолой. Когда смола затвердеет, можно продолжить работу над рельефом. Для углубления рельефа пользуются свинцовыми плитами, мешком с песком, торцом мягкого дерева.

Абсолютная точность возможна лишь при чеканке на смоле – пластическом способе чеканки, позволяющем добиваться высокой выразительности, прочеканивания нескольких планов рельефа и четкой проработки всех деталей.

4.9. Чеканка рельефа на цилиндрической посуде

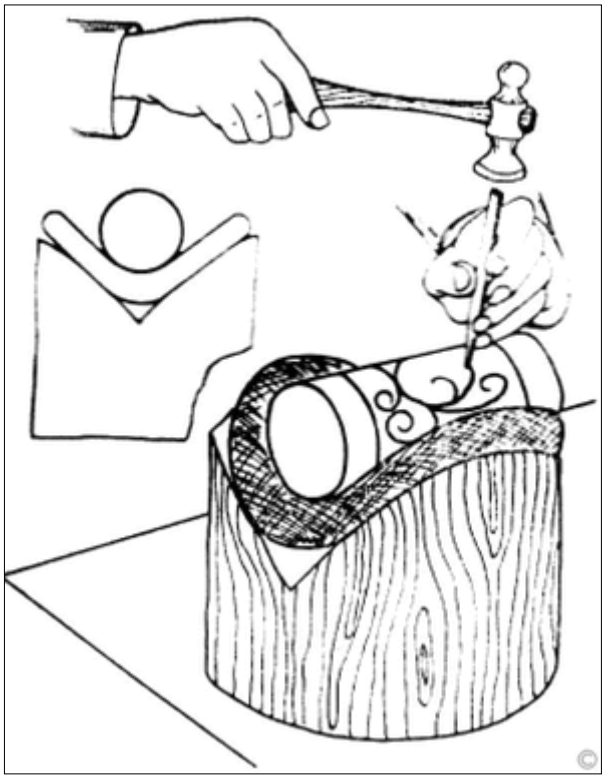
Чеканку можно выполнять не только на плоском листе, но и на объемных формах, например на тонких стенках металлической посуды. Подыщите для учебной работы чеканки подходящий металлический сосуд, например, алюминиевую или медную флягу, коробку из под чая, крышку. Отожгите сосуд на огне и нанесите на его стенки контурный рисунок, зафиксировав его прозрачным лаком. Если согласно замыслу рельеф должен иметь участки, выступающие над поверхностью сосуда, то их выколачивают с помощью чекана-трещотки (см. рис. 4.30, а). Он представляет собой длинный, не менее 25 см, стержень, на одном конце которого находится боек с шарообразной поверхностью. Концы стержня выгнуты под прямыми углами в противоположные стороны. В наборе мастера обычно бывает несколько трещоток, отличающихся по диаметру шарообразной поверхности бойка. Используют трещотку так. Зажав второй, нерабочий, конец трещотки в тисках, надевают на нее рабочую поверхность обрабатываемое изделие. Боек трещотки должен располагаться точно у того места, которое собираются сделать выпуклым. Удары молотком в этом случае наносят не по поверхности изделия, а по середине трещотки. Боек, слегка опустившись вниз, возвращается в положенное место и ударяет по внутренней поверхности так, что снаружи появляется выпуклость. Удары продолжают до тех пор, пока выпуклость не будет соответствовать требуемым размерам.

Если высота выпуклости (или углубления) планируется большой, то в процессе выколачивания следует 2–3 раза отжечь изделие, чтобы вернуть ему пластичность, потерянную при длительной обработке ударами. После выполнения выпуклостей, переходят к работе на лицевой стороне.

Затем в сосуд заливают смолу и наклеивают на нее бумажный кружок, чтобы не пачкать руки во время работы. При насмолке больших сосудов с широким горлышком смолу можно сэкономить. Ее наносят толстым слоем на стенки, затем вставляют подходящую по размерам болванку. Если фляга или какой-либо другой металлический сосуд имеет узкое горлышко, его вместо смолы можно заполнить мелкопросеенным речным песком. Заполнив флягу песком, через воронку вливают воду до тех пор, пока он не перестанет ее впитывать. Наполнив сосуд, удаляют излишки воды. Утрамбовывают круглой палкой добавленный песок и закрывают горлышко пробкой. Работать приходится на ощупь (особенно если ваза имеет тонкое горлышко), проверяя результат после каждого удара. Чтобы облегчить эту работу, изготовляют трещетки с указателем – специальным приспособлением, которое указывает место удара бойка при ударе по штанге (см. рис. 4.30, б).

Чеканку на объемном изделии удобно выполнять на специальной подставке, представляющей собой кряж с клиновидным вырезом, в который вложен мешок с речным песком.

Уложив сосуд на подставку с песком, чеканом-расходником углубите контуры рисунка. Следующий этап – опускание фона. Также, как и при чеканке плоского листа, эту операцию выполняют чеканом-лощатником. Когда фон на всех участках будет опущен, следует еще раз пройтись по контурам чеканом-расходником, чтобы выступающие элементы рельефа имели четкую границу с фоном. Затем проработайте мелкие детали на выступающих элементах рельефа. В заключение обработайте фон канфарником, после чего можете освобождать сосуд от песка или смолы. Песок легко высыпается, если из него выпарить влагу, смолу же расплавляют и выливают из сосуда. Чтобы удалить остатки смолы и лака, сосуды отжигают, а затем отбеливают (рис. 4.37).



Работа по выколотке рельефа на объемных предметах требует определенных навыков и опыта. Иногда рельеф для объемных предметов выполняют на плоскости (развертке), а затем монтируют на изделие. Крепят готовый рельеф заклепочными соединениями, пайкой, эпоксидным клеем.

4.10. Бухарские чеканки

Старинную узбекскую металлическую посуду, украшенную изящным чеканным орнаментом, теперь можно встретить в основном в музеях. Но когда-то она была необходимой утварью каждого узбекского дома. Всякая металлическая посуда имела строго определенное хозяйственное назначение. С учетом красоты и пользы веками оттачивалась форма каждого сосуда. Медный кувшин «афтоба» служил своеобразным умывальником. Для ношения воды из колодцев применяли «кузы» – большие сосуды с ручкой, но без носика.

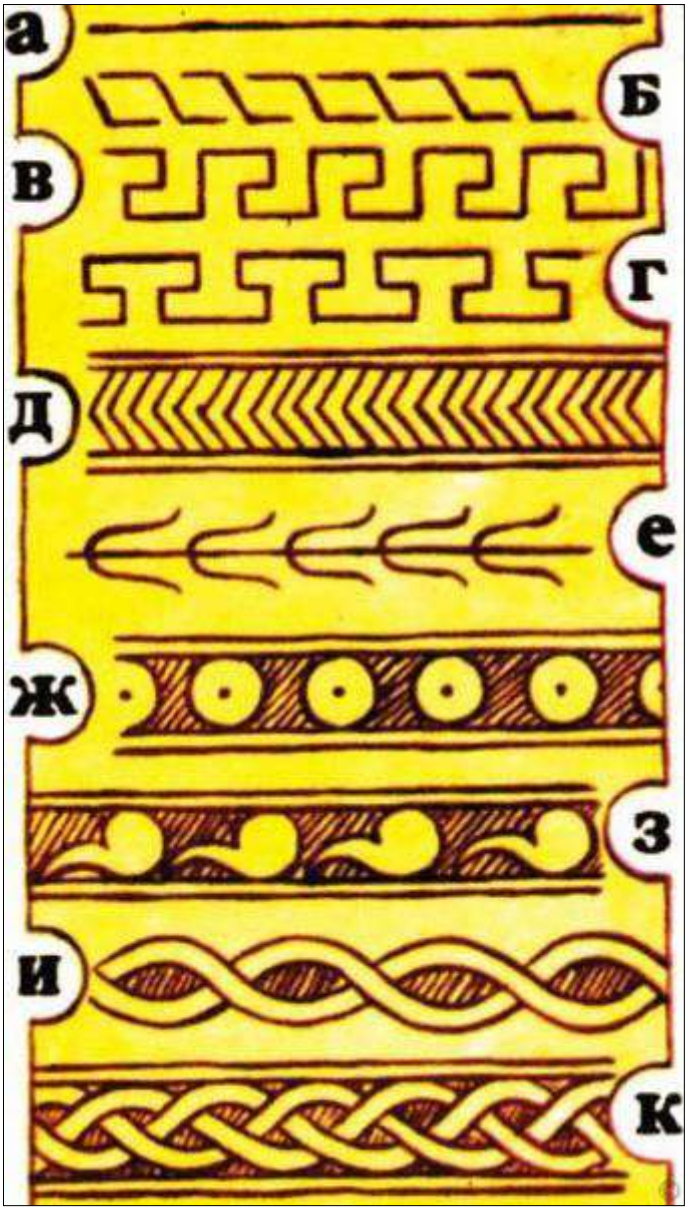
Воду для чая кипятили в «чойджушах» (см. рис. 4.38).



Позднее для кипячения воды стали применять самовары, но в отличие от русских они были без краников и имели форму обычных восточных кувшинов. Широкое распространение получили различные медные подносы, тарелки и светильники.

До XV века металлическую посуду изготовляли в основном из меди и обычной бронзы. Но для более ценных изделий выплавляли особую семисплавную бронзу. В состав ее входили медь, олово, цинк, свинец, серебро, золото, железо. Со временем бронзу стала вытеснять латунь – сплав меди с цинком.

Наиболее крупными центрами чеканки были Бухара, Самарканд и Коканд. Особенно славилась Бухара. Почти в самом центре города недалеко от базара располагались многочисленные ряды медников. Бухарские чеканщики работали по памяти, удерживая множество различных рисунков в голове. И если элементы какого-то узора забывались, мастер тут же придумывал свои, сообразуясь с формами и размерами изделия. Поэтому трудно встретить два одинаковых рисунка даже на изделиях, выполненных одним мастером. Но все же существовали узоры, выработанные на протяжении многих столетий поколениями мастеров-чеканщиков. Эти узоры служили как бы основой при составлении орнаментальной композиции. Но и они не были застывшими, раз и навсегда решенными схемами, а постоянно обогащались и совершенствовались последующими поколениями мастеров. Каждому узору было дано легко запоминающееся образное название: «стайка летящих журавлей», «цепочка тюльпанов», «змеиная дорога», «глаза соловья» (рис. 4.39).



В настоящее время в городах Узбекистана чеканным промыслом заняты многие мастера. В Бухаре работают ученики мастера Салимджана Хамидова – Фатуллаев Рахматулло, Хлалилова Дильбар, Рахматова Гульчехра и т. д., а так же потомственные мастера Гулямов Махмуд, Остонов Жариф и Кудратов Фуркат, усто Тахир и другие.

В старинной части Бухары, разместилась небольшая мастерская имени выдающегося бухарского чеканщика усто Салимджана Хамидова, умершего в 1973 году. Чеканщики работают в маленьких кельях, в которых когда-то жили ученики медресе. Когда благоприятствует погода, чеканщики выносят во двор деревянные подставки и работают прямо на открытом воздухе. И тогда каждый желающий может понаблюдать за их работой (см. 4.40, 4.41 а, б).

Мастерскую можно назвать своеобразным заповедником техники бухарской надрезной чеканки. Внешне чеканка напоминает контурную резьбу по металлу или гравировку. Неопытному глазу порой трудно отличить гравированное изделие от чеканного. Поэтому нужно знать, что из-за разницы технических приемов на любом изделии остаются следы, характерные для различных техник.

У надрезной чеканки на дне желобков заметны небольшие порожки, которые обычно образуются при ритмичных ударах молотка по резцу. У гравированного желобка порожки на дне отсутствуют, а гравированная линия имеет плавные очертания.







Одно из преимуществ надрезной чеканки заключается в том, что для ее исполнения не требуется больших физических усилий. Молоток помогает резцу легко преодолевать сопротивление обрабатываемого металла.

Обычно различают два вида надрезной чеканки: глубокая *(«кандакори»)* и плоская *(«накш»).* В некоторых художественных работах по металлу надрезная чеканка может быть удачно применена в сочетании с обычной высокорельефной чеканкой.

Технику надрезной чеканки можно изучать, работая с любыми мягкими металлами. Но лучше всего использовать латунь. Она хорошо режется, гнется, сваривается, полируется и патинируется. Если у вас нет тарелки или подноса из латуни, можно использовать обыкновенную металлическую пластинку толщиной не менее 1 мм.

Инструменты для чеканки довольно просты. Из глубокой древности они дошли до наших дней почти без изменения. У старого бухарского чеканщика в набор инструментов входило всего несколько зубилец-резцов с различной шириной режущей части. Небольшой молоток со слегка изогнутой и утолщенной на конце рукояткой. Циркуль по металлу да крупный речной камень-голыш для заточки и правки инструментов. Те же инструменты входят в набор современного узбекского чеканщика. Только вместо камня он стал применять обыкновенный оселок.

Очень важно подобрать по руке молоток. Он должен быть достаточно легким, чтобы рука не уставала при продолжительной работе, и в то же время достаточно тяжелым, чтобы от его удара резец легко резал металл. Чтобы рукоять молотка удобно лежала в руке и не набивала мозоли, ее нужно сделать несколько изогнутой, с небольшим утолщением на конце. Многие старые мастера рукоятку для молотка делали сами, не доверяя эту работу никому. Вытесав топором заготовку рукоятки, они осторожно срезали древесину ножом, добиваясь точной подгонки ее по руке.

Резцы (каламы) легко выточить из инструментальной стали. После того как им будет придана необходимая форма, их следует закалить. Длина резца может быть 10–12 мм, сечение в верхней части 3×6 мм, ширина нижней режущей части от двух до пяти миллиметров – это позволит делать порезки разной ширины.

Работал старый чеканщик обычно, сидя на полу, скрестив по восточному обычаю ноги. Перед ним стояла деревянная подставка, на которой с помощью вара прикреплялось блюдо. Современные мастера подставку делают такой высоты, чтобы на ней можно было работать стоя или сидя на стуле. Удобна также подставка небольших размеров, которую можно ставить на стол. Ее нужно сколотить из толстых досок, чтобы она была массивной и устойчивой. При работе металлическое изделие удобнее прикреплять не на саму подставку, а на деревянный щит, который можно снять с подставки и использовать подставку как мольберт при разработке эскизов (см. рис. 4.40).

Эскиз нужно выполнить на плотной тонкой бумаге. Орнамент строят циркулем и линейкой. Для первого раза не стоит разрабатывать слишком сложный орнамент.

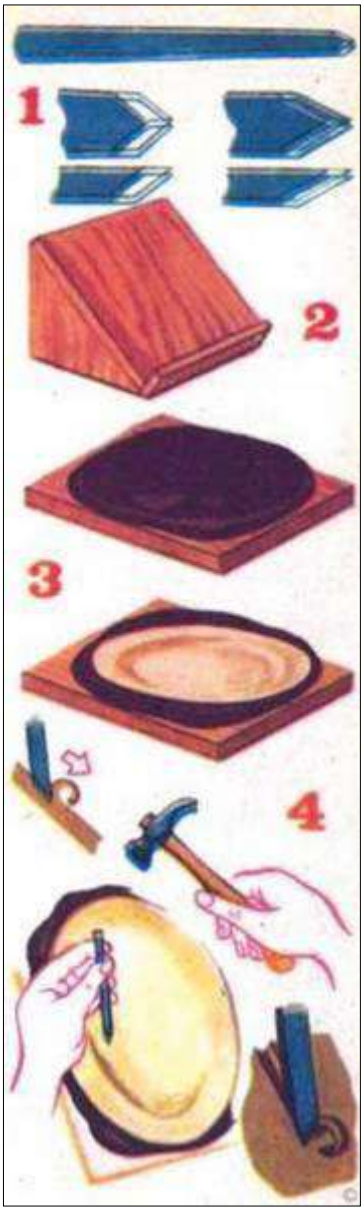
Закончив эскиз, приступайте к приготовлению канифольного вара. Варить канифольный вар желательно на костре где-нибудь в дальнем углу двора. В глубокой металлической посуде. На 20 весовых частей канифоли возьмите 1 часть керосина. Канифоль растолките, перемешайте с керосином в посуде, поместите над огнем и варите не менее получаса, следя за тем, чтобы пламя было низким, и расплавленная канифоль не загорелась. Если канифоль все же загорится, нужно немедленно накрыть посуду листом жести, которую всегда держите под рукой.

Канифольный вар можно применять многократно, переплавляя вновь. Правда, от многочисленных переплавок канифоль со временем становится темно-коричневой, а затем совсем черной, но не теряет необходимых свойств.

Охлажденный вар приобретает консистенцию замазки. Теперь смочите руки водой, чтобы к ним не прилипал вар, выложите его на деревянный щит и расплющите, чтобы получилась лепешка толщиной в 3–5 см. Не дожидаясь, пока вар совсем застынет, вдавите в нее металлическую тарелку или блюдо. Подождите несколько минут, чтобы вар схватился окончательно, и установите щит на подставку.

Рисунок с эскиза на металл хорошо переводится с помощью обыкновенной копировальной бумаги. Если он получится не очень четким, его можно обвести карандашом. Чтобы в процессе работы рисунок не стирался, на поверхность металла с помощью пульверизатора или мягкой кисти нанесите тонкий слой быстросохнущего прозрачного лака. Орнамент на тарелке представляет собой узор, вписанный в круг. При переводе рисунка нужно обязательно добиться того, чтобы центр орнамента совпадал с центром тарелки. В круговом орнаменте окружности как бы держат всю композицию. Поэтому, поставив ножку циркуля в центр тарелки, процарапайте все окружности, входящие в орнамент.

Следующий этап – непосредственная проработка контуров орнамента. Резец (калам) при этом нужно держать в левой руке, прижав его большим пальцем к четырем остальным. Нанося легкие, но частые удары по резцу, равномерно передвигайте его острие вдоль контура рисунка. При этом из-под острия будет выходить стружка. По ее толщине можно судить о глубине получаемой порезки. Изменяя угол наклона резца, можно изменять и толщину стружки. Чем меньше угол наклона резца к плоскости обрабатываемого металла, тем тоньше стружка, мельче и уже порезка. Равномерная порезка достигается сохранением постоянного угла наклона резца (см. рис. 4.42, 4.43).


1
2
3
4



Большое значение имеют частота и сила ударов, наносимых по резцу молотком. При более глубокой чеканке удары молотка должны быть сильнее, при мелкой слабее. Прочеканивая прямые или близкие к прямым линии, удары молотком нужно наносить сильные, но редкие. При этом резец будет передвигаться довольно быстро. При работе над мелкими элементами и линиями, имеющими сложную кривизну, удары молотка становятся более частыми, но и более слабыми, а скорость резца замедляется. Это вынужденное замедление движения: в противном случае кончик резца может сорваться и прочертить на металле линию, касательную к изогнутой линии рисунка. Только путем многочисленных тренировок можно добиться согласованности движений молотка и резца. В этом залог исполнительского мастерства чеканщика.

Если мысленно провести вертикальную и горизонтальную оси рисунка, а затем проанализировать, как относительно этих осей расположены его контуры, то нетрудно установить, что часть их будет иметь направление, близкое к вертикальному, а другая часть – к горизонтальному. Поскольку удары молотком легче наносить сверху вниз, то линию рисунка, имеющую направление, близкое к вертикальному, прочеканивать гораздо удобнее. В связи с этим все контуры рисунка можно прочеканивать двумя этапами.

Сначала нужно прочеканить все контуры, имеющие направление, близкое к вертикальному, а затем повернуть щит с тарелкой на 90° – оси поменяются местами.

Отделка тарелки. Заключительный этап чеканных работ – штриховка фона. Фон обычно штрихуют узбекские чеканщики двумя способами. В первом случае штрихи идут в одном направлении примерно под углом 45°. В другом случае штрихи на всех участках фона направлены к центру рисунка. Особенности второго способа заключаются в том, что благодаря такому направлению штрихов фон словно переливается, стоит только слегка наклонить тарелку с чеканным рисунком под разными углами к источнику освещения.

Окончив штриховку, снимите тарелку с канифольной подушки, разогрев ее пламенем паяльной лампы или газовой горелки. Затем зачистите тарелку мелкозернистой наждачной бумагой и отполируйте на войлочном круге с пастой ГОИ. Перед полировкой поверхность тарелки рекомендуется слегка смазать машинным маслом. Латунь прекрасно полируется, приобретая интенсивный золотистый блеск. Чтобы сохранить этот блеск на долгие годы, поверхность латунного изделия достаточно покрыть одним слоем прозрачного лака.

Если вас заинтересовала «Бухарская чеканка», возьмите в руки старенький журнальчик «Юный техник», № 6 за 1979 год. Г. Я. Федотов подробно описал технологию изготовления латунной тарелки методом надрезной чеканки.

4.11. Станок для чеканки

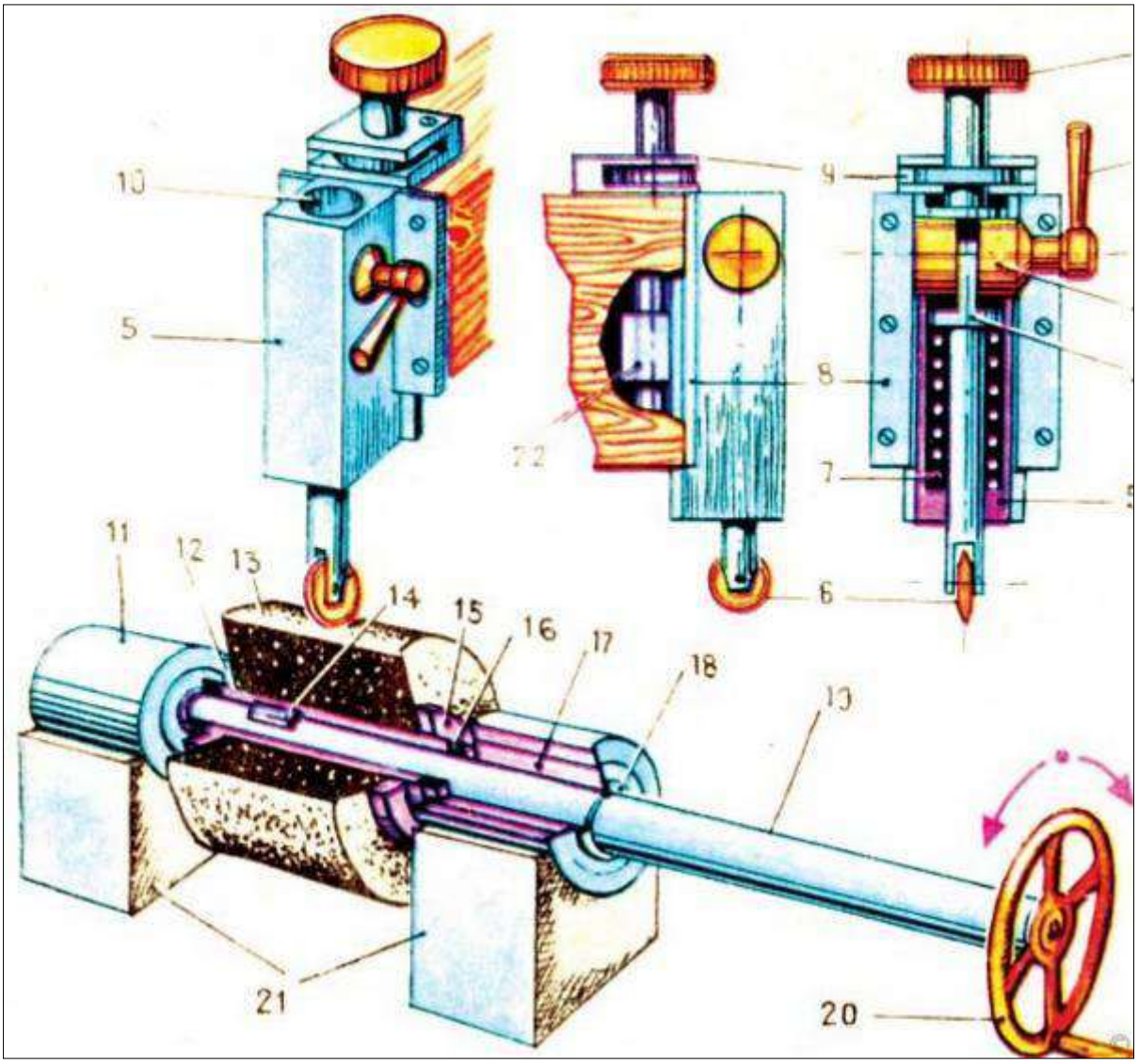
Как вы уже заметили, чеканка – искусство кропотливое. Чеканным молоточком нужно так ударить по чекану, чтобы он выдавил на листе металла линию нужной глубины. Удар должен быть точным, чтобы не нарушить рисунка, и не сильным, чтобы не пробить пластину. Можно облегчить работу, механизировать по мере сил. Конечно, искусство потому и искусство, что идет от неповторимой индивидуальности художника. Руки мастера никаким автоматическим станком не заменишь. А усовершенствовать орудия труда можно. Например, с помощью станка, который сделал В. Дудин (см. «Юный техник», № И, 1980 г.), легко нанести контур по индивидуальному рисунку. Завершить его значительно быстрее и легче, чем чеканить вручную с самого начала.

Что же это за станок?

В качестве рабочего органа (вместо чекана и молотка) берется небольшое металлическое колесико. Оно-то и давит на лист, оставляя рельеф. Причем если при обычной ручной чеканке инструмент перемещают вдоль листа, то здесь наоборот – движется лист.

Лист необходимо положить на широкое и толстое резиновое кольцо, насаженное на вал. Сначала нужно подвинуть пластину – поворачивая вал рукой, металлический лист перемещается. Направление ему даёте другой рукой – поддерживающей лист слева. С помощью станка можно регулировать глубину рельефа. Внутри корпуса головки проходит фигурная деталь, держащая рабочий ролик. Это оправка. Предусмотрено несколько таких оправок с разными роликами.

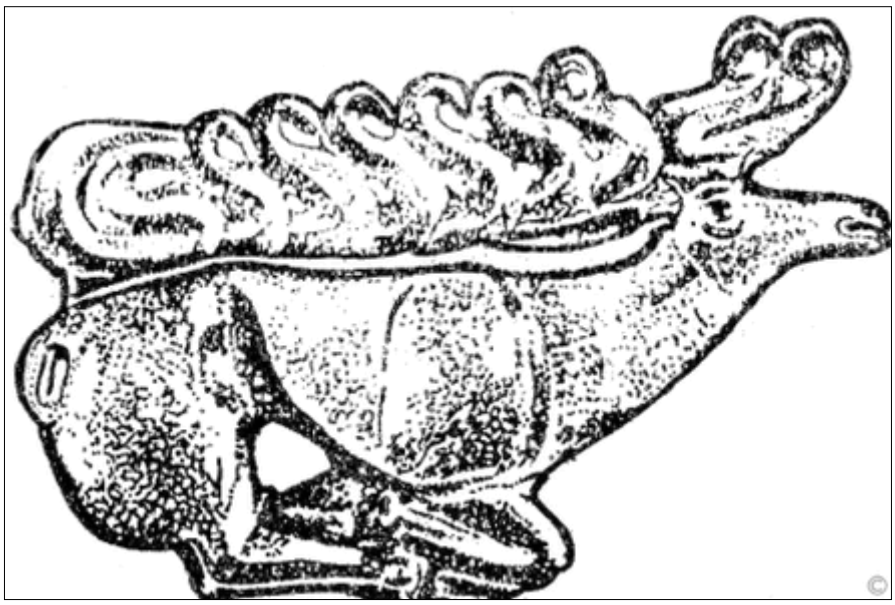
Станок несложный. Вы легко разберетесь в его позициях, указанных на рисунке. Возможно, у кого-то даже появятся идеи по его усовершенствованию (см. рис. 4.44).


10
5
22
9
8
7
6
11
12
13
14
15
16
17
18
19
21
20

4.12. Примеры изготовления чеканных изделий из металла

Панно «Олень». См. рис. 4.45. Из листового куска латуни (меди) толщиной 0,8–1 мм вырежем пластину размером 30×30 см. Затем выровняем ее на стальной плите деревянным молотком-киянкой, удалив всевозможные вмятины и вздутия.

Если металл окажется жестким, то для повышения пластичности его следует отжечь. После отжига удалите с поверхности металла окалину путем отбеливания в 10 %-ном растворе серной кислоты комнатной температуры 18–22 °С. При составлении раствора помните, что кислоту вливают в воду, а не наоборот.



Чеканить будем на смоле, так как элементы панно содержат как низкий, так и высокий рельеф. Отогнем плоскогубцами уголки пластины и наложим ее на расплавленную смолу так, чтобы отогнутые уголки полностью погрузились в нее. При этом надо следить, чтобы между пластиной и смолой не образовывались воздушные пузырьки.

После того как смола остынет, с помощью канфарника, острие которого выполнено в форме иглы, переведем на лицевую поверхность рисунок с бумаги. Затем широким чеканом-расходником с помощью молотка, не отрывая бойка чекана от поверхности металла, обведем и углубим контуры рисунка. Более мелкие элементы проработаем расходниками с узкими бойками. При углублении кривых линий один конец бойка надо приподнимать в зависимости от их кривизны. В результате обводки получим контурный рисунок. Теперь с помощью чекана-лощатника опустим фон до уровня углубленного контура. Там, где лощатник с широким бойком не проходит, следует применить более мелкий чекан. Опускание фона по периметру ограничим окружностью, радиус которой равен 28 см. На этом чеканку с лицевой стороны временно приостановим и приступим к обработке обратной стороны, чтобы поднять выпуклые участки рельефа. Для этого подогреем пластину паяльной лампой и снимем со смоляной подложки. Металл потерял пластичность и стал жестким. Отожжем его, снимем окалину отбеливанием и укрепим на смоле лицевой стороной вниз, предварительно размягчив верхний слой смолы электрорефлектором. После полного остывания смолы приступим к выколотке рельефа бобошниками и пурошниками. Начнем с неглубоких впадин (узоры на фоне, верхняя часть туловища), постепенно придавая им нужную форму. И так пройдемся по всему рисунку, углубляя рельеф до нужной глубины. Декоративные детали на поверхности фона, которые с лицевой

стороны должны иметь сферическую выпуклость, проработаем пурошником, сделав с внутренней стороны сферические вмятины.

Затем приступим к окончательной проработке рисунка головы. Отдельные элементы рельефа (кольцо, зрачки глаз, шерстяной покров на лбу и по краям головы) выполним путем канфарения, или зернения. Часто ударяя молотком по канфарнику, будем равномерно перемещать его боек по поверхности металла. Частые углубленные точки образуют на лицевой стороне металла красивую выпукло-бархатистую фактуру, имитирующую шерстяной покров головы оленя. Закончив канфарение рельефной пластины, снимем ее со смоляной подложки, отожжем и отбелим. После этого на войлоке или резине разными чеканами проработаем все детали, включая и мелкие, с лицевой стороны, уточним расходником контуры фона и отдельных элементов узора. Мелким лощатником обработаем поверхность фона. Легонько ударяя по лощатнику, передвигаем его хаотично по поверхности фона, придавая ей вид, например кованого металла. Теперь по кругу радиусом 30 см обрежем края чеканки, а по окружности радиусом 28 см канфарником (с концом в форме тупой иглы) прочеканим декоративную дорожку и по ее границе киянкой загнем края. Получилось своеобразная рамка, по окружности которой с помощью рисунчатого или фигурного чекана нанесем несложный орнамент.

Чтобы рельеф стал более выразительным и зримым, отделаем чеканку способом патинирования. Нанесем раствор кистью или тряпичным тампоном, укрепленным на деревянной ручке, на поверхность изделия и выдержим до нужной тональности окраски.

Затем покрытое патиной изделие промоем чистой водой. Выпуклые участки рельефа протрем мокрой тряпочкой с пемзой или кирпичным порошком, просеянным чрез мелкое сито, до характерного металлического блеска, снова промоем водой и высушим. Просушенный рельеф протрем швейным или льняным маслом, которое не только усилит металлический блеск, но и надежно закрепит патину на металле.

Для навески на стену с обратной стороны чеканки нужно припаять проволочное колечко.

Декоративная ваза.

По Г. Я Федотову возьмем пустой алюминиевый аэрозольный баллончик, например, из-под дезодоранта и с помощью консервного ножа или дрели освободим горловину от распылителя (см. рис. 4.37).

Обработаем края горловины круглым напильником и наждачной бумагой. Затем надо отжечь баллончик на огне, залить в него смолу или насыпать мелкопросеянный речной песок и увлажнить, чтобы можно было его утрамбовать. Плотно закроем баллончик пробкой, на стенки его переведем рисунок с помощью копирки и закрепим на металле прозрачным быстросохнущим лаком. Уложив баллончик на брезентовый мешок с речным песком, чеканом-расходником углубим контуры рисунка и лощатником опустим фон на всех участках. После этого еще раз пройдемся по контурам чеканом-расходником, чтобы выступающие элементы рельефа имели четкую границу с фоном. Теперь проработаем мелкие детали на выступающих элементах рельефа, а затем канфарником обработаем фон и освободив сосуд от смолы или песка. После отжига и отбеливания чеканную поверхность можно отделать копотью и керосином.

4.13. Декоративная отделка чеканного изделия

После того как чеканка пластины будет закончена, переходят к отделке ее поверхности. Художественная отделка чеканного изделия – очень важный этап работы. Он определяет в большей степени выразительность всей композиции. Цвет металлов и сплавов довольно однообразен, и часто бывает желательно получать более разнообразные цвета и оттенки. Успех в этом во многом зависит от опыта и навыка, но прежде всего требует художественного чутья и вкуса. Гармоничной отделкой художник смягчает или острее подчеркивает ту или иную форму, усиливает общую выразительность композиции. Определенными приемами можно затемнить фон и тем самым усилить впечатление от рельефа, его выступающие формы сделать более заметными и легко читаемыми, повысить контрастность рисунка. Можно, наоборот, придать всей композиции мягкость, погасить блеск чистого металла. Цель всякой отделки – придать пластине более приятный вид и предохранить ее от окисления.

Тонируя металл, удается одним лишь цветом добиться едва заметных переходов не только от одной части композиции к другой, но также мягко перейти к фону из другого материала, например, ткани, близкой по цвету и тону в интерьере помещений.

Чеканное произведение примет законченный, цельный вид если художник не ограничивается отделкой только поверхности металла. Выразительность металлических элементов усилится от гармоничного сочетания с материалами из которых выполнены другие части художественных изделий, например, с деревом, камнем, тканью (сукном, суровым полотном, мешковиной), кованым железом, стеклом и другими. Так, очень эффектно выглядит чеканный рельеф, наложенный на мореную из дуба деревянную доску, ажурная чеканка на фоне красного или темного сукна, чеканка украшенная эмалью или в комбинации с резным деревом.

Выразительные сочетания материалов художник, а особенно начинающий художник-дизайнер, может найти самостоятельно, увидеть удачные примеры на выставках, в музеях, встретить в литературе по искусству и дизайну. Здесь все зависит от его фантазии и художественного чутья. Например, посмотрите на чеканные изделия (рис. 4.46, см. далее рис. 4.47), выполненные художником И. Малаховским. Эти произведения декоративно-прикладного искусства украсят любой современный интерьер.

Гораздо большую трудность (правда, трудность техническую) представляют собой тонкости и секреты декоративной отделки металла. Современной химией разработаны разнообразные приемы, некоторые рецепты известны еще с прошлых веков, но необходимые сведения разбросаны в литературе, многие из рецептов малоизвестны или вовсе забыты (например, при раскопках в гробнице Тутанхамона не было найдено ни одного документа или рецепта по художественной обработке материалов). Поэтому приведение их в систематизированный вид окажется весьма полезным для всех видов художественной обработки металлов. Из множества методов и рецептов здесь отобраны легко осуществимые в домашних, училищных или университетских условиях, не требующие редких и дорогих химикалиев и не вредные для здоровья.



Химическая отделка заключается в том, что под действием различных веществ на поверхности металла образуются новые химические соединения, которые более или менее прочно соединяются с основным металлом и придают изделию тот или иной цвет. Чаще всего это сернистые, хлористые или кислородные соединения металлов. Иногда химическая отделка получается очень стойкой, не изменяется даже при нагревании или действии слабых кислот. В других случаях образовавшиеся пленки не прочны, легко стираются или смываются водой и для закрепления их покрывают бесцветным лаком.

Перед тем как приступить непосредственно к отделке изделия, его поверхность нужно тщательно очистить от загрязнений (жировых пленок, остатков флюсов, окисей металлов и т. д.). От тщательности подготовительных операций во многом зависит успех и качество последующих отделочных работ. Предварительно делают это следующим образом. После окончания чеканки работу снимают со смолы и осторожно отжигают, чтобы удалить остатки смолы. Медные и латунные изделия отбеливают в слабом растворе (5–15 %-ном) серной кислоты, железные – в растворе соляной кислоты, а алюминиевые – в теплом растворе двууглекислой соды. Затем изделия следует тщательно промыть (желательно в теплой проточной воде), и их можно откpацевать (протереть) мягкой металлической щеткой. После такой подготовки приступают к отделке.

Однако следует предупредить, что при проведении отделочных работ нужно соблюдать большую осторожность в обращении с кислотами и щелочами. Строго соблюдать правила техники безопасности, работать в резиновых перчатках, под тягой в вытяжном шкафу или на открытом воздухе.

4.13.1. Шлифовка

Для придания изделию законченного вида после выполнения всех чеканных работ можно приступить к отделке его металлической поверхности. Делается это не только для красоты, но и для того, чтобы изделия стали более стойкими к коррозии и окислению.

В первую очередь поверхность шлифуют. Для художественных изделий не подходит грубая слесарная шкурка, мастера обычно берут нулевку. Процесс это долгий и требует большого внимания. Чтобы не испортить рельефность композиции, на шкурку почти не надавливают. На начальных стадиях шлифовки крупных изделий и при обработке краев можно использовать шкурку с крупным зерном, постепенно заменяя ее на более мелкую. Качество чеканки при этом не ухудшится.

Шлифуют мелкой шкуркой, стараясь не заваливать прямых и острых выступов изображения и не менять формы поверхностей. Для этого куски шкурки наклеивают на деревянные брусочки или пробку. Назначение материалов для шлифования зависит от размеров зерен, из которых они состоят. Чем меньше зерно, тем чище, ровнее получится обрабатываемая поверхность. Кроме шкурки можно применять различные шлифующие порошки, пемзу, крокус (окись железа), мел, известь. Некоторые из них продаются в готовом виде.

Полируют шлифовальными порошками с маслом, натирая поверхность до блеска суконным, войлочным тампоном или кусочком мягкой бархатной ткани. Хорошей полировочной смесью может быть состав: венской извести 50 весовых частей, крокуса 25 весовых частей, и окиси хрома 25 весовых частей.

Иногда шкуркой или шлифными порошками металлическим поверхностям придают чешуйчатый вид. Шкурку или тампон с порошком придавливают к поверхности большим пальцем и несколько раз поворачивают на месте в одну сторону, а затем в другую сторону. Получается кружок, рядом с ним другой. Лучше смотрится поверхность, целиком обработанная таким образом.

Шлифованную и полированную поверхность металла можно покрывать стойкими химическими соединениями, образующие на металле пленки, окрашенные в различные цвета.

4.13.2. Патинирование

После того как полировка изделия окончена, можно придать изделию разнообразные цветовые оттенки обработкой различными химическими веществами. В результате их взаимодействия с металлом возникают новые соединения, которые образуют на поверхности несмываемый налет. Патинированием называется обработка металлов соединениями серы или хлора. При этом поверхность металла приобретает черный или сероватый цвет.

При работе с химическими веществами необходимо соблюдать требования техники безопасности. Многие смеси легковоспламенимы и опасны для жизни, поэтому хранить их нужно вдали от источников огня в герметично закрывающейся стеклянной посуде.

Патинирование с использованием серной печени.

Чтобы получить этот состав, берут серу и поташ в отношении 1:2. их тщательно перемешивают и нагревают на медленном огне в течение 20–25 минут, периодически помешивая металлической лопаточкой.

Потом добавляют воду и продолжают нагревание до полного растворения. В результате жидкость окрашивается в черный цвет.

Если изделие небольших размеров, то его погружают в раствор целиком, когда оно не помещается в ванночку можно использовать кисть с мягким ворсом. Через некоторое время на его поверхности образуется налет черного цвета, который не смывается водой и не взаимодействует с кислотами.

Для образования более ровного и густого налета перед патинированием металлическую пластину нагревают на закрытом огне. По окончании процесса изделие промывают под струей воды и высушивают.

Можно легко придать изделию вид старинного произведения искусства, протерев выступающие места чеканки смесью порошка пемзы и машинного масла. В этих местах металл приобретает исходный цвет, основной фон становится матово-серым, а там, где рельеф особенно глубокий, – останется черным.

Вместо пемзы можно использовать любое чистящее средство для металлической посуды.

Наиболее эффектно смотрится обработанное таким способом серебро, но его часто применяют для декоративной отделки меди.

Патинирование с использованием сернистого аммония.

Раствор готовится следующим образом: 1 чайную ложку порошка сернистого аммония растворяют в 1 л воды и тщательно перемешивают. После обработки этим составом изделие покрывается черным налетом сульфида меди.

Если перед патинированием пластину прогреть, то цвет получится более насыщенным. Чем выше будет температура нагрева, тем более ярким получится цвет. Так можно получить всю гамму оттенков от коричневого до черного.

Естественный цвет изделию можно вернуть, опустив его в смесь 10 %-ного раствора азотной и серной кислоты. Держите его там до тех пор, пока не получится нужный цвет или сульфид меди не сойдет полностью.

Если у вас в запасе только концентрированные кислоты, то для приготовления раствора заранее рассчитайте необходимую массу кислоты и постепенно добавляйте ее в воду. Не смешивайте кислоты до того, как разбавите их водой. При взаимодействии азотной и серной кислот выделяется большое количество теплоты, поэтому смешивать их нужно в специальной посуде для химических реактивов. Работать с этими кислотами следует с соблюдением всех требований техники безопасности.

Пары сернистого аммония вредны для здоровья, работать с ним нужно на свежем воздухе, или под вытяжным отверстием.

При неосторожном обращении с кислотами можно получить сильные ожоги. Если они все-таки попали на открытые участки кожи, промойте их под струей холодной воды и обработайте 3 %-ным раствором пищевой соды. Пострадавшего сразу отвезите в больницу.

Нельзя доверять работу с кислотами детям и подросткам. Если чеканку ребенок вполне может выполнить самостоятельно, то до процесса **химической обработки его допускать не следует.**

Хранить сернистый аммоний нужно в герметичной стеклянной посуде в темном прохладном месте. Кислоты нельзя держать вместе с щелочами и горючими материалами.

Патинирование латуни с использованием триосульфата натрия и азотной кислоты.

Для того чтобы окрасить изделие из латуни в темный с красивыми оттенками цвет, возьмите 1 чайную ложку триосульфата натрия и разведите его двумя стаканами теплой воды. Раствор перемешайте до однородного состояния и добавьте в него 1–1,5 чайные ложки концентрированной азотной кислоты. В результате образуется мутная смесь желтого цвета с резким неприятным запахом серы.

Опустите чеканку в раствор на 10–15 минут. С увеличением времени изделие будет окрашиваться в серый, зеленый, синий или фиолетовый цвет. Патинирование можно ускорить, прогрев его перед погружением в раствор в горячей воде.

После истечения срока аккуратно выньте чеканку из раствора при помощи пинцета и тщательно промойте водой. Натрите изделие просеянным речным песком, а затем вторично погрузите в химический раствор, чтобы патина окончательно закрепилась.

Обработанную пластину еще раз промойте водой, после чего насухо вытрите и протрите порошком пемзы с помощью мягкой губки. Высушенному изделию можно придать дополнительный блеск, протерев его тампоном, смоченным машинным или растительным маслом.

Патинирование алюминия с использованием соляной кислоты.

Для приготовления раствора смешивают 1 л концентрированной соляной кислоты и 150–200 г электролита кислой медной ванны.

Погрузите изделие в раствор на 5–7 минут или нанесите его на поверхность с помощью кисточки или губки. Чеканка покроется черным налетом, густоту которого можно регулировать, увеличив или уменьшив на несколько минут время нахождения изделия в растворе.

После обработки промойте изделие под струей холодной воды и высушите. Чеканку можно очистить от небольших шероховатостей смесью порошка пемзы с маслом. В заключение требуется дополнительная шлифовка.

4.13.3. Оксидирование

Этот способ обработки поверхности дает возможность получать различные цвета. Для оксидирования чаще всего используется концентрированная азотная кислота.

Это старый, проверенный долголетней практикой способ – обработка крепкой азотной кислотой. Он требует известного навыка и большой осторожности при обращении с кислотой. Особенно вредны образующиеся при обработке ядовитые газообразные выделения, поэтому работу нужно вести на открытом воздухе или в вытяжном шкафу.

При работе с ней необходимо соблюдать требования техники безопасности, работать в химических резиновых перчатках.

Оксидирование медной и латунной пластины.

Процесс заключается в следующем: перед началом обработки приготовьте тампон из ваты или кусочка губки. Держать его нужно не руками, а пинцетом или закрепив на конце палочки. Обмакните тампон в концентрированную азотную кислоту или разведенную водой и начинайте осторожно обрабатывать поверхность чеканки. Сразу начинается бурная реакция с выделением газа.

Поверхность сначала зеленеет, а потом постепенно чернеет. Реакция вскоре ослабевает и, наконец, прекращается. Тогда изделие нагревают, процесс вновь активизируется. Нагревание продолжают до полного испарения кислоты. Затем изделие охлаждают и тщательно промывают в горячей (лучше проточной) воде. В зависимости от концентрации кислоты, продолжительности обработки и степени нагрева можно получить самые различные тона – от оливково-зеленых через коричневые и серые до черных. Отделка получается очень прочная, ее можно шлифовать и полировать.

Чтобы выделить выступающие части рисунка, его сначала протирают кусочком мягкой ткани, смоченной в бензине или в любом растворителе, а затем на выбранные места наносят абразивный порошок. После окончания обработки изделие повторно шлифуют. По окончании обработки чеканку необходимо промыть и просушить. Таким же образом оксидируют изделия из бронзы.

Оксидирование алюминия.

Оно хорошо защищает чеканку от коррозии. Обработка производится без использования кислоты и позволяет получить богатую гамму оттенков.

Перед началом оксидирования поверхность смачивают ацетоном, чтобы удалить жирные пятна и грязь, после чего изделие просушивается и обрабатывается бензином или другими растворителями. Затем производится нагревание с помощью паяльной лампы, включенной на среднюю мощность, при этом поверхность начинает быстро темнеть. Пламя должно равномерно прогревать всю поверхность. Помните, что температура плавления алюминия по сравнению с другими металлами низкая, поэтому горелку лучше держать на некотором расстоянии от изделия.

Насыщенность цвета и его оттенки зависят от количества нанесенного на поверхность растворителя. Меньшего требуется для получения синего цвета, большего для черного. С помощью растворителя можно дополнительно затемнить некоторые детали чеканки. Для обработки мелких деталей используется тонкая кисточка или пипетка. Убрать нагар и вернуть его естественный цвет можно с помощью порошка пемзы. Его смешивают с маслом и наносят на небольшой кусочек губки, которым протирают выбранные места.

4.13.4. Декоративная окраска

Окрашивать чеканные изделия можно разными способами. Наиболее распространенным из них является обработка металла с помощью химических соединений. В результате реакций на поверхности образуется тонкий слой нового вещества, имеющего другой цвет.

Меняя состав окрашивающего вещества, и внося в него небольшие добавления, можно получить богатую гамму оттенков.

Перед началом обработки изделие необходимо очистить от грязи, окиси и пр. Первая чистка – ручная – проводится мягкой тряпочкой с порошком пемзы или извести. Затем его поверхность протирают растворителем или кипятят чеканку в слабом растворе едкого натра, чтобы удалить жировые пятна. После этого можно приступать к промывке и просушиванию.

Чтобы окрашивание было равномерным, изделие непосредственно перед началом окрашивания опускают в раствор, состоящий из равных частей денатурированного спирта и воды. Части чеканки, не нуждающиеся в окрашивании, покрывают асфальтовым лаком, который впоследствии можно легко удалить скипидаром.

Во время всех операций с химическими реактивами необходимо соблюдать меры безопасности. Погружаемые или прошедшие обработку изделия следует брать пинцетом, руки защитить резиновыми перчатками.

Окраска меди.

Следующим способом можно окрасить медь в различные цвета от *оранжевого до темно-красного.* Приготовляют два раствора: 150 г серновато-кислого натрия на 1 л воды и 10 г яри медянки, 25 г медного купороса на такое же количество воды. Их смешивают в равных пропорциях и нагревают примерно до 80 °С.

Изделие погружают на короткие промежутки времени в раствор, так как насыщенность цвета меняется довольно быстро. Нужного оттенка можно добиться продолжительностью выдержки. Окрашенная тем же образом латунь будет иметь сходный спектр, более смещенный в сторону желтого цвета.

В *коричневый* цвет медь окрашивают кипячением в растворе медного купороса. Через десять минут металл приобретает матовый сероватый оттенок, который легко счищается, если протереть остывшую чеканку подогретым льняным маслом. После этого изделие приобретает насыщенный коричневый цвет.

Яркость окраски можно регулировать концентрацией медного купороса. Норма – 150 г на литр.

Для получения *коричневых тонов, от светлого до темного,* применяют раствор сернистого аммония. На литр воды берут 20–25 граммов сернистого аммония. Изделие нагревают и горячим погружают в раствор или, если изделие крупное, наносят раствор кистью. Интенсивность тона зависит от температуры нагрева изделия: чем она выше, тем темнее коричневый тон покрытия.

Чтобы придать чеканке *желтую* окраску поступают так: сначала погружают ее на несколько минут в 10 %-ный раствор соляной кислоты с добавлением 1–2 г поваренной соли. Затем готовят смесь из 200 мл 20 %-ной азотной кислоты, в которую постепенно вливают 100 мл концентрированной серной кислоты. Так как реакция сопровождается выделением большого количества теплоты, надо соблюдать осторожность.

Просушенное изделие на короткое время погружают в этот раствор, затем сразу промывают под проточной водой. От пережигания могут образовываться пятна, которые удаляют, погрузив чеканку в слабый раствор хлористого цинка.

Серый и черный цвет можно получить, используя хлористую сурьму (сурмяное масло). Ее наносят на металл и растирают жесткой щетинной щеткой. Добившись необходимого цвета, изделие промывают и

просушивают. В зависимости от времени обработки (и от концентрации раствора) получают различные оттенки, начиная от светлых стальных, серовато-фиолетовых и кончая совсем черными. Эта отделка очень прочная, применима и для латуни.

Окраска латуни и бронзы.

Изделия из медных сплавов легко окрасить в *темно-коричневый* цвет. Готовится смесь из 4 мл нашатырного спирта, 5 г щавелекислого калия и 200 мл уксусной эссенции. Ею необходимо покрывать чеканку несколько раз, давая возможность полностью высохнуть, пока она не приобретет нужный цвет.

Образующийся при такой обработке металлический глянец скоро сходит, и изделие приобретает ровную коричневую окраску.

В тот же цвет можно покрасить и с помощью раствора 5–10 г яри медянки, 10 мг нашатырного спирта, разведенных в 1 л воды.

Изделие погружают в него несколько раз, после чего оно приобретает оливково-зеленый цвет.

Для дальнейшей обработки в раствор добавляют еще литр воды. Чеканку опускают в ванну на несколько минут (интервал зависит желаемой степени окраски), затем просушивают над огнем. Операцию повторяют несколько раз до тех пор, пока металл не приобретет нужного цвета.

В *фиолетовый* цвет чеканные изделия из медных сплавов окрашивают следующим образом, нагревают их до 70–80 °С и протирают кусочком войлока или ваты, пропитанных в сурьмяном масле.

В *зеленый* – чеканки приобретают после обработки поверхности слабым раствором азотнокислой меди с поваренной солью. После того как изделие просохнет, его протирают раствором 5 г щавелекислого калия и 10 мл нашатырного спирта в 100 мл разбавленной уксусной эссенции.

В такой последовательности окрашивание следует проводить до тех пор, пока цвет поверхности не станет темно-зеленым. Для ускорения реакции чеканку прогревают на огне до температуры 50–60 °С.

Есть и другой способ: готовое к окраске изделие обрабатывают тампоном, пропитанным олеиновой кислотой. На поверхности образуется слой окиси меди, имеющий темно-коричневый цвет. По прошествии некоторого времени он начинает блекнуть и в конце концов становится светло-зеленым с желтоватым отливом. Для закрепления окраски операцию повторяют несколько раз.

Все оттенки **желтого** цвета можно получить обработкой чеканки в нейтральном растворе уксуснокислой меди (яри медянки).

Кроме перечисленных можно применить следующий состав: 20 г едкого натра и такое же количество молочного сахара тщательно перемешивают в 1 л воды и подвергают продолжительному кипячению. К смеси постепенно добавляют 20 мл концентрированного раствора медного купороса.

Раствору дают остыть и на короткий срок кладут в него обрабатываемые изделия, после чего они приобретают золотистый оттенок. Этот способ часто используется для окраски под золото.

Более насыщенный цвет *с красноватым отливом* получается если протереть поверхность кашицей из 4 частей порошкового мела и 1 части сусального золота, которые разжижают дистиллированной водой.

Иногда употребляется состав, содержащий 15 г сернокислого аммония, 10 мл раствора хлористой сурьмы и 30 мл воды. Его необходимо прокипятить и несколько раз профильтровать, осадок размешать в 2–3 л горячей воды. Для лучшего растворения добавить едкий натр.

Изделие погружают в ванну и держат до тех пор, пока оно не приобретет желаемого цвета.

В *серебряный* цвет чеканку можно окрасить раствором 40 г винного камня и 14 г рвотного камня в 1 л горячей воды. Затем добавляют другой раствор из 50 г соляной кислоты, 125 г порошка олова и 30 г сурьмы. Состав нагревают и кипятят в нем изделие до тех пор, пока оно не покроется ровным налетом.

Другой способ окраски – механический – требует специального оборудования и навыков. Так как обычно используются порошковые краски или мелкая металлическая пыль различных цветов, для работы потребуется пульверизатор, растворители и связывающие вещества, которые оставляют на поверхности изделия тонкий слой защитной пленки.

Если всего этого нет, то порошки просто вколачивают в металл киянкой или при помощи плоского чекана. Этот процесс лучше повторять несколько раз, в промежутках промывая чеканку под струей проточной воды.

Впоследствии требуется обработка поверхности лаком. Он бывает как цветным, так и прозрачным, выбор зависит от желания мастера. Необходимо помнить, что лаки покрываются трещинами и мутнеют от плохих условий хранения. При помощи специального оборудования частицы металла наносятся на изделие под давлением. Но оно является очень дорогостоящим и не всегда доступно мастеру, собирающемуся работать в домашних условиях или в мастерских университета, колледжа и СПТУ.

Очень эффектно выглядит *серебрёное* изделие. Для серебрения из отходов, содержащих серебро (фотоматериалы), или из обломков серебряных изделий приготовляют раствор азотнокислого серебра (ляписа и разбавляют его водой в 10 раз.

Примечание. Эту операцию необходимо проводить только на открытом воздухе, так как выделяющиеся при реакции бурые пары окиси азота очень ядовиты). Затем крепким раствором поваренной соли, который постепенно приливают, переводят азотнокислое серебро в хлористое. Хлористое серебро выпадает в виде хлопьев в осадок, его хорошо промывают в воде, добавляют мел в порошке, слегка подкисляют серной кислотой и разбавляют водой до густоты жидкой сметаны. Массу наносят на чистую поверхность изделия и натирают его жесткой щетинной щеткой. На поверхности быстро образуется тонкое, но прочное серебряное покрытие, его промывают и высушивают.

Серебрёное покрытие при желании можно, в свою очередь, тонировать под «старое серебро». Для этого применяют серную печень. Готовят ее следующим образом: смесь одной части серы (в порошке) и двух частей поташа подогревают 20–25 минут при постоянном помешивании до полного сплавления и образования густой массы серовато-коричневого цвета с запахом сероводорода. Делать это лучше всего в железной посуде (например, в консервной банке), мешать железным прутком, а подогревать на электроплитке, так как на открытом огне сера легко загорается. Готовую массу выливают на чугунную или керамическую поверхность. Остывшую и затвердевшую серную печень разбивают на куски и хранят в стеклянной банке с притертой пробкой, иначе она поглощает влагу из воздуха и теряет свойства.

По мере надобности из серной печени готовят раствор из расчета 10–20 граммов на литр воды. Окраска идет легко даже при комнатной температуре, но процесс ускорится, если изделие подогреть и погрузить в раствор горячим. В зависимости от концентрации и температуры получаются различные оттенки – от светло– и темно-коричневых, до серых и черных с синеватым оттенком. Более суток раствор хранить нельзя; он теряет свои свойства. Лучшие результаты дают свежие, только что приготовленные растворы.

Для получения различных оттенков на латуни – оранжевого, малинового, фиолетового и синего – применяют смесь следующих растворов: готовят раствор серноватистокислого натрия (гипосульфит натрия) 130 граммов на 1 литр воды, в отдельном другом литре горячей воды растворяют 35 граммов кристаллического свинцового сахара (азотнокислого свинца), оба раствора сливают вместе.

Протравленные в азотной кислоте и промытые в воде изделия погружают в нагретый до 80 °С раствор. Цвета быстро сменяют друг друга: сначала желтый, потом оранжевый, красный, малиновый, фиолетовый, синий. Синий постепенно тускнеет, переходит в серый, и процесс заканчивается. Как только появляется желаемый цвет, изделие быстро вынимают из раствора, промывают, просушивают и покрывают бесцветным лаком, так как прочность пленки невелика.

Интересная окраска с радужными переходами получается, если изделие извлекать из раствора постепенно. На верхней части, оказавшейся в воздухе, останется, например, желтая окраска, в середине переход к оранжевой, далее к красной, фиолетовой, и, наконец, нижняя часть, которая дольше всего будет находиться в растворе, приобретает синий цвет. Смесь растворов быстро теряет свои красящие свойства, поэтому ее нельзя хранить и каждый раз следует употреблять свежую.

4.13.5 Отделка железных сплавов

Черный декапир, кровельная сталь. После тщательной очистки чеканку покрывают натуральной олифой (или каким-либо растительным маслом, например «Олейна») и нагревают до 300–400 °С. Равномерный нагрев можно получить в муфельной печи, что позволяет добиться и наиболее равномерной тонировки. На поверхности изделия образуется прочная красивая пленка черно-коричневого цвета (иногда синеватая) различных оттенков.

Светло– и темно-серые тона получают при обработке слабыми растворами азотной кислоты. Раствор готовят не крепче 1:10 (одна часть азотной кислоты на 10 частей воды). Более концентрированные растворы использовать не следует, так как они травят само изделие; вначале поверхность приобретает матово-зернистое строение, а при продолжительной обработке разъедается и разрушается.

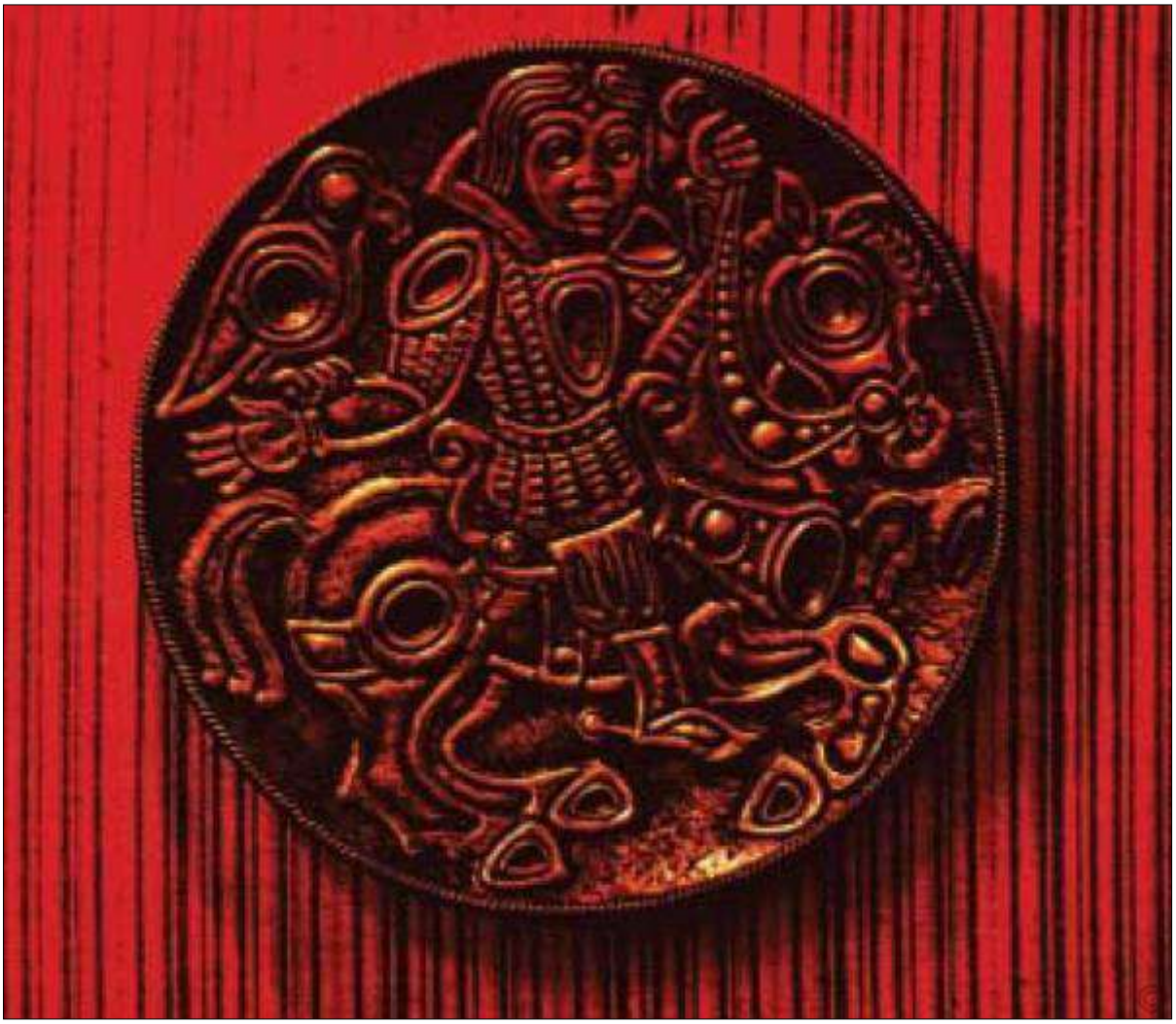
Различные оттенки с радужными переходами от охристо-золотистого, красновато-коричневого можно получить за счет образования «цветов побежалости». Для этого хорошо очищенное изделие постепенно и равномерно нагревают. Начиная с 220 °С на нем образуется тонкая цветная пленка окислов металла. С повышением температуры окисная пленка утолщается, и цвет изделия изменяется.

Для отделки больших изделий в синий и синевато-черный тона применяют раствор следующего состава: каустической соды (едкий натр) 700 граммов, нитрита натрия (натриевая селитра) 200 граммов на 1 литр воды. Подготовленное изделие погружают в кипящий раствор (135–145 °С). В течение всего процесса раствор должен кипеть.

Следующий способ. Рельеф станет более выразительным и зримым, если окрасить чеканку в глубокий темно-синий цвет в водном растворе гипосульфита и уксуснокислого свинца. На один литр воды нужно взять 150 г гипосульфита и 40–50 г уксуснокислого свинца. Погруженная в раствор сталь окрашивается довольно медленно. Но если раствор нагреть до кипения, окрашивание ускорится. После промывки под струей проточной воды и просушки протрите металл маслом.

Кстати в этом же растворе можно получить серебристо-голубой цвет на поверхности латуни.

Воронение – это один из самых надежных способов защиты стали и ее сплавов от ржавчины. Подвергая металл воронению из чисто практической необходимости, мастера постепенно открывали для себя красоту чеканки по железу с отделкой воронением (рис. 4.47).



В художественном оружии воронение стало одним из средств решения декоративных задач. Так, вороненый фон на старинных кубачинских изделиях подчеркивал и делал более выразительными элементы орнаментальной насечки золотом и серебром.

Из множества известных рецептов воронения стали предлагаем вам наиболее простые, но дающие красивые и прочные покрытия. В литре воды последовательно разведите 15 г хлористого железа, 30 г железного купороса и 10 г азотнокислой меди. Когда вы опустите в раствор изделие, на металле появится бурый налет. Снимите его щеткой и снова опустите изделие в раствор. Через некоторое время на металле снова появится бурый налет, который тоже надо удалить. Если процесс идет правильно, то коричневый цвет на поверхности стали станет гуще. Чтобы получить насыщенный черно-коричневый цвет, почти черный цвет, этот процесс нужно повторить несколько раз. После промывки и просушки сталь протрите маслом.

Чаще всего под воронением понимают получение на стали черного цвета с легким синеватым отливом, как вороново крыло. Чтобы получить такой цвет, разведите в литре воды 100 г двухромовокислого калия, в быту больше известного как хромпик. Опустив изделие в раствор, подержите его там 20 минут. Вынув из раствора, высушите при высокой температуре, например, над электроплиткой или над раскаленными углями. Металл приобретает серо-бурый цвет. Эту же операцию проделайте несколько раз, пока не будет достигнут глубокий черный цвет с синеватым отливом. Металл необходимо протереть маслом.

Воронение в натриевой селитре. Полированные стальные изделия воронят погружением в расплавленную натриевую селитру при температуре 310–350°. В течение 3–5 минут на поверхности детали образуется тонкая, но очень прочная пленка красивого синеватого цвета.

Кроме химического, есть другой простой способ декорирования стали – **термический.** (Кстати, этим же способом можно получить различные цвета на меди и латуни). Если нагревать металл в муфельной печи или газовой горелкой, на нем быстро начнут последовательно сменяться цвета побежалости – от соломенно-желтого до сине-черного. Металл прекращают нагревать в тот момент, когда на нем будет получен нужный цвет.

Предположим, что с помощью газовой горелки нужно добиться появления определенных цветов побежалости на чеканной работе. Чеканку кладут на кирпичи и направляют на нее пламя газовой горелки. Перемещая его по своему усмотрению, добиваются различной окраски отдельных участков, плавных переходов одного цвета в другой.

Добиваясь определенной цветовой гаммы, металл протирают восковой мастикой, которую готовят следующим образом. Расплавленный на водной бане воск или парафин смешивают со скипидаром или парафином (на 2 части воска 1 часть скипидара). Остывшую мастику наносят на металл тряпичным тампоном и после высыхания натирают войлоком до появления мягкого блеска.

Каждый цвет побежалости возникает на поверхности металла только при определенной температуре. Светло-желтый (соломенный) цвет появляется на поверхности металла при температуре 220 °С, желтый – 230 °С, темно-желтый – 240 °С, коричневый – 255 °С, коричнево-красный – 265 °С, фиолетовый – 285 °С, темно-синий – 300 °С, светло-синий – 325 °С, серый – 330 °С. По цвету побежалости можно приближенно определить температуру нагрева металлического изделия. Обычно этот прием применяется при отпуске закаленной стали (см. выше).

Оксидирование чеканки из железа или стали.

(Рецепты взяты из статьи Г. Шульпина. Коррозия, или попросту ржавчина // «Наука и жизнь», № 9, 1980).

Для этого в стакане воды растворите примерно 150 граммов едкого натра (осторожно – это весьма агрессивное вещество), 10 граммов азотнокислого натрия и 40 граммов азотнокислого натрия. Раствор нагрейте до кипения в металлической кастрюле (будьте очень осторожны!) и примерно на полчаса опустите в него очищенный железный предмет. После промывки водой железо приобретет сине-черный цвет.

Чтобы получить красно-коричневый цвет, растворите в стакане воды около 5 граммов хлорного железа и нанесите этот раствор дважды с промежутком в несколько часов на железный предмет. Образующийся налет протрите железной щеткой и еще раз нанесите раствор.

Черно-коричневый цвет можно получить так. Нагрейте железный предмет в кипящей воде и опустите ненадолго в раствор бихромата калия в воде (20 грамм соли на стакан воды), высушите предмет на воздухе и подержите 1–2 минуты над газовой горелкой. Повторяя эту процедуру несколько раз, вы получите коричнево-черную или чисто черную окраску.

Можно наносить на легко окисляющиеся металлы не окисные пленки, а слои других, труднее корродирующих металлов. Широко распространены покрытия из никеля, хрома, олова; с точки зрения химика, ту же роль выполняют серебряное и золотое покрытия. Покрывать металлы можно и неметаллическими составами – красками, лаками, смолами, цементами. Часто поверхность железа фосфатируют, то есть покрывают слоем не растворимого в воде фосфата железа.

Есть и такой остроумный способ защиты от коррозии. Вспомните: электрохимическая коррозия железа сопровождается переносом электронов от железа, в результате чего железо растворяется, в раствор переходят ионы Fe^{2+}. Если подключить к этой системе еще один металл, более активный, чем железо, например, цинк, то электроны будут поставлять именно цинк, и именно он будет растворяться, сохраняя железо. Вот почему оцинкованное железо трудно поддается коррозии.

4.13.6. Отделка алюминия

Этот металл обладает множеством достоинств, благодаря которым его охотно применяют мастера декоративного искусства. Он легок, мягок, пластичен, имеет красивый серебристый цвет. Но алюминий с трудом поддается химической обработке. Существующие ныне химические способы его декорирования требуют сложного оборудования. Поэтому в художественной практике наиболее часто применяют подкраску, копчение и прокаливание.

Наиболее простой способ – окраска масляными красками. Куском ткани нанесите масляную краску тонким слоем на металл, следя за тем, чтобы были полностью обработаны все участки. Затем протрите изделие сухой тряпкой. В выпуклых местах рельефа краска снимается больше, чем в углублениях, создавая иллюзию более высокого рельефа. Преимущество этого способа заключается в том, что он совершенно безопасен, к тому же можно составить любой цвет «патины», смешивая краски на палитре. Надо заметить, что удачно окрашивать таким способом можно только алюминий. Вместо масляной краски можно взять черную тушь, графитный порошок, черный битумный лак.

Чтобы окрасить алюминий в черный или серый цвет, протрите рельеф тонким слоем натуральной олифы или каким-нибудь растительным маслом. Поместите металл лицом вниз над коптящим пламенем. Небольшие вещи коптите над свечой, а более крупные – над пучком свечей или над горящей берестой, помещенной в жестяной банке. Особо крупные изделия удобно коптить дымом факела, смоченного керосином. Мельчайшие частицы копоти въедаются в олифу, прочно сцепляясь с поверхностью металла.

Чтобы удобно было следить за тем, как ложится на металл копоть, изделие должно находиться выше уровня глаз. Можно закоптить металл равномерно, но можно добиться интересного декоративного эффекта: уменьшая или увеличивая слой копоти, приближая, или удаляя изделие от коптящего пламени. После нанесения копоти поместите изделие над углями или в муфельную печь. Следите, чтобы пленка хорошо прокалилась, но не перегорела. Исчезновение блеска на каком-нибудь участке изделия – это сигнал, говорящий о начале перегорания пленки. Во время копчения не забывайте соблюдать правила *пожарной безопасности.*

Различные оттенки от золотисто-желтого до темно-коричневого и даже черного можно получить, прокаливая алюминиевое изделие, покрытое слоем олифы или растительного масла. Протрите маслом изделие и поместите над огнем или над раскаленными углями. Пламя не должно касаться поверхности изделия. Может случиться, что выделяемые маслом летучие вещества вдруг загорятся. Сгорают они довольно быстро и не приносят вреда декоративной пленке. Чтобы получить однородную окраску, изделие равномерно вращайте над огнем. Когда поверхность металла приобретет нужный цвет, дайте изделию постепенно остыть. Пленка на металле получается блестящей, прочной, хорошо предохраняющий металл от окисления.

Алюминий, покрытый слоем растительного масла, после прокаливания приобретает золотисто-коричневый цвет или оливковый, а натуральной олифой – красно-коричневый и черный.

Наиболее простой и эффективный прием отделки чеканки из алюминия – это обработка копотью и керосином. Такая отделка превосходно выявляет все детали рельефа, и изделие приобретает законченный вид с темными углублениями и светлыми выступающими частями. Процесс тонировки сводится к следующему: изделие держат лицом вниз над коптящим пламенем керосиновой горелки или еще лучше горящей бересты, а затем протирают тампоном, смоченным в керосине. Стирая копоть с выступающих частей рельефа и сохраняя ее в углублениях, можно получить темные, то более светлые места.

Эти способы можно также использовать при декорировании чугуна, стали и других металлов.

Отделка алюминия соляной кислотой. Хорошим способом темно-серой тонировки является обработка изделий соляной кислотой с небольшим добавлением раствора медного купороса и серной кислоты (3–5 %). Процесс протекает быстро, изделие нагревается, а раствор теряет активность и требует периодического обновления. Следует заметить, что качество и цвет покрытия, скорость реакции сильно варьируют в зависимости от марки алюминия, то есть от содержания в нем примесей. Чем больше примесей, тем процесс идет лучше. Например, вторичные сплавы алюминия отделываются этим способом очень хорошо и быстро, а чистый алюминий приобретает более светлые оттенки, и процесс идет труднее.

4.13.7. Отделка цинка

Этот металл чаще всего используется художниками для литья миниатюрной скульптуры, рельефов, но применяют и в чеканке. Окраска зрительно усиливает рельефность отливок, придает цинку вид старого серебра.

Серый и темно-серый цвета на поверхности цинка получают с помощью химических составов, в которые входят слабые растворы кислот. В стакане воды растворяют 1 чайную ложку лимонной кислоты и 1 чайную ложку медного купороса.

Вместо лимонной кислоты можно использовать уксус. Изделие выдерживают в растворе до появления окраски нужной тональности. Затем его промывают, сушат и протирают тряпкой, смоченной льняным маслом.

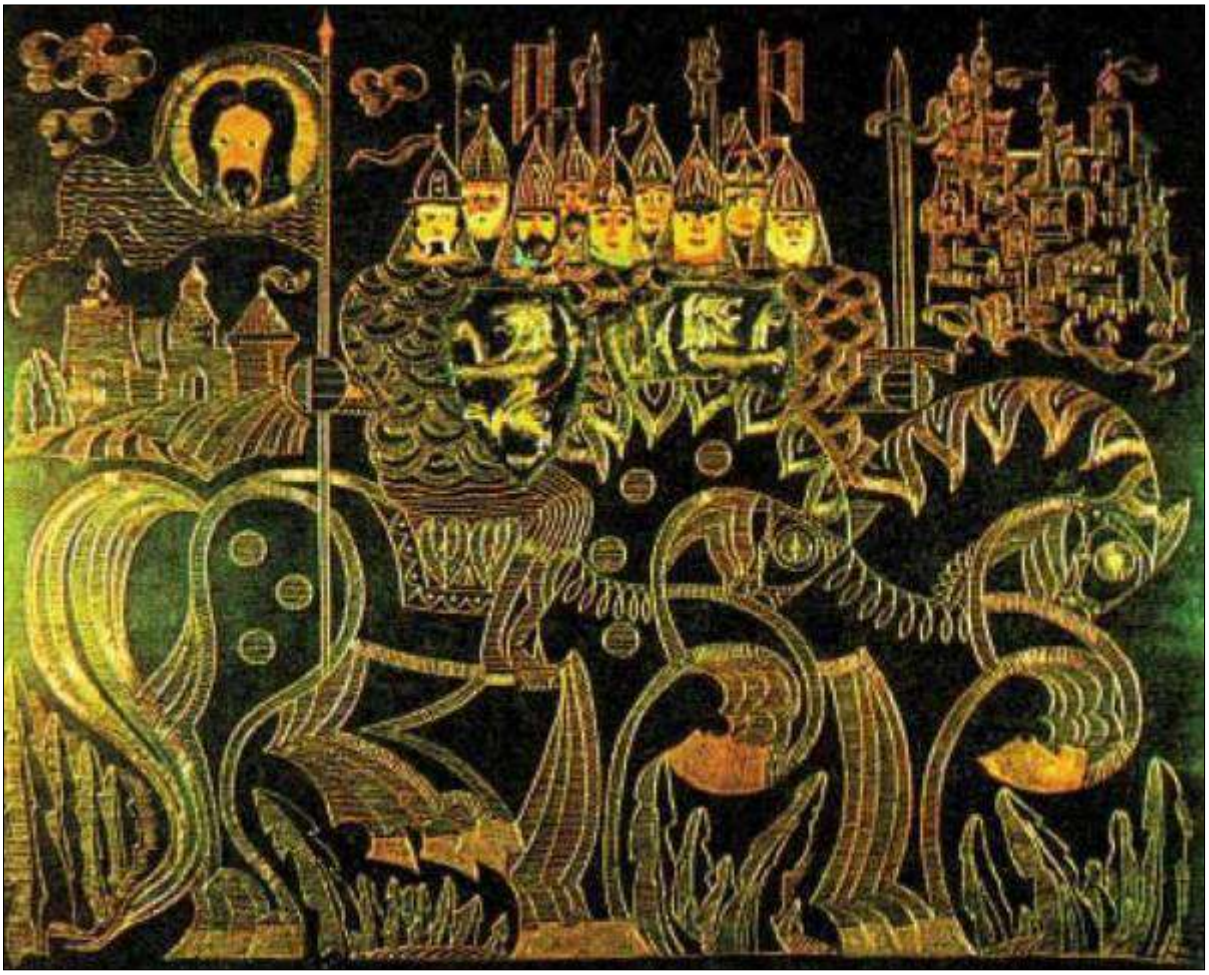
Черный цвет на поверхности цинка получают окрашиванием его в растворе, состоящем из 2 частей оксида меди, 2 – нитрата меди, 8 – соляной кислоты, разведенных в 60 частях воды.

4.13.8. Отделка олова и свинцовых сплавов

Мелкие отливки из олова и свинца, а также его сплавов (гарта и баббитов) после чеканки и гравировки, окрашивают в серый и темно-серый цвета уксусной или лимонной кислотой (см. главу «Басма» – баббиты). С помощью щетинистой кисти или тампона, укрепленного на деревянном стержне, поверхность металла смачивают до тех пор, пока не будет получена окраска нужного тона. Окрашенное изделие промывают проточной водой и сушат.

4.14. Эмалирование, таушировaние (инкрустация)

Эмалирование. Этому способу окрашивания подвергаются чаще всего небольшие художественные изделия или их отдельные участки. Например, чеканное изделие (рис. 4.48) художника А. С. Хворостова «Былины». Эмаль представляет собой стеклянный сплав, содержащий различные цветовые добавки. Ее температура плавления ниже, чем у обрабатываемого металла, что позволяет легко производить обжиг.



Эмаль наносят на поверхность холодной в виде размоченной в воде кашицы, разравнивают легкими ударами по чеканке, затем просушивают до полного испарения воды. Далее следует обжиг при температуре 600–800 °С. Изделие помещают на специальную подставку, которая не должна деформироваться под действием жара. После достижения температуры плавления эмаль растекается ровным слоем и становится похожа на стекло. Чеканку осторожно вынимают и дают ей остыть на открытом воздухе. Для того чтобы получить художественную композицию с применением эмали различных цветов, сначала наносят те, температура плавления которых ниже. Перегородки делают из металлической проволоки, которую в зависимости от замысла можно убрать или оставить.

Существует множество различных способов нанесения эмали и создания с ее помощью художественных произведений. В окрашивании чеканных изделий этот материал используется для создания контрастных композиций, усиливающих выразительность металла.

Таушировaние (инкрустация). Представляет собой процесс вколачивания в металл плоских проволок. Чаще всего таким образом подчеркивают границы рисунка. Предварительно по контуру делается углубление

либо с помощью острого резца, которым удаляется тонкая полоска материала, либо травлением, т. е. выжиганием бороздок концентрированной кислотой. Расходники для этого не подходят, потому что оставляют коническое углубление, из которого проволока выпадает. Последний способ более традиционный, дает хорошее качество таушировання, но после него необходима дополнительная обработка металла у границ или ретуширование.

Проволоку, подготовленную с помощью вальцов, вкладывают в прорезные канавки и расклепывают специальным молотком. При этом необходимо следить за шириной, она должна быть постоянной. Мелкие дефекты устраняют шлифованием и полированием.

4.15. Патинирование соком растений

По Г. Я Федотову нередко народные мастера декорировали изделия из металлов и их сплавов с помощью сока некоторых растений. Одно из таких – чистотел, или желтомолочник. Откуда взялось второе название – станет понятным после того, как из черешка оторванного листка выступит густой сок, напоминающий яичный желток. Растет чистотел в запущенных садах и парках, на мусорных кучах, у заборов и вдоль дорог, а также в редколесье и среди кустарников. В млечном соке чистотела содержится 4,3 % органических кислот: хелидоновая, яблочная, янтарная и лимонная. Благодаря наличию этих кислот сок растения в старину применяли для чернения и травления мелких ювелирных изделий из различных металлов. Летом нарвите листьев чистотела и попробуйте провести с его млечным соком небольшие эксперименты. Чтобы получить сок, траву мелко рубят и заворачивают в тряпку. Сок отжимают деревянной колотушкой в обливной посуде. Следует предупредить, что сок чистотела раздражает кожу, поэтому работать нужно в резиновых перчатках. Отжатый сок сливают в стеклянный пузырек. На изделие из металла сок чистотела наносят кистью. Тональность окраски будет зависеть от продолжительности обработки металла млечным соком. Можно попробовать окрасить изделия из меди, цинка и других металлов.

При декорировании любого металла имейте в виду, что не следует наносить слишком густой слой декоративно-защитной пленки. Всегда, прежде всего, должен ощущаться материал, его естественная красота и характерный блеск. Очень осторожно нужно применять яркие открытые цвета, которые могут внести пестроту в изделие, нарушить целостность его восприятия.

Обычно декоративная отделка чеканной посуды на этом заканчивается. А декоративные рельефы, выполненные на пластинах металла, еще нужно укрепить на основании. Выразительно смотрятся они на фоне древесины с ярко выраженной текстурой, предварительно обожженной, окрашенной морилкой.

4.16. Химическое окрашивание металлов

Старинные рецепты. (См. «Наука и жизнь», № 9, 1980).

Применяя из старинных журналов некоторые рецепты окрашивания металлов, предупреждаем сразу тех, кто пожелает воспользоваться при работе с такими едкими и ядовитыми веществами, как азотная и серная кислота, едкий натр, медный купорос, хлорная сурьма, необходимо **соблюдать предельную осторожность!**

Приводим современные названия веществ в приводимых рецептах; сурьмяное масло – треххлористая сурьма; серноватисто-натриевая соль – серноватистокислый натрий; свинцовый сахар – уксуснокислый свинец; углекислая окись меди (она же углемедная соль) – основной карбонат меди; молочный сахар – лактоза; уксусномедная соль (она же ярь-медянка) – основная уксуснокислая медь; винокаменно-медная соль – медное производное виннокаменной кислоты.

Придание железу каштаново-бурого цвета. Наливают 16 капель азотной кислоты в фарфоровый сосуд, нагревают последний, прибавляют 32 капли сурьмяного масла, затем 16 капель тонкого оливкового и кипятят до полного соединения масла с остальными веществами. Подогретые и предварительно очищенные железные предметы покрываются этой протравою, оставляются на 12 часов, обтираются щеткою, снова подогреваются, покрываются протравою и снова протравляются еще раз 12 часов. Такую операцию повторяют в третий раз, после чего обмакивают шерстяную тряпку в костяное масло и натирают предметы до получения ими желаемого блеска. («Иллюстрированный технический обзор», 1884, № 2).

Блестящая чернь на железе получается нанесением при помощи волосяной кисточки кипящего раствора серы и скипидара. По испарении последнего остается тонкий слой серы, который соединяется с металлом самым тесным образом при нагревании на газовой горелке. («Иллюстрированный технический обзор», 1884, № 20).

Чернение меди. Приготовляют насыщенный раствор сернокислой меди и прибавляют к нему столько нашатырного спирта, чтобы смесь приняла прекрасный яркий прозрачный синий цвет. Обрабатываемая вещь опускается в этот раствор на несколько минут, затем вынимается и слегка нагревается, пока не почернеет. Более прочное чернение получается, если медную вещь погрузить в насыщенный раствор насыщенной меди в азотной кислоте и затем слегка нагреть. Иначе: приготовляют насыщенный раствор сернокислой меди и прибавляют столько углекислой соды, чтобы образовался осадок углекислой меди. Жидкость с этого осадка сливают, самый осадок промывают и растворяют в нашатырном спирте. В остальном поступают, как и в первом рецепте чернения меди. Для чернения медная вещь может быть также опущена в раствор хлорного железа (одна часть по весу на одну часть воды). («Журнал новейших открытий и изобретений», 1899, № 10).

Окрашивание латуни в различные цвета. Бурый цвет получается погружением латунных предметов в раствор хлорного железа после предварительного протравливания в разведенной серной кислоте, очищения песком и водою и высушивание. Крепость раствора определяет оттенок. Фиолетовый достигается погружением в раствор хлорной сурьмы; шоколадно-бурый – обжиганием металла с влажною красною окисью железа и последующей полировкою небольшим количеством свинцового блеска. («Иллюстрированный технический обзор», 1884, № 10).

Окрашивание латуни в синий цвет. В одной чашке растворяют в полуведре дистиллированной воды 600 граммов серноватисто-натровой соли, а в другом немного большем таком же сосуде – 200 граммов свинцового сахара также в полуведре воды. Первый раствор смешивают со вторым и нагревают смесь до 94–96 °С. После этого кладут в нее чисто отполированные предметы и равномерно нагревают в песчаной бане в течение 4 минут. При достижении желаемого оттенка вынимают предметы и тщательно

прополаскивают водою. Другой способ, в особенности пригодный для тонких предметов, состоит в погружении в раствор 50 частей хлорного железа и 50 частей желтой кровяной соли, после чего предметы покрываются бесцветным лаком. («Иллюстрированный технический обзор», 1884, № 23).

Окрашивание латуни в черный цвет. Смешивают вместе 180 граммов углекислой окиси меди, 400 граммов нашатырного спирта и 400 граммов воды. В эту смесь погружают предварительно очищенные латунные предметы, почаще быстро вынимают их для наблюдения, затем ополаскивают водою и высушивают в опилках; такой процесс повторяют еще два раза. В заключение (изделие – Е.М.) слабо натирают небольшим количеством льняного масла. («Иллюстрированный технический обзор», 1882, № 23).

Латунным предметам можно придать золотисто-желтый цвет посредством жидкости, которая приготовляется кипячением в продолжение 15 минут 4 частей едкого натра и 4 частей молочного сахара со 100 частями воды и прибавлением 4 частей концентрированного раствора медного купороса при непрерывном размешивании. Полученную жидкость охлаждают и кладут в нее предварительно очищенные предметы, принимающие в следствии этого золотистый цвет. При более продолжительном лежании в таком растворе предметы принимают сначала голубоватый, а потом радужный цвет. («Иллюстрированный технический обзор», 1884, № 14).

Окрашивание цинковых поверхностей. Совершенно чистый и не содержащий свинца металл натирается песком и соляною кислотою, промывается, высушивается пропускною бумагою и затем погружается в раствор, состоящий из 3 частей винно-каменно-медной соли, 4 частей едкого натра 48 частей дистиллированной воды при температуре около 10 °С. Смотря по продолжительности погружения, окрашивание различно: так, например, в две минуты происходит фиолетовое, в три – темно-синее, в четыре с половиной – золотисто-желтое и в восемь с половиной – пурпуро-красное. По достижении желаемого оттенка хорошо промывают цинк водою и для лучшего сохранения покрывают лаком. («Иллюстрированный технический обзор», 1884, № 22).

4.17. Применение художественной чеканки

В настоящее время художественная чеканка применяется в областях серийной или массовой продукции, выполненной литьем. Иногда это может быть небольшая проработка – подчеканка рельефа, подчеркивание отдельных элементов расходкой, шабровка и т. п. Чеканка моделей под литье, которые могут выполняться из листа или предварительной лепкой, отливкой и путем чеканной проработки литья, как правило, требует незаурядного мастерства. Чеканка художественных уникальных изделий, начиная от ювелирных и кончая крупными монументальными произведениями, которые могут выполняться как техникой чеканки с листа, так и литьем или обронном с последующей чеканкой, также требует художественного вкуса и больших навыков.

Многие работы в чеканке представляют собой большие декоративные панно, предназначенные для убранства интерьера и экстерьера общественных зданий, они не только дополняют замысел архитектора, но и содержат глубокие идеи, значимые художественные образы. Графичность и скульптурность чеканных орнаментов придают особую торжественность украшаемому предмету, усиливают выразительность металла. Свет, играя на выступающие части рельефа, обогащает его цвет. Тени в глубине скульптурной формы подчеркивают пластику. Металл начинает «играть» в объемах сосуда, скульптуры или высокого рельефа. Чеканка ставит мастера в тесную связь с материалом. Как рисовальщик, он уточняет рисунок изображения. Как скульптор, он лепит объем. Чеканка является для многих любителей и профессионалов одним из избранных способов художественной обработки металла.

Помимо названного, чеканка нужна для изготовления моделей при гальваническом покрытии. Без чеканки не обойтись при изготовлении басменных досок (см. далее главу «Басма»), бронзовых и стальных штампов, прессформ.

Описанная выше технология чеканки на смоле позволяет получать наиболее совершенные декоративные композиции из листового металла. Но в то же время она сравнительно сложна и трудоемка, и ее можно доверить только студентам и учащимся ОПТУ, прошедшим первоначальный курс обучения применения простейших приемов при изготовлении простейших чеканных изделий. С учащимися и студентами на первых порах лучше заниматься упрощенными способами плоскорельефной чеканки. Небольшие предметы (кулоны, браслеты и т. д.) можно украсить чеканным орнаментом, используя в качестве основания торцевую поверхность древесины, свинцовую плиту или резиновую прокладку.

В некоторых училищах и других образовательных учреждениях декоративно-прикладного направления декоративные чеканные панно изготавливают серийно, забывая при этом, что они не должны быть подделкой сюжетной изобразительной картины, а выступать самостоятельным произведением декоративно-оформительского направления. Если, например, учащихся СПТУ познакомить с соответствующими требованиями, они смогут самостоятельно оформлять простые декоративные композиции.

Необходимо отметить, что изготовлением сувениров в СПТУ не стоит особо увлекаться. При разработке эскиза целесообразно консультироваться с учителем рисования и, по возможности, со специалистом по художественному конструированию или с педагогом-дизайнером.

Если всерьез заниматься чеканными работами и ставя перед собой различные художественные задачи, Вы сами будете находить наиболее рациональные способы и приемы выполнения чеканки, дающие наибольший художественный эффект. Выдавливание осуществляется постепенным движением давильника от центра к краям. Глубокие профили выдавливаются поэтапно, сменяя оправки от менее выпуклых к более выпуклым. При переходе к другой оправке заготовку желательно отжигать, освобождая от наклепа. Это повысит производительность давильного процесса. Чтобы уменьшить трение соприкасающихся заготовки и рабочего инструмента их можно предварительно натереть воском или 10 %-ным мыльным раствором.

Окончив выдавливание, сформованное изделие (или его деталь) обрабатывают гладильником и в завершение шлифуют и полируют. Шлифованию и полированию посвящен параграф чеканки.

4.18. Техника безопасности при производстве чеканных работ

Художественная обработка металла при умелом обращении с инструментами, приспособлениями и реактивами доставляет удовольствие, знание некоторых правил делает эту работу безопасной. В самом начале определите свое рабочее место. Это должен быть верстак с закрепленными тисками и отрегулированный по высоте. Обязательно хорошее освещение и наличие вытяжки. Нужен шкаф с инструментами и особо хорошо закрываемый шкаф с реактивами, который должен храниться в отдельном помещении (лаборантской или инструментальной, исключающий доступ учащихся). Причем сыпучие вещества (сухие) должны находиться на верхних полках, а жидкости – внизу, чтобы уменьшить возможный риск. Известно, что для патинирования и оксидирования чеканных рельефов применяются химические реактивы и надо уметь их хранить и ими пользоваться. Например, может появиться открытое пламя, если расположить рядом с азотной кислотой бензин или скипидар. Все емкости, где хранятся реактивы, должны быть подписаны, неизвестные реактивы уничтожаются. Кислоты могут быть очень опасны, если не знать, как с ними обращаться. Наиболее сильный ожог дает смесь соляной и азотной кислот («царская водка»).

Кислоты опасны и своими испарениями, особенно при нагревах, и хранить их лучше за пределами рабочего помещения (лаборантской). Эти испарения кислот не только затрудняют дыхание, но и вызывают коррозию стальных предметов и оборудования. Кислоты хранят в толстостенных сосудах, а смешивать необходимо в тонкостенных, т. к. при реакции выделяется большое количество теплоты, его выдерживает только химическая тонкостенная посуда.

Кислоту при необходимости вливают в воду, а не наоборот, используя при этом стеклянную палочку (на нее льют) с резиновым кольцом на конце, чтобы не разбить стеклянную посуду. По палочке кислота льется в воду без брызг.

Если кислота попала на кожу, это место промывают под струей холодной воды, затем накладывают марлевую повязку, пропитанную 25 %-ным раствором питьевой соды. Через 10 минут повязку снимают, подсушивают мягкой тканью и смазывают глицерином.

Если кислота разлилась на пол, ее сразу убирают, посыпают песком место разлива, выметают, обрабатывают (моют пол) раствором соды 10–15 %.

После патинирования использованные кислоты нейтрализуют содовым раствором и сливают в канализацию.

Свинец, применяемый в виде вязкой основы для вытягивания рельефа чеканки, вреден своими пылевыми частицами, которые попадают в основном через грязные руки. После работы со свинцом, который может накапливаться в организме и вызывать отравление, необходимо мыть руки 1 %-ным раствором уксусной кислоты.

Глава 5. Басма. Рельефная металлпластика

5.1. Общие сведения

Рельефная металлопластика и басма намного проще ручной чеканки, не требуют большого количества специальных приспособлений. Правда, басма по сравнению с металлопластикой не так выразительна, но это можно поправить, доведя басму до завершенного вида чеканными инструментами. Басменные узоры часто применяют для изготовления серии совершенно одинаковых мебельных ручек, значков, эмблем, багета, идущего на отделку карнизов и рам. С XII века применяли басму до начала XX века церковные мастера для изготовления окладов икон, книжных переплетов, сундуков, ларцов и т. д. (рис. 5.1).



Примерно в 80-х годах прошлого века басма снова стала востребованной.

Материал для басмы выбирают тот же, что и для чеканки. Единственное ограничение – толщина листов должна быть не более 0,3 мм.

В Древнюю Русь басма пришла из Средней Азии и в переводе с тюркских языков означает «тиснение, оттиск» и еще до нашествия монголов распространилась так широко, как ни в одной другой стране.

Ее техника отличается простотой и технологичностью приемов исполнения. Суть их заключалась в том, что тонкие металлические листы клали на отлитую заранее из бронзы матрицу с рельефным изображением. Сверху лист закрывали свинцовой пластинкой, по которой с силой ударяли молотком. Свинец заполнял углубления матрицы. Под его давлением мягкая фольга растягивалась и, ложась на поверхности рельефа, точно передавала все его особенности.

Уже в I тыс. и. э. славянские мастера использовали технику басмы для изготовления поясных бляшек, накладок, височных колец, и других украшений. Также, как и литье, басма давала возможность получать большое количество рельефных одинаковых изображений, то есть тиражировать изделия. Внешне басменный рельеф мало чем отличается от литого. Поскольку на его создание уходит меньше металла, он гораздо легче. Экономия металла, особенно золота и серебра – одна из основных причин, способствовавших широкому распространению техники басмы в Древней Руси. При раскопках древнего Новгорода в культурном слое XII века на усадьбе художника Олисея Петровича Гречихина был найден фрагмент ризы для большой иконы с басменным тиснением по мягкой бронзе. Сохранились иконы XIII–XIV веков из Суздаля, декорированные серебряными и золотыми орнаментами с тонкой проработкой деталей.

В фондах Казанского краеведческого музея хранится большое количество блях, изготовленных волжскими болгарами в XII–XIII веках. На территории Древней Руси во Владимирско-Суздальской земле были найдены матрицы для штамповки золотых и серебряных бляшек. Приходим к выводу, что штамповка басменных изделий – древняя технологическая операция. А первые штампованные изделия, по мнению археологов, относятся к VII–IV векам до н. э., когда скифы применяли штампы для изготовления декоративных бляшек из золота и серебра, а затем украшали ими свою одежду и сбрую коней.

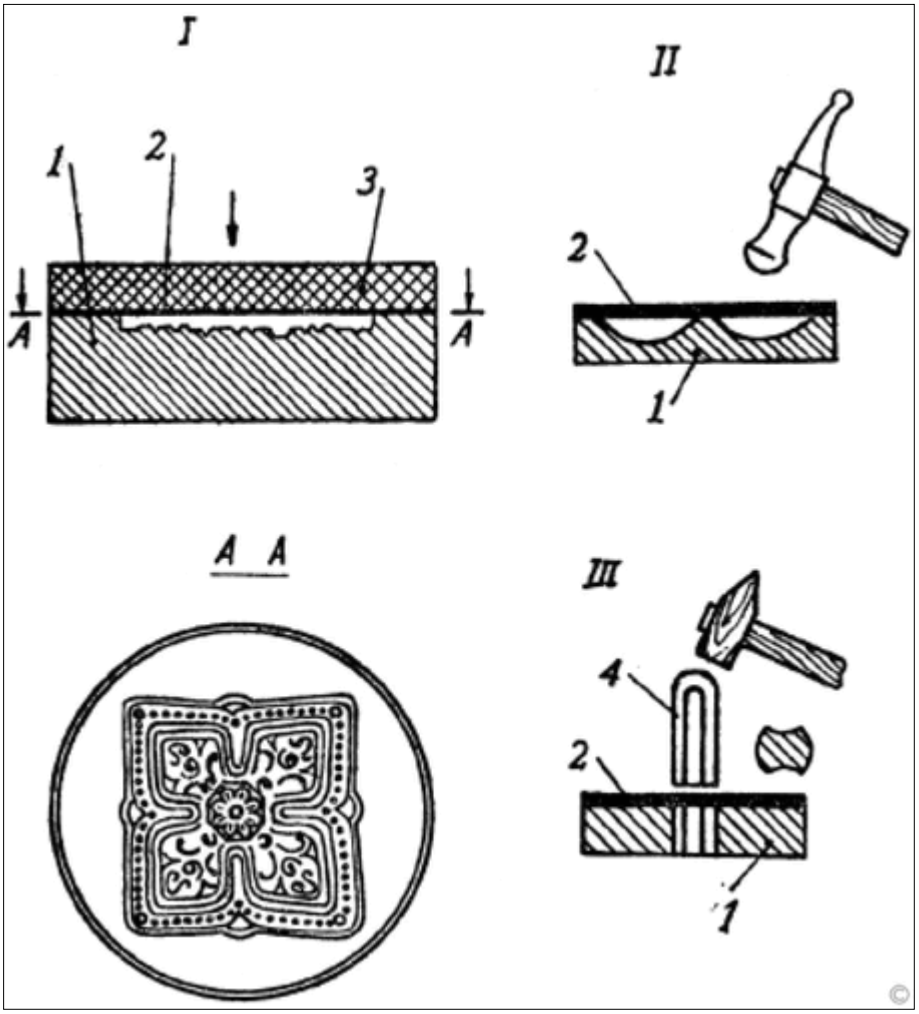
Большое количество золотых бляшек, изготовленных скифами способом штамповки, хранится в золотом фонде Государственного Эрмитажа.

Нередко древние мастера сочетали басму с чеканкой. При этом басменный рельеф был вспомогательным и служил как бы канвой, по которой выполнялась чеканка. Порой рельефы, выполненные в смешанной технике, трудно отличить от изначально чеканной работы. Мастера такой прием называли *басмой на чеканное дело.* В этой технике выполнены серебряные оклады икон Донской Богоматери и Одигитрии (конец XIV – начало XV века), хранящиеся в Загорском музее.

Одной из вершин русской басмы является оклад иконы Дмитрия Солунского, выполненный в 1586 году. На нем древний мастер изобразил сложные многофигурные композиции, объединив их в единое целое традиционным басменным орнаментом в виде извивающихся растительных побегов, в изгибах которых расположил причудливые цветы. Излюбленный традиционный орнамент служил декоративным своеобразным фоном, объединяющим клейма – многофигурные композиции, изображающие сцены христианской мифологии. В XVII веке мотив вьюнка с пышными цветами в завитках постепенно исчезает. Позднее художники стали разрабатывать и развивать новые темы орнаментального декора.

В XIX веке басму вытесняет штамповка (см. рис. 5.2), более производительная и дешевая по себестоимости техника. Отдельные мастера, близкие к старообрядчеству, работали в технике ручного тиснения впредь до начала XX века. «Были попытки возродить технику басмы и у отдельных ювелирных фирм в XIX – начале XX века, например «Товарищество П.И. Оловянишников и Сыновья». *Электронная версия.***Православная энциклопедия** // под ред. Патриарха Московского и всея Руси Алексия II, – М., 2008.

Рассмотрим простой пример. Всем с детства известно, если на монету положить бумагу, а еще лучше фольгу и потереть мягким карандашом, на ней можно получить отпечаток – копию. Такая технология получения отпечатков называется басменным тиснением, а сами листы с изображением – басмой.



5.2. Инструменты и материалы, технология изготовления

Изготовление басмы не требует сложного оборудования, поэтому басменная техника находит самое разнообразное применение не только в специальных образовательных учреждениях, но и в церковных мастерских. Например, в г. Самара более 20 лет работает иконостасная мастерская, директор Плигин А. И. (см. рис. 5.3–5.5); знаменитая иконописная мастерская «Лука» (Небо на земле) изготовляет не только иконы с применением художественных техник чеканки и басмы, но и занята оформлением церковных интерьеров (см. рис. 5.6).

Басму целесообразно применять в тех случаях, когда необходимо получить множество совершенно одинаковых узоров, например, для багета. Часто при изготовлении мебели применяют ручки с декоративным рельефом. Нужное число рельефов для этих ручек нетрудно сделать самостоятельно, используя технику басмы. При необходимости можно изготовить по заранее разработанным эскизам всевозможные накладные рельефы для призовых кубков и многое другое.





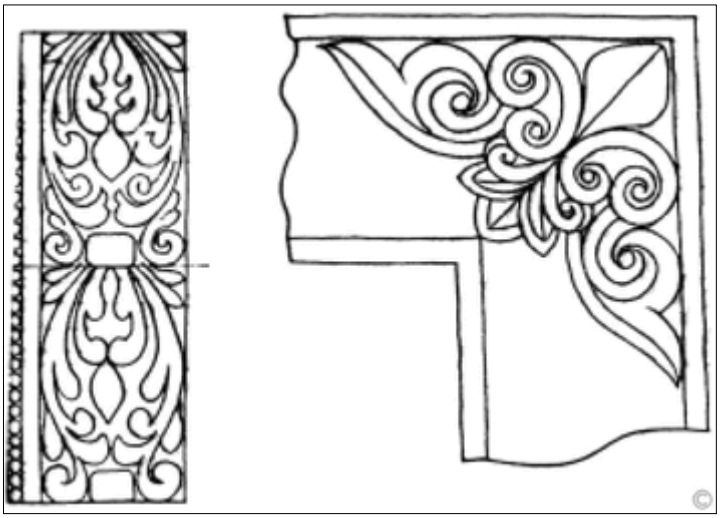


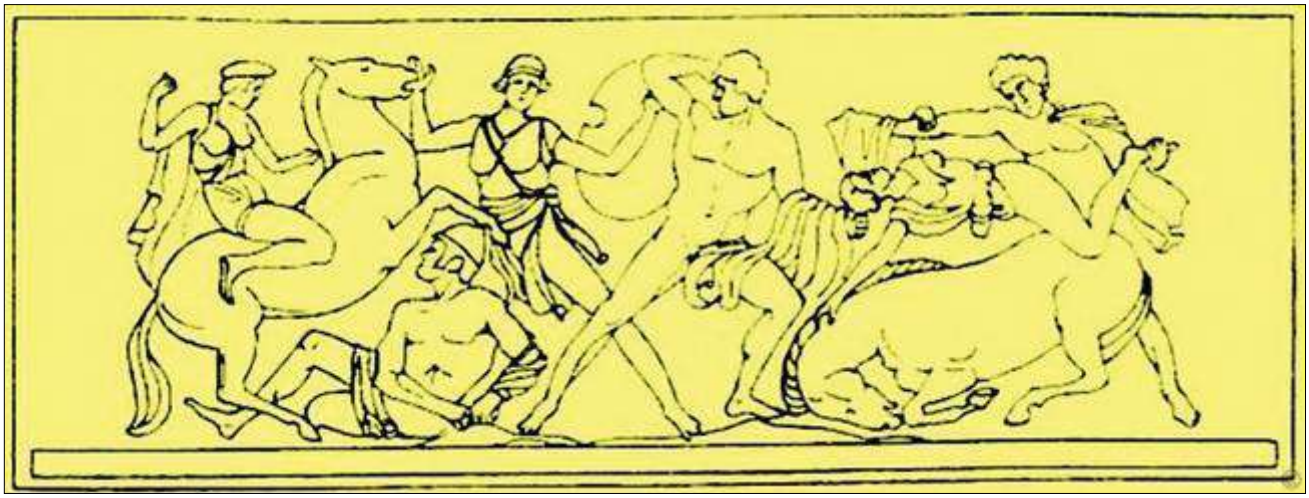


Технология.

Рассмотрим более подробно процесс изготовления басмы на примере накладного рельефа для багета из фольги (рис. 5.7).

Фольга получила широкое распространение в XIX веке, когда ее начали производить в больших объемах на заводах. До этого она была очень дорогой и применялась редко, поскольку металл плющили вручную молотком. Одним из первых освоили производство фольги из олова, которую назвали *станиоль.* Ее использовали для упаковки дорогих продуктов, а также в технических и декоративных целях, для металлопластики. На рис. 5.8 показан эскиз для рельефной накладки из станиоли, когда-то украсившая корпус старинного граммофона.





Широкому распространению фольги в декоративно-прикладном искусстве в конце XIX – начале XX века способствовала мода на металлические оклады икон (рис. 5.9).



Для окладов использовали золото, серебро, медь, латунь. Ими покрывали иконы почти целиком, как правило, оставляя только вырезы для ликов и рук, эта техника опять стала применяться в конце прошлого века и продолжает развиваться в наши дни. Часто сочетается басменное рельефное изображение с другими техниками художественной обработки: чеканка, гравировка, эмаль и т. д.

Для учебной работы подойдут медные, латунные и алюминиевые листы толщиной от 0,1 до 0,3 мм. На первых порах, особенно на стадии овладения техническими приемами, может выручить такой бросовый материал, как алюминиевая фольга от тюбиков из-под зубной пасты, а также консервные банки из алюминия.

Прежде чем пустить в дело листовой металл консервных банок, следует с помощью магнита убедиться, что они не железные, а алюминиевые. Банку разрезают на полосы нужной ширины. Затем полосы нагревают на огне до тех пор, пока они не приобретут темно-золотистый цвет, возникающий от воздействия высокой температуры на тонкий слой покрывающего их лака.

Если в вашем распоряжении есть медная или алюминиевая фольга, то полосы, нарезанные из нее, скатывают в рулоны, накаляют на огне до красна и затем резко опускают в холодную воду. Термообработка

снимет внутрикристаллическое напряжение в металле, делает его мягче и пластичнее, и резкое охлаждение способствует удалению окалины. В отличие от латуни и меди алюминий нагревают до почернения контрольной черточки, проведенной заранее на поверхности металла мылом.

5.2.1. Изготовление матрицы

Матрицу отливают из бронзы и цинка в литейной форме, изготовленной по твердой модели, вырезанной из дерева (березы, бука, осины) или гипса.

Модель из гипса выполняют в следующей последовательности (см. рис. 5.10).

Из жидкого гипса, имеющего консистенцию густой сметаны, отливают плитку, соответствующую размерам модели рельефа. Как только гипс через 15–20 минут затвердеет, но не высохнет окончательно, на него переводят контуры узора. Затем скальпелем, ножом-косяком и узкими полукруглыми и прямыми стамесочками вырезают рельеф на глубину 1–3 мм.

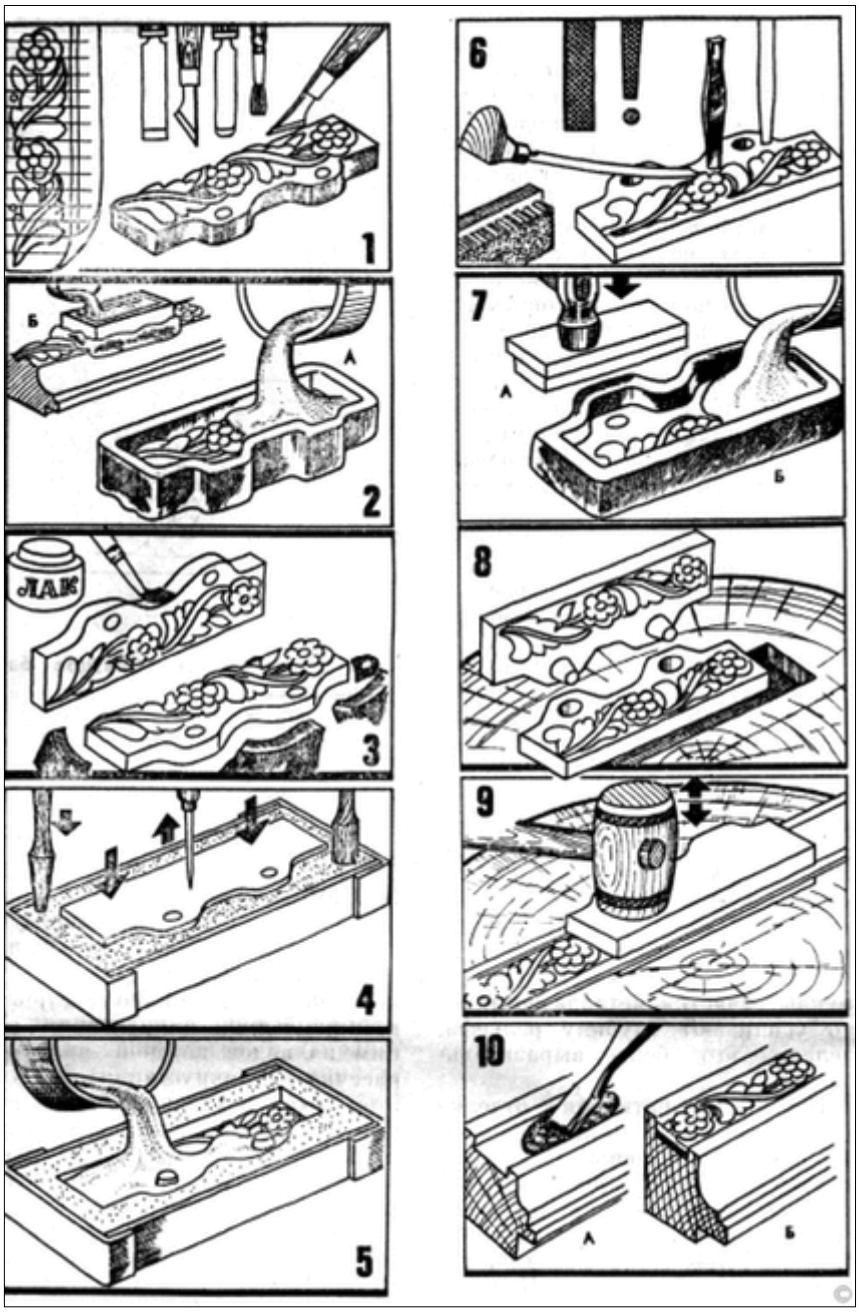
Деревянные модели выполняют с помощью различных столярных резчицких инструментов.

Если же в качестве модели использовать уже готовый рельеф, то изготовление басмы доступно даже тем, кто не имеет навыков в рисовании и не знаком с резьбой по дереву. Предположим, что нужно изготовить басменный рельеф для рамки. За основу можно взять любой отрезок багета с рельефным узором. Прежде всего, точно определите границу раппорта, то есть повторяющиеся части узора. Руководствуясь ими, склейте из картона узкую рамку и прикрепите ее к багету с помощью пластилина. Участок рельефа, включенного в рамку, а также ее внутренние стенки смажьте вазелином с помощью кисти. Вазелин будет служить разделительным слоем, не дающим залитому в опалубку гипсу прилипать к стенкам и рельефу. Разведите в гипсовке 9 частей гипса в 7 частях воды. Вместо формовочного гипса можно использовать строительный (алебастр). Гипсовку легко сделать из старого резинового мяча. Мяч разрезают пополам, а затем укрепляют на подставке. Резиновая гипсовка удобна тем, что после работы из нее легко удаляется засохший гипс: достаточно легкого нажима на гибкие стенки. Гипсовый раствор залейте в опалубку из картона. Примерно через 20–30 минут, когда гипс затвердеет окончательно, снимите с багета пластилин и опалубку. Осторожно отделите гипсовую модель матрицы от рельефа. Вырезав сбоку два конических отверстия для направляющих штырей, высушите гипсовую модель. Чтобы она не впитывала влагу, покройте ее несколько раз масляным лаком или эпоксидным клеем. При работе с клеем не забывайте соблюдать все необходимые меры предосторожности. Каждый последующий слой лака или клея наносится только полного высыхания предыдущего слоя на гипсовую модель. Готовая к отливке гипсовая модель матрицы должна иметь легкий глянцевый блеск.

Гипсовую модель матрицы по деревянной модели отливают так же, как и по готовому рельефу на багете. Обработанную лаком или эпоксидным клеем деревянную модель кладут на ровную поверхность и укрепляют вокруг нее бортик из пластилина. Смазав вазелином рельеф и стенки бортика, вливают гипсовый раствор. Как только он затвердеет, бортик удаляют и отделяют гипсовую модель матрицы от деревянной модели рельефа.

5.2.2. Отливка матрицы

По гипсовой модели матрицу отливают из бронзы или цинка в простейшей литейной, так называемой открытой форме (более подробно рассказано в главе «Художественное литье»). Ее опока представляет собой коробочку, согнутую из жести от консервной банки. В опоку засыпьте тщательно перемешанную формовочную смесь, состоящую из 9 частей просеянного речного песка, 1 части сухого глиняного порошка и 0,5 части воды. Заполнив жестяную коробочку-опоку доверху, снимите сверху линейкой лишнюю смесь. Модель матрицы припудрите тальком и вдавите ее в формовочную смесь. Утрамбовав смесь вокруг модели, добавьте свежую формовочную смесь, чтобы она была на одном уровне с верхней гранью модели и бортами опоки.



Чтобы извлечь модель из формы, в качестве подъема используют острое шило, которое вставляют в проколотое заранее углубление. Убедившись, что кончик шила достаточно надежно вошел в модель, поднимите его вверх по вертикали. Вместе с ним из формовочной массы будет извлечена модель матрицы. В песчано-глинистой формовочной смеси должен остаться четкий обратный рельеф (контррельеф).

Полученную литейную форму проще всего залить расплавленным цинком. Он довольно легко плавится в жестяной банке в муфельной печи или на костре, соблюдая меры пожарной безопасности (см. рис. 5.10, позиция 5).

Когда металл остынет, матрицу нужно извлечь из формы и внимательно осмотреть: на нее поверхности могут оказаться мелкие раковины и наплывы, которые удаляют чеканкой. При этом используют чеканы с самой разнообразной конфигурацией бойков. Для дополнительной более четкой проработки деталей используют также зубильца и штихеля.

5.2.3. Изготовление пуансона

Получение оттиска на тонком листовом металле возможно только при наличии пуансона, представляющего собой контррельеф (обратный рельеф), все выступающие части которого точно соответствуют углублениям в матрице, и наоборот. Пуансон изготавливают из свинца. Если рельеф матрицы имеет глубину менее 1 мм, то пуансон делают из свинцовой пластинки с помощью штамповки. Пластинку накладывают на матрицу и равномерно ударяют по ней молотком до тех пор, пока мягкий металл не войдет в углубления матрицы, как бы в зеркальном отражении повторив все особенности ее рельефа.

Пуансон с глубиной рельефа до 3 мм удобнее отлить. Матрицу положите на кирпич или каменную плиту и вылепите вокруг нее тонкую стенку из глины. Борта ее должны возвышаться над матрицей на толщину отливаемого пуансона. Расплавленный свинец залейте в глиняную опалубку доверху. Соблюдайте при этом меры безопасности, так как брызги расплавленного металла могут попасть на одежду и на открытые участки кожи. Работать необходимо в брезентовом фартуке и брезентовых рукавицах. На глазах защитные очки.

Как только металл окончательно остынет, опоку разрушьте и отделите пуансон от матрицы. Сваривания цинка или бронзы со свинцом опасаться не следует, потому что у цинка и бронзы более высокая температура плавления, чем у свинца. На свинцовом пуансоне вместе с контррельефом будут отлиты два направляющих штыря, обеспечивающих точность соединения его с матрицей в процессе выполнения тиснения (см. рис. 5.10, позиция 7 Б).

5.2.4. Получение оттисков

Чтобы матрица не смещалась во время работы, ее закрепляют на торце кряжа в вырезанном заранее углублении. Тонкий отожженный лист поместите между матрицей и пуансоном и, ударяя сверху равномерно киянкой, добейтесь, чтобы пуансон плотно вошел в матрицу. При этом тонкий лист металла, растягиваясь, точно передаст все особенности рельефа: изгибы, выступы, впадины. Получится своеобразная копия литого рельефа. Но пока это будет только отдельная часть узора в полосе (раппорт). Приподняв пуансон, передвиньте полоску из листового металла и выполните тиснение следующего ее участка. Выполнив, таким образом, оттиск вдоль всей полосы, внимательно осмотрите рельефный узор. Если его детали получились не совсем четкими, проработайте их инструментами, применяемыми в чеканке, – чеканами, гладилками, канфарниками (см. раздел чеканки «Инструменты и материалы»), подправляют углы, изготовляют фальцы и готовят басменный узор к дальнейшей сборке (см. рис. 5.7). Затем рельеф тщательно обрабатывают шлифовальной шкуркой и полируют.

5.3. Декоративная отделка

Готовый басменный рельеф декорируют так же, как и чеканный, покрывая его тонким слоем темной патины. Темный цвет патины приглушает чрезмерный блеск, мешающий восприятию рельефного узора, создает впечатление старого благородного металла. Алюминий можно тонировать коричневой или черной масляной краской. Краску наносят тонким слоем на поверхность рельефа и, не дожидаясь, когда она высохнет, тряпичным тампоном снимают часть краски, находящейся на выпуклых участках рельефа.

Медь патинируют так называемой серной печенью. О том, как ее приготовить, подробно рассказано в главе «Чеканка» (см. параграф «Декоративная отделка металла»).

Перед патинированием басму шлифуют, полируют, а затем отбеливают в 10 %-ном растворе соляной кислоты. После отбеливания металл промывают чистой водой и сушат. Басму опускают в раствор серной печени и вынимают, как только будет получена нужная тональность окраски. Тонированную басму промывают водой, сушат, а затем полируют мелким порошком пемзы или полевого хвоща. Высветленные выпуклые участки металла зрительно усиливают глубину рельефа, делают его более выразительным.

Когда декоративная отделка будет закончена, по линиям, проведенным с помощью линейки, обрежьте края. Ширина рельефа должна равняться ширине углубления в багете, выструганного рубанком-шпунтубелем или же выбранного на станке фрезой. Полоски с басменным рельефом можно прибить к деревянной основе мелкими гвоздями (как это делали в старину) или же приклеить эпоксидной мастикой. Ее изготовляют на основе эпоксидного клея, в который в качестве наполнителя добавляют сухой глиняный порошок, тертый кирпич, тальк, гипс, мел и т. д. Наполнитель добавляют в клей до образования однородной массы, напоминающую жидкую замазку или густую шпаклевку. Басменный рельеф с обратной стороны заполняют мастикой и вставляют в выемку багета, прижав сверху грузом. Через 2–3 часа, как только мастика схватится, груз можно снять. Окончательное отвердение мастики происходит примерно через сутки. Деревянные части багета зачищают шкуркой и тонируют морилкой в тон патины, нанесенной на басменный рельеф.

В настоящее время при массовом производстве художественных изделий из металла применяется *холодная листовая штамповка на прессах.* Она позволяет с большой точностью воспроизводить авторский образец крупными сериями, дает возможность получать тонкостенные детали с чистой поверхностью одинаковых размеров и веса, не требующие никакой последующей доработки (см. рис. 5.2). Существенно повышается экономический эффект производства, так как исключены ручные операции и резко возрастает производительность труда. В процессе изготовления изделий высококвалифицированные ювелиры и чеканщики заменяются менее квалифицированными рабочими.

Для листовой штамповки можно использовать металлы и сплавы, способные пластически деформироваться в холодном состоянии. Это, в первую очередь, драгоценные металлы – золото, серебро, затем цветные металлы – медь и ее сплавы (томпак, латуни), никелевые сплавы, алюминий и его деформируемые сплавы; черные металлы – мягкие, малоуглеродистые стали и некоторые легированные стали.

Выполняется штамповка при помощи специальных инструментов – штампов, которые бывают различных конструкций, в зависимости от назначения, и состоят из рабочих элементов – пуансона, матрицы и вспомогательных частей – прижимов, снимателей, ограничителей, направляющих и др. Различают штампы простого действия, предназначенные для выполнения какой-либо одной операции (вырезки, гибки и т. д.), и многооперационные штампы, которые могут выполнять несколько операций за один рабочий ход. Матрицы и пуансоны, как правило, изготавливают из инструментальной стали с последующей закалкой. Остальные вспомогательные части штампов отливаются из чугуна или стали (плиты) или их делают из конструкционных сталей.

5.4. Рельефная металлопластика

Фольга из тонкого листового алюминия, меди, латуни толщиной 0,2–0,3 мм – отличный материал для металлопластики, которую в отличие от чеканки выполняют не чеканами (процесс довольно трудоемкий), а выдавливают специальными довольно простыми инструментами – давильниками.

На рисунке 5.8 показана рельефная накладка из станиоли, украшавшая корпус старинного грамофона. На рисунке 5.9 дано изображение иконы «Святое семейство», изготовленной в кустарных условиях в начале XX века с применением металлопластики, материал металлическая фольга и т. д. Есть публикации К. А. Скворцова о работах с фольгой (см. журналы «Школа и производство», № 12, 1990, № 5, 2005). Скворцов К. А. Работа с металлом. Методические разработки на примере изделий декоративно-прикладного искусства. 5 класс. – М.: Школьная Пресса, 2007. – 80 с.: ил. – («Школа и производство. Библиотека журнала»; Вып. 31).

Для работы с тонкой фольгой в качестве давильников (см. выше дифовочные работы) можно применять обыкновенные грифельные карандаши или шариковые ручки.

Рельефы из фольги используют для оформления обложек альбомов, как основу оригинальных поздравительных открыток, ими можно украсить различные изделия в интерьерах – шкатулки, точеные блюда, декоративные маски (см. рис. 5.11) и многое другое.

Такие рельефы включают в изделие или в виде целой пластины, или как композицию в дизайне интерьера из отдельных элементов (см. рис. 5.12).

Изготовление масок. (Рис. 5.11). Оригинальные маски из фольги можно сделать из маленьких крышек из под сметаны и т. д. Есть небольшая заметка (Л. Д. Гуторова. Маски из фольги от молочных бутылок. «Наука и жизнь», № 7, 1978 год, с. 117).

«Удивительная работа! Только вот никак не пойму, какая это культура?» – сказал тогда один искусствовед, осмотрев маски, представленные на фотографии. (Может это тоже металлопластика? – Е.М.).

По мнению Гуторовой «неизвестной культуры» маски может делать каждый. Ведь она сама даже не очень-то умела рисовать! Однажды Гуторова пришла в школу, в которой училась ее дочь, и показала свои работы (более 500 масок!) детям, рассказала, как она их делала. Некоторые из ребят увлеклись, и в «неизвестной культуре» начали намечаться новые ветви. Подробно расскажем, как их делать.

Цветная алюминиевая фольга для декоративных масок должна быть достаточно пластичной: образовывать мягкие изгибы, без изломов и в то же время хорошо сохранять приданную ей форму. Очень хороша фольга толщиной 0,2 мм, более тонкая плохо сохраняет форму, более толстая требует специальных инструментов. Не следует слишком тщательно разглаживать фольгу перед работой – от этого уменьшается ее пластичность, а некоторые неровности даже помогают увидеть черты будущей маски.

Для изготовления маски не нужны какие-нибудь подкладки или фиксирующие установки. После того, когда нанесен рисунок, под тонкую фольгу подкладывают пальцы.

Стержнем шариковой ручки наносят общие контуры – глаз, бровей, ноздрей и губ. Бороздки не должны быть слишком глубокими, чтобы при необходимости можно было изменить рисунок. Крупные детали – лоб, глазные впадины, нос, щеки, подбородок – выдавливаются пальцами и ногтями. Излишек фольги формируют в складки у носа и губ, морщины, бороду и усы. Обычно эти излишки образуются именно там, где на лице расположены складки и волосы.

Маску можно оставить плоской, особенно если черты лица монголоидные, можно придать ей скульптурность, сгибая по средней линии и формируя щеки и скулы.

Мелкие детали – зрачки, ноздри, веки, волосы, зубы, элементы узора – выдавливаются стержнем шариковой ручки с изнанки. Тогда в образовавшемся желобке, после копчения маски, копоть ляжет аккуратнее.

Можно украсить маску орнаментом или слегка смять те места, которые желательно сделать темными.

Маску осторожно промывают с мылом, чтобы очистить от жира, высушивают, покрывают копотью над пламенем свечи, а затем копоть удаляют, оставляя ее в желобках и складках, подчеркивая черты лица и орнамент.

Несколько минут труда, немного терпения и фантазии – и на свет появляется суровый рыцарь, пират или античный мудрец и т. д.

Готовое изделие можно покрыть прозрачным лаком, чтобы зафиксировать копоть и дополнительно украсить маску или другое декоративное изделие художественной масляной краской.

При изготовлении крупных масок вместо шариковой ручки нужно использовать более толстые стержни, лучше из дерева или пластмассы. Кроме того, в глубине широких складок, где нужно оставить копоть, следует нанести дополнительные бороздки или слегка смять фольгу.

Теперь можно вставить готовое изделие в овальную или прямоугольную рамочку, например, из ажурного пропильного металла, дерева и т. д. и украсить свой интерьер. Фольга применима и в живописи.

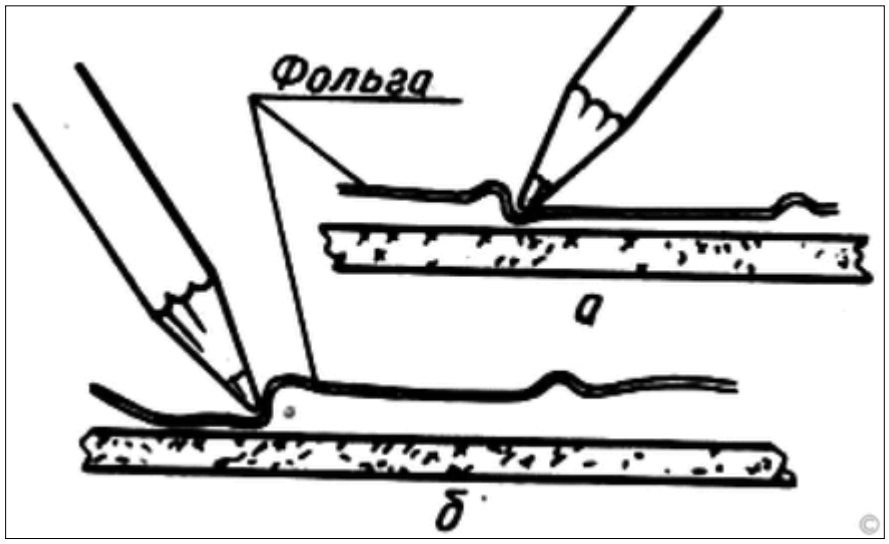
В. Куренков известен как художник-путешественник, он пользуется использованной типографской фольгой для своих этюдов. Масляные краски хорошо ложатся на гладкий, не требующий предварительной грунтовки лист, позволяя наносить широкие легкие мазки. К тому же это материал, по сравнению с холстом и картоном, привычные для художников, не выдерживают кочевой жизни и нередко подводят, сводя на нет всю работу. К тому же оказалось, что фольга хорошо «держит» красочный слой. Легкая и удобная в транспортировке фольга не намокала и не горела. Но главное – придает какую-то особую прозрачность, акварельность картинам, вроде просвечивает сквозь масляную живопись.

Именно на фольге Коренков выполнил почти всю свою серию «Талые воды». Впрочем, то же самое относится к циклам «Север», «Мещера», «Крыши под снегом», «Москва». Подробнее можно ознакомиться: Ю. Кириллова. В походе с этюдником. // «Наука и жизнь, № И, 1989.

Технология изготовления металлопластики по сравнению с чеканкой проще и производительней. Поэтому ею часто пользуются мастера-художники для обработки и более толстых листовых материалов, когда отведенное для выполнения работы время ограничено, а к изделию не предъявляют особенно высоких требований (см. рис. 5.12–5.14).









Последовательность работы остается прежней, но карандаши и шариковые ручки, иногда заменяют стальными каленными инструментами с гладкой полированной поверхностью, иногда для давления используют вращающийся ролик или шарик. Трудно поддающиеся деформации заготовки продавливают специальным инструментом с удлиненной рукояткой, которая позволяет прижимать инструмент плечом и за счет этого усиливать давление на металл.

Библиографический указатель использованной и рекомендуемой литературы к III разделу

1. Максимов Ю. В. У истоков мастерства: Нар. искусство в худож. воспитании детей. Из опыта работы. – М.: Просвещение, 1983. – 159 с.

2. Коваль Е. Работы по металлу. Пособие для начинающего мастера. Ростов-на-Дону: «Феникс», 1999. – 320 с.

3. Мельников И. В. Художественная обработка металлов. – Ростов н/Д: «Феникс», 2005. – 448 с.

4. Работы по металлу (чеканка, ковка, литье). – М.: «Вече», 2004. – 176 с.

5. Ковка, чеканка, инкрустация, эмаль / Л. Ф. Борисова. ООО «Аделант», 2004. – 223 с.

6. Простаков С. В. Ювелирное дело. Серия «Учебный курс». Ростов н/Д.: «Феникс», 2000. – 352 с.

7. Зубрилова С. Н. Справочник по ювелирному делу / С. Н. Зубрилина. Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 347 с.

8. Прекрасное – своими руками / Сост. С. С. Газарян; Рисунки Б. Белова; Цв. фото Н. Зимина. – М.: Дет. Лит., 1989. – 157 с.

9. Ермаков М. П. Технология декоративно-прикладного искусства. Основы дизайна. Художественное литье. Учебное пособие / Ермаков М. П. – М.: Lennex Согр, – Подготовка макета «Нобель Пресс», 2013. – 396 с.

10. Сергеев Г. Чеканка по меди. Ташкент. Госиздат УзССР, 1960.

11. Чубинашвили Г. Н. Грузинское чеканное искусство. Тбилиси, «Сабчота Сакартвело», 1959.

12. Федотов Г. Я. Большая энциклопедия ремесел / Геннадий Федотов. – М.: «Эксмо», 2009. – 608 с.

13. Хворостов А. С. Чеканка. Инкрустация. Резьба по дереву. Пособие для учителей. М., «Просвещение», 1977. – 144 с.

14. Чирков Д. Декоративное искусство Дагестана. М., «Советский художник», 1971.

15. Головня И. А. Учимся чеканить по металлу. Киев «Радянска школа», 1986. – 57 с.

16. Рычин С. А. Клепка, рубка и чеканка. М.: Издательство «Судпромгиз», 1956. – 76 с.

17. Макаров О. А. Объемная чеканка. М.: Издательство АСТ, 2005. – 189 с.

18. Логинов В. П., Боброва В. В. Секреты кузнечного мастерства. Кузнечное дело и художественная ковка. М.: «Аделант», 2009. – 96 с.

19. Скворцов К. А. Художественная обработка металла, стекла, пластмассы. – М.: Профиздат, 2004. – 144 с.

20. Федотов Г. Я. Дарите людям красоту. 2, 1985. – 258 с.

21. Федотов Г. Я. Чеканка, басма, насечка… Сделай сам. № 8, 89. М.: Издательство «Знание», 1889.

22. Лихонин А. С. Ковка и чеканка. – Нижний Новгород: «Времена», 1998, 224 с.

Раздел IV

Гравирование. Граверномедальерное искусство. Насечка по металлу и дереву

В умелых руках лучший клад – ремесло, чем с ним в целом мире сравниться б могло?

Фирдоуси

Глава 6. Гравирование

6.1. Общие сведения

Когда речь заходит о гравировании, перед глазами читателей, возможно, всплывают изображения каллиграфических надписей на всевозможных сувенирных предметах. Это очень распространенный способ поздравления дорогих людей. Но этим возможности гравировальной техники не ограничиваются. Гравирование – это очень древнее и ёмкое ремесло, позволяющее создавать разнообразные художественные украшения на рядовых или уникальных предметах. Результат гравирования – создание тонкого изящного линейного рельефа на поверхности материала. Гравировальный узор великолепно смотрится сам по себе. Но, в вечном поиске совершенства, настоящие мастера своего дела накопили широкий арсенал методов отделки гравированных узоров, применение которых создает на резной поверхности новые неожиданные эффекты.

Гравирование – древнейший способ обработки материала резанием. С камня, кости, дерева или металла резцом, направляемым рукой мастера, снимаются частицы материала, и следом на поверхности возникает изображение. Уже в каменном веке первобытный человек с помощью кремневых резцов украшал орнаментами и рисунками орудия охоты и предметы быта. Вырезал изображения животных на неподатливых каменных плитках, кусках кости и рога, на стенах пещер.

Археологами найдены бронзовые изделия, выполненные мастерами-граверами еще в начале I тыс. до н. э. В основном это боевые топоры, кинжалы, украшенные гравированными орнаментами и изображениями животных.

В поздние эпохи истории ручное резание породило глиптику – искусство резьбы на драгоценных и полудрагоценных камнях, резец дал начало и монетному производству Древней Греции и Рима. Наивысшего развития искусство резания достигло в XV веке в эпоху итальянского Возрождения, подарив миру изящное искусство медали.

Мы расскажем в этой главе об одном из видов гравирования, в котором изображение наносится на металл. Уже понятно, что резец, которым выполняется гравировка, должен быть намного прочнее и тверже обрабатываемого металла. В крито-микенскую эпоху древние граверы изготовляли резцы из бронзы. И хотя их упрочняли особым способом, они все же были не достаточно твердыми и быстро тупились при обработке золота, серебра и меди. Тем не менее, благодаря упорству и искусному владению этими примитивными инструментами, древние мастера создавали настоящие шедевры декоративно-прикладного искусства. Любуясь в музеях дошедшими до нас изделиями, украшенными изящной гравировкой, наши современники чаще всего не подозревают, что созданы они несовершенными инструментами.

Позднее, когда появилось железо, выкованные из него резцы заменили бронзовые. Они были тверже бронзовых резцов, но незначительно. И лишь, после того как в VII веке до и. э. мастера Древней Греции научились закалять железо, твердость древних резцов приблизилась почти к современным инструментам.

Широко известны бронзовые изделия с искусной гравировкой, выполненной кавказскими художниками-граверами еще в начале I тыс. до н. э. В основном это оружие – боевые топоры и кинжалы, украшенные гравированными орнаментами и изображениями животных.

Декоративно-прикладное искусство Кубачей.

Всемирной известностью пользуются серебряные изделия, украшенные чеканкой, гравировкой, чернью, мягко отливающие вставками желтоватой слоновой кости, родина которых – дагестанское село Кубани.

История донесла до нас древнее название жителей Кубачей – зирихгеране, что в переводе с персидского означает «кольчужники». С XVI века их уже называют кубачинцами. Смысл этого слова тот же – это мастера, делающие кольчуги. Но не только кольчуги из металла изготовляли в Кубачах. Здесь делали оружие: сабли, клинки, кинжалы, мечи, а также стремена и узорные металлические детали уздечек.

В государственном Эрмитаже хранятся прекрасные образцы изделий кубачинских мастеров: металлические кувшины, водолеи, блюда, подносы, оружие и кольчуги воинов, изготовленные в период раннего Средневековья, в VI–VII веках.

В XI–XII веках Кубани становятся наиболее крупным на Северном Кавказе центром художественного ремесленного производства, где изготовлялось оружие, медная и бронзовая посуда, ювелирные изделия из серебра (браслеты, кольца, подвески и т. д.).

В XIII–XV веках высокого развития здесь достигло производство литых бронзовых котлов, которые и ныне используются в быту местными жителями. В это же время развивается камнерезное искусство Кубачей. На резных камнях – деталях архитектурного декора домов мастерски высечены изображения львов, барсов, фантастических животных и птиц, сцены охоты, состязаний, звериного гона и т. д.

Становление орнаментального искусства кубачинцев хорошо прослеживается на каменных плитах, стелах, и особенно на могильных памятниках, в большом количестве сохранившихся как в самом селении, так и в его окрестностях. Плиты имеют трапециевидную форму. С лицевой стороны они богато украшены орнаментом и арабскими надписями.

В прошлом у кубачинцев была развита и резьба по дереву, которой украшались предметы домашнего обихода и разнообразная утварь, а также предметы домашнего обихода.

В XVI–XVII веках продолжают совершенствоваться и развиваться различные виды художественных ремесел кубачинцев – обработка металла, резьба по камню и дереву, вязание из шерсти знаменитых дагестанских «джурабов» (шерстяных носков ярких расцветок), вышивка изделий золотыми нитями, художественная обработка кости.

Значительное развитие в Кубачах в XVIII–XIX веках получило ювелирное дело. Кубачинские мастера изготовляют для внешнего сбыта и для собственных нужд серебряные браслеты, серьги, женские пояса и глазыри для кавказского национального костюма, подвески, ожерелья и т. д.

Художественная обработка металла, отличающаяся многообразием технических приемов изготовления изделий и богатством декоративной отделки, сыграли большую роль в развитии искусства Кубачей. Именно художественные изделия из металла в XIX – начале XX века становятся всемирно известными.

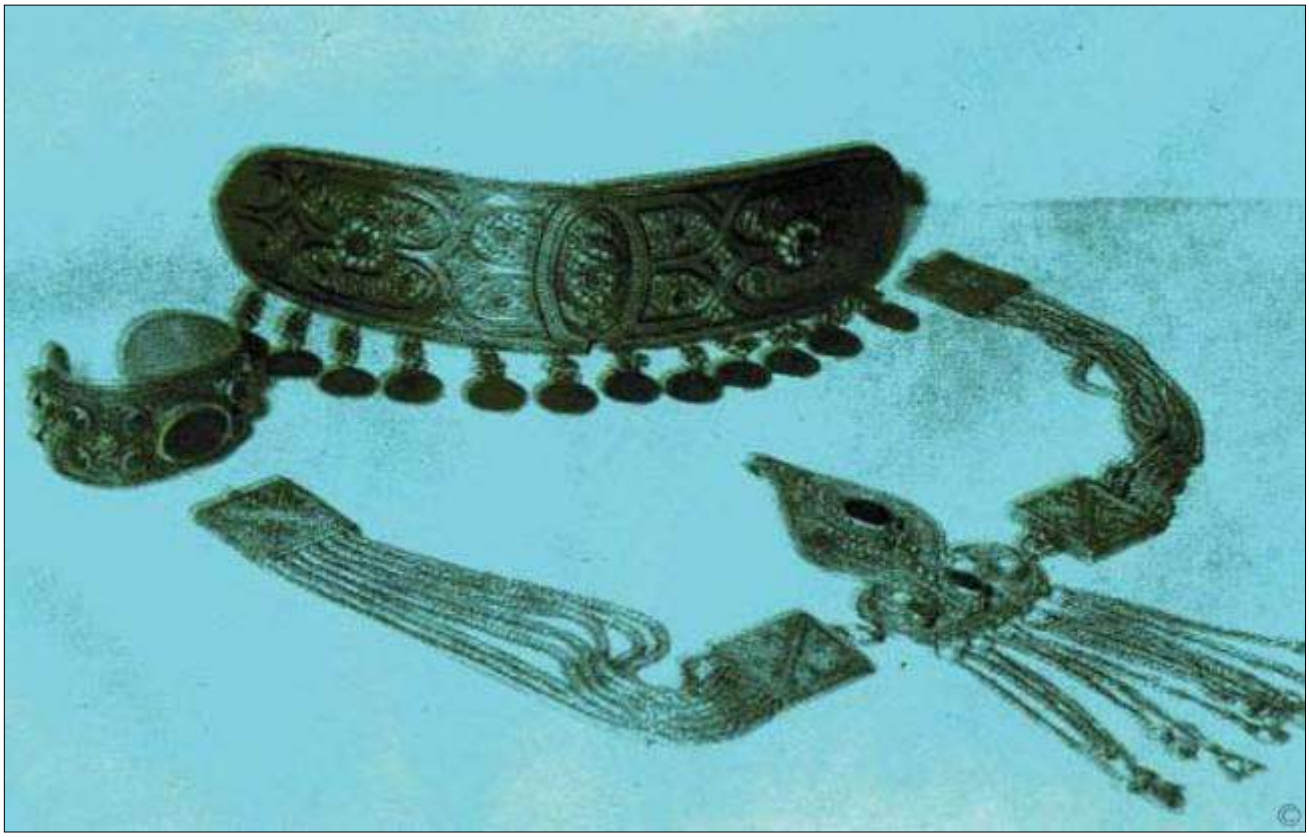
Особого расцвета традиционное народное искусство кубачинцев достигает в 1924–1926 годах, здесь создается художественная артель «Художник» из опытных мастеров: А. Ахмедова, А. Аккаева, А. Пашаева, Б. и А. Тубчиевых и многих других.

В 30-е годы в артели трудятся уже около ста мастеров. В эти годы создаются новые виды изделий, отвечающие современным требованиям жизни. Это серебряные портсигары, пудреницы, брошки, бокалы, подстаканники, сахарницы, ложки и т. д. Для творческого роста кубачинских мастеров значение имела демонстрация созданных ими изделий на отечественных и международных выставках. В 1937 году на Всемирной выставке в Париже кубачинским мастерам была присуждена высшая награда – Гран при.

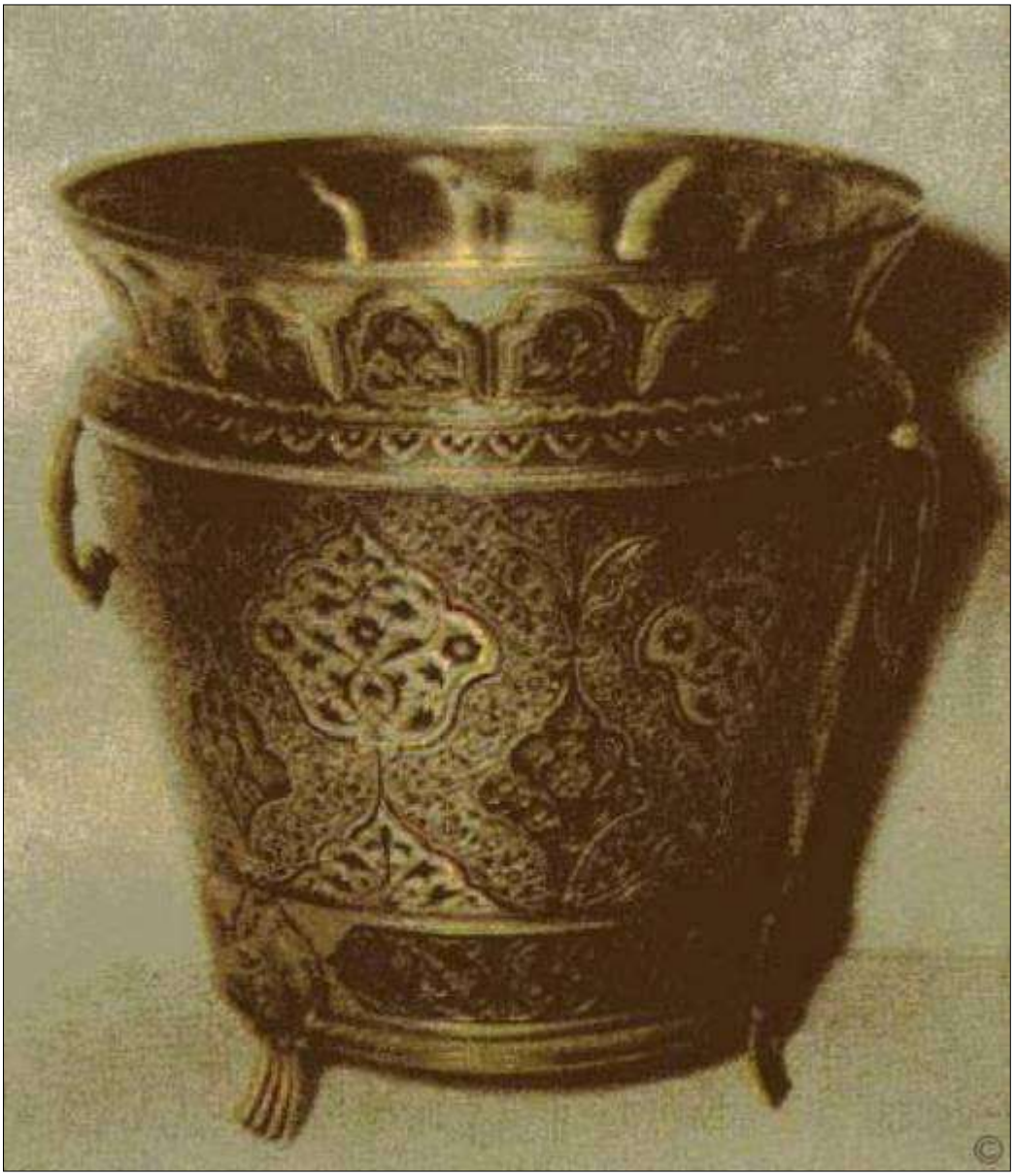
В послевоенные годы талантливыми мастерами Кубачей выполняются высокохудожественные изделия из серебра – чайные и столовые сервизы, декоративные кувшины, вазы, ларцы, тарелки, подносы, разнообразные туалетные приборы. В 1960 году артель «Художник» была переименована в Кубачинский

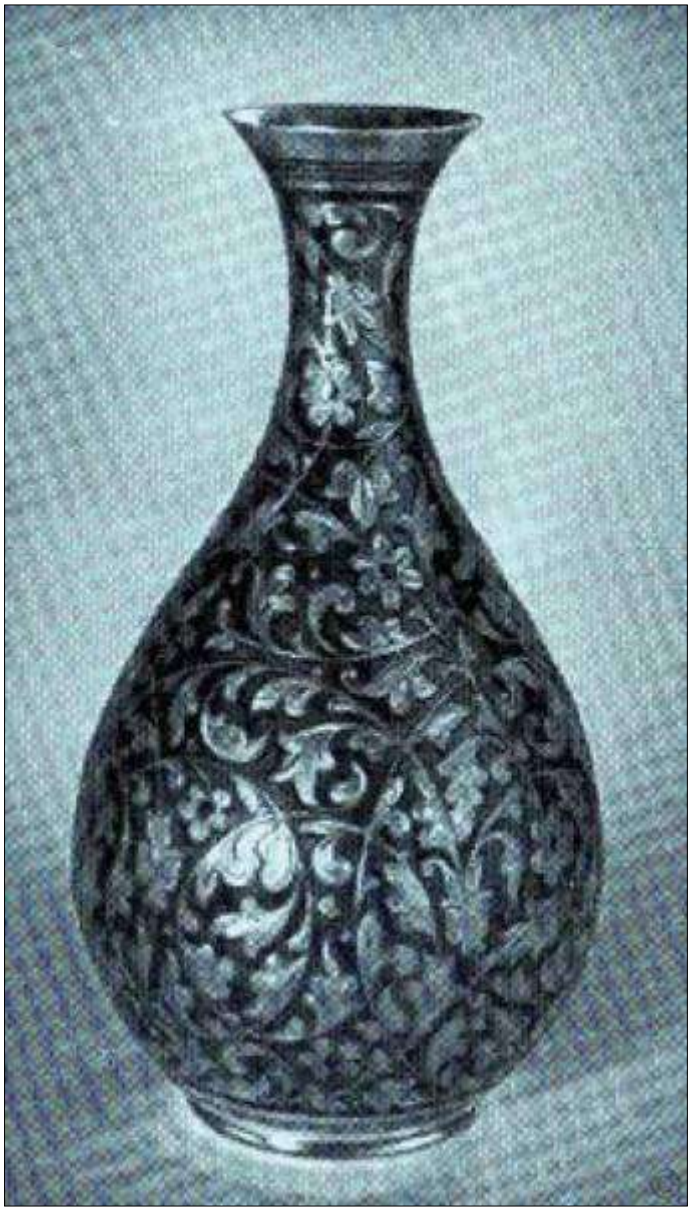
художественный комбинат, очень много экспонатов этого предприятия представлено во Всероссийском музее декоративно-прикладного и народного искусства.

Талантливым мастерам, развивающим лучшие традиции кубачинского искусства, Р. Алиханову, Г. Магомедову, А. Абдурахманову, Г. Кишеву, Г. Чабкаеву в 1971 году присуждаются государственные премии РСФСР (см. рис. 6.1–6.4).







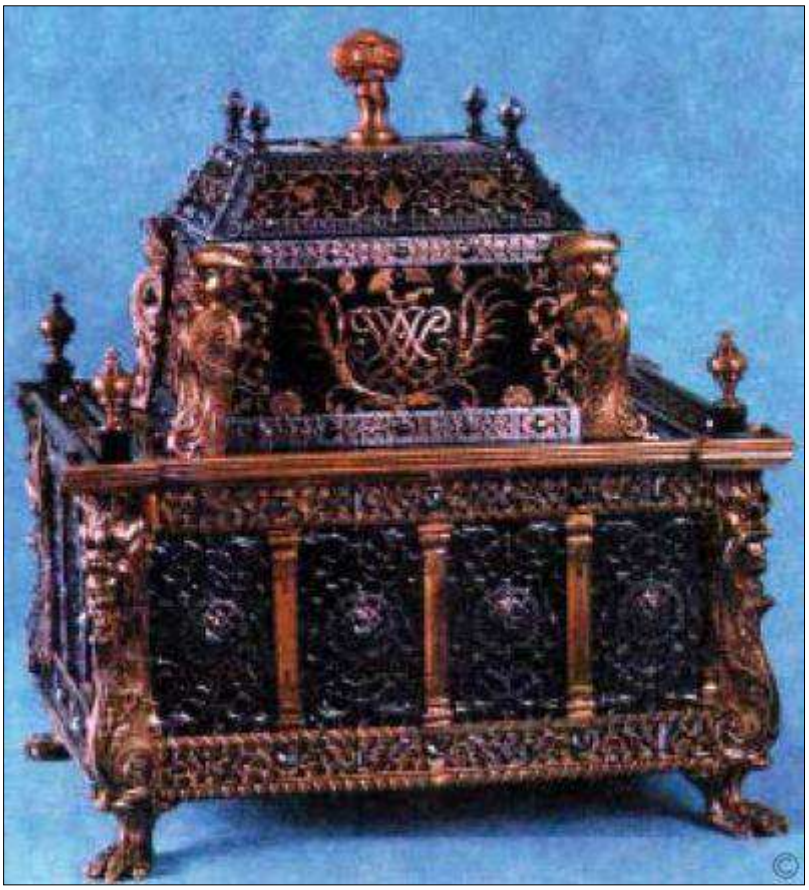


Многие мастера удостоены правительственных наград. Среди награжденных есть и недавние выпускники Кубачинских средних школ. Здесь они впервые встретились с традиционным искусством своего прославленного поселка. (Более подробно можно прочитать: Брюзгина О. И. Ювелирное искусство Кубани. Изд. «Интербук», 2006).

Искусство русских мастеров.

Русские мастера древнего Новгорода, Пскова, Москвы, Златоуста, Киева (рис. 6.5) и других городов оставили нам прекрасные образцы гравировки на различных металлах.





Неповторимым своеобразием отличались медные Павловские замки для ларцов и шкатулок (см. рис. 6.6). Замки, например, изготовляли в виде забавных фигурок львов, русалок, журавлей, всадников и скоморохов, украшая их резцовой гравировкой.

На старых уральских заводах, кроме практической и оригинальной посуды из красной меди и латуни, выпускались красивые, богато орнаментированные или гладкостенные ларчики и шкатулки.

На Иргинском заводе в XIX веке изготовлялись знаменитые шкатулки и ларцы работы мастера Ивана Осокина.

Искусство Златоустовской гравюры на металле – зародилось на бывшем Косотурском заводе, основанном в начале XIX века, и было связано с оформлением холодного оружия.

Горный начальник Златоустовских заводов и директор оружейной фабрики П.П. Аносов, создатель всемирно известной платинистой стали и литого булата для клинков, позаботился об организации в Златоусте производства стальных бытовых вещей – подносов, ларцов, столовых ножей и вилок, подсвечников и т. д. Аносову принадлежит также мысль применять для украшения стальных изделий самоцветные уральские камни.

Проникшая в Златоуст техника художественного гравирования стали попала в надежные руки уральских умельцев, многие из которых работали дома и сбывали свою продукцию купцам-перекупщикам. В числе таких граверов-надомников был Петр Филимошкин. Он нигде не учился, не знал грамоты, но каждая его крохотная гравюра на столовом ноже свидетельствовала о высокой одаренности. Слава о его ножах ходила не только Златоусте, из Парижа приходили заказы с требованиями выслать ножи обязательно работы Филимошкина.

Заслуженной известностью пользуются имена талантливых заводских художников XIX века И. Н. Бушуева, И. П. Бояршинова, позднее С. А. Фетисова, М. С. Петухова, А. П. Агаркова, многие из них являются авторами орнаментальных украшений и их исполнителями.

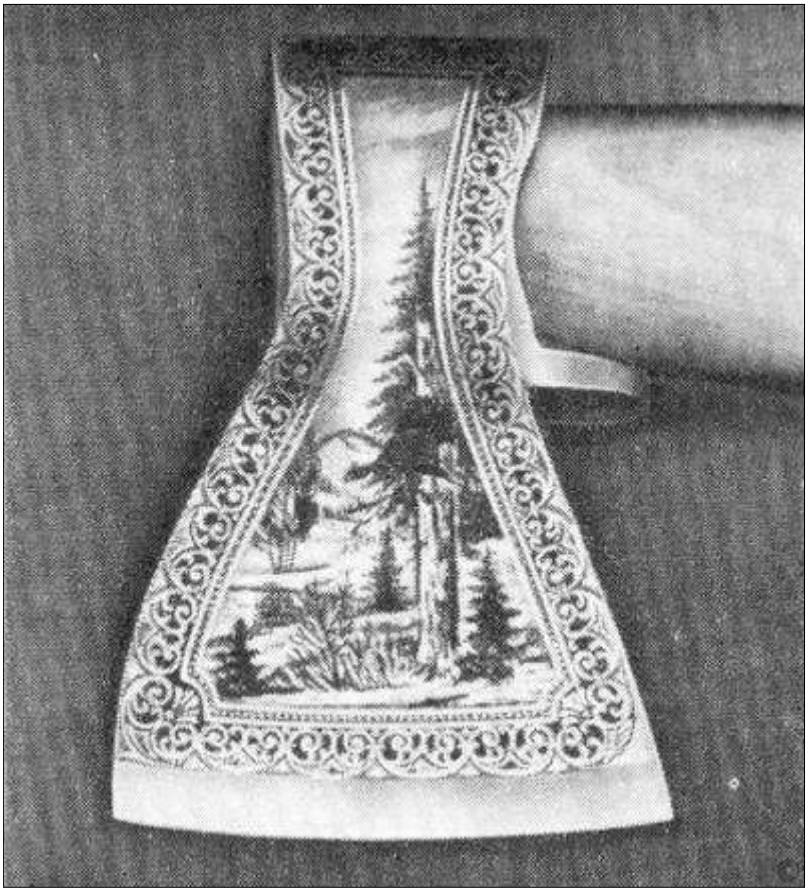
На созданной в начале XIX века на Урале в городе Златоусте оружейной фабрике техника граверного искусства успешно использовалась для декорирования холодного оружия. Златоустовские мастера занимались в основном украшением сабельных клинков, используя при этом гравировку с последующим вытравлением узора, насечку золотом и серебром, золочение и серебрение, сочетающееся с воронением.

На всемирных промышленных выставках в Лондоне в 1851 и 1862 годах изделия Златоустовской фабрики завоевали бронзовые и серебряные медали. Императоры европейских государств за большие деньги приобретали златоустовское оружие как художественную драгоценность.

Золотым оружием в русской армии награждали офицеров и генералов за боевые заслуги. Этим оружием стали награждать с 1774 года. Оно представляло собой золоченые сабли, шпаги и палаши, с выгравированной на эфесе надписью «За храбрость». Золотое оружие мог получить офицер, уже награжденный орденом святого Георгия или святой Анны. Генеральское золотое оружие украшалось бриллиантами. В 1788 году за победу над превосходящими силами турок одновременно с орденом святого Георгия первой степени мог получить офицер, уже награжденный орденом святого Георгия или святой Анны. В 1788 году за победу над превосходящими силами турок одновременно с орденом святого Георгия первой степени получил украшенную бриллиантами шпагу А. В. Суворов. Долгое время золотое оружие не имело официального статуса и получило его только рескриптом от 28 сентября 1807 года. В исключительных случаях золотое оружие имело эфес из чистого золота, но обычно оно отличалось от обыкновенного оружия тем, что имело медные, вызолоченные, рукояти и надпись «За храбрость» на различных частях эфеса. В 1855 году золотое оружие получило темляк из георгиевской ленты. В 1913 году золотое оружие было причислено к ордену святого Георгия и стало называться георгиевским оружием.

В первые годы Советской власти прошлого века Златоустовские мастера начинают осваивать новые виды изделий: столовые приборы, ножи для бумаги, топорики (см. рис. 6.7), корпуса для часов, настенные декоративные тарелочки-панно.

Мотивами украшений для гравировки по стали являются стилизованные растительные орнаменты, овальные клейма с тематической композицией, эмблемы СССР или характерные для Урала горные пейзажи и сцены охоты.



Большое влияние на формирование особенностей Златоустовской гравюры оказало творчество художника М.Д. Ракова, выполнявшего образцы специально для этого предприятия. Произведения Златоустовских мастеров неоднократно экспонировались на отечественных и международных выставках.

Художники-граверы нового поколения возродили Традиции Златоустовской гравюры на металле и дали уникальному промыслу новую жизнь. Украшенное холодное оружие, письменные приборы, ножи для бумаги, винные и охотничьи наборы, кубки и вазы, трости, настенные панно – вот далеко не полный перечень изделий Златоустовских мастеров гравюры на стали. Чудесное сочетание стальных тонов с чистым золотом и никелем, бархатисто черное воронение придают изделиями завораживающую красоту, благородство и самобытность. Сегодня искусство Златоустовской гравюры на стали, переживает своеобразное второе рождение. Традиции лучших европейских и уральских мастеров продолжают и развивают специалисты: завода «Булат» и его подразделения КХО («Коллекционное холодное оружие»), мастерских «ЛиК», «Формула» (рис. 6.8), «Практика», «Грифон», «Мезон» и др.



Искусство Ивана Бушуева также продолжает творческий коллектив декоративно-прикладного искусства «ЛиК», организованные в 1990 году художниками-профессионалами города. А. И. Лохтачев, И. В. Лохтачева и Г. И. Мануш первыми в Златоусте поставили цель не только сохранить уникальное самобытное искусство украшения изделий из металла, но и возродить традиции русского оружия. Словом, возвратить гравюре ее назначение – украшать предмет, будь-то кубок или кинжал, клинок офицерской сабли (рис. 6.9) или подсвечник, поднос или предмет церковной утвари.

По инициативе Лохтачева Александра Ивановича были открыты не только традиционные промыслы Златоустовской гравюры на металле, но и новые направления. В 1995 году создана школа гобелена, которая стала первой не только на Урале, но и в России.

С 1997 года мастерские декоративно-прикладного искусства начинают работать с ювелирными материалами. В этом же году с благословения Патриарха Московского и всея Руси Алексия II, а также по решению Священного Синода мастерским «ЛиК» была поручена работа по воссозданию Дарохранительницы для Главного престола Храма Христа Спасителя (см. рис. 6.10).



В настоящее время гравировкой по металлу заняты ТОО «Мастерские декоративно-прикладного искусства ЛиК». (Более подробно можно ознакомиться, Лик Златоуста: Мастерские декоративно-прикладного искусства «ЛиК»: Альбом. Авторы: Тихомирова Е. В., Малаева З. А., Гнутова С. В. изд. «Интербук-бизнес», 2004, с. 239). Альбом вышел в свет в год 250-летия со дня основания города Златоуста.

В фирме «ЛиК» работает молодой художник Лохтачев Денис, уже достигший высокого уровня мастерства. Являясь одним из руководителей, он контролирует производственный процесс изготовления изделий декоративно-прикладного искусства. Многочисленные его достижения, такие как членство в Союзе дизайнеров и Союзе художников России, победа в конкурсе «Новые имена планеты», говорят о истинности творческого дарования художника. Его участие в создании значительных произведений позволяют признать достижение им определенного профессионального уровня. Творческий воодушевленный подход свойственен ему как художнику и как мастеру. Одной из отличительных особенностей его творческого процесса можно назвать самостоятельность – по своим эскизам он предпочитает делать модель и первое изделие сам.



Коллекции изделий машиностроительного завода и мастерских «ЛиК» находятся Всероссийском музее декоративно-прикладного и народного искусства, Загорском государственном историко-художественном музее-заповеднике, Златоустовском краеведческом музее, Государственном Историческом музее, Государственном Эрмитаже и др.

Близ г. Златоуста расположены памятники природы: Ахматовская минеральная копь (свыше 30 минералов), Откликной «Гребень Таганай» (месторождение авантюрина).

Во многих музеях нашей страны среди знаменитых произведений живописи, скульптуры, прикладного искусства видное место занимают собрания старинного оружия. Богатейшие коллекции оружия Эрмитажа, Московского исторического музея, Московской Оружейной палаты, Тульского музея оружия и других музеев отражают достижения техники и ремесла с древнейших времен до наших дней.

Даже беглое знакомство с историей огнестрельного оружия, особенно оружия охотничьего, парадного и подарочного разных эпох и народов, открывает необыкновенно яркую и интересную область прикладного искусства. В старину над его изготовлением трудились не только талантливые изобретатели, но и выдающиеся художники и архитекторы. В числе мастеров, которые проектировали оружие и создавали эскизы его орнаментации, были Леонардо да Винчи, Альбрехт Дюрер, Бенвенуто Челлини, Жак-Луи Давид и многие другие. Работа старых оружейников поражает необыкновенным богатством и разнообразием декоративной отделки, в которой находит отражение общий стиль в искусстве, господствующий в той или иной стране.

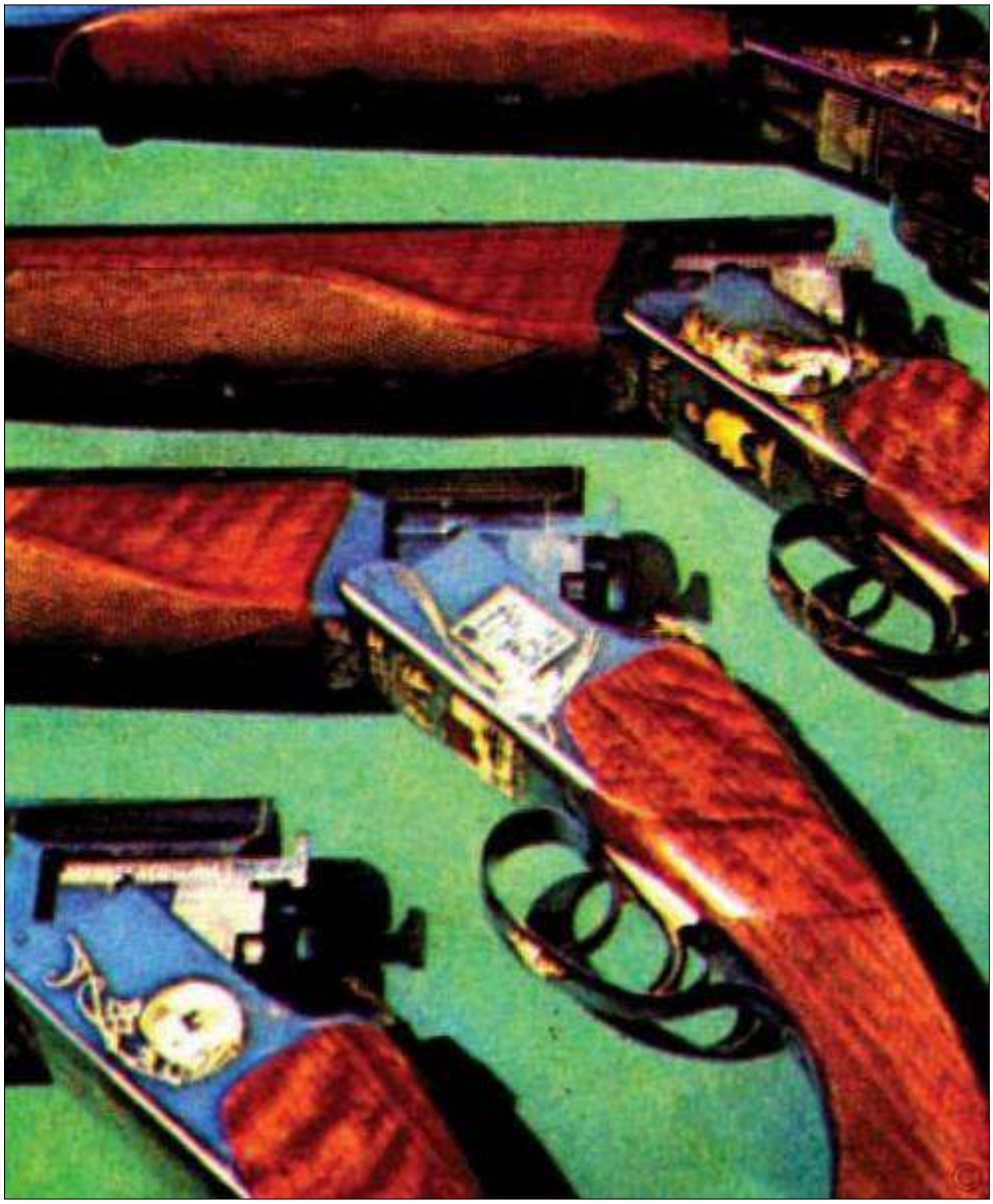
Особое внимание художественной отделке оружия мастера Европы стали уделять с начала XV века. Уже тогда они богато украшали аркебузы – первые образцы огнестрельного оружия – тяжелые, с

искривленным для упора в плечо ложем, снабженные простейшим приспособлением для воспламенения пороха тлеющим фитилем.

В России, издавна славящейся изделиями прикладного искусства, художественное мастерство оружейников достигло особенно высокого уровня благодаря учреждению Московской Оружейной палаты. Она была открыта в 1511 году. Изделия ее мастерской высоко ценили не только в России, но и далеко за ее пределами. Сохранился документ, свидетельствующий о том, что царь Борис Годунов в 1604 году посылал персидскому шаху Аббасу в подарок «два самопала дела московских мастеров». Вероятно, чтобы сделать такой подарок, нужно быть уверенным в высоких качествах оружия русской работы, в том, что оно выдержит соперничество с изделиями восточных мастеров.

В большой мастерской Московской Оружейной палаты изготовляли прекрасные образцы пистолетов с колесцовыми и ударно-кремневыми замками, а в 1679 году там был сделан скорострельный пистолет, экспонировавшийся спустя 200 лет на Международной выставке 1867 года в Париже.

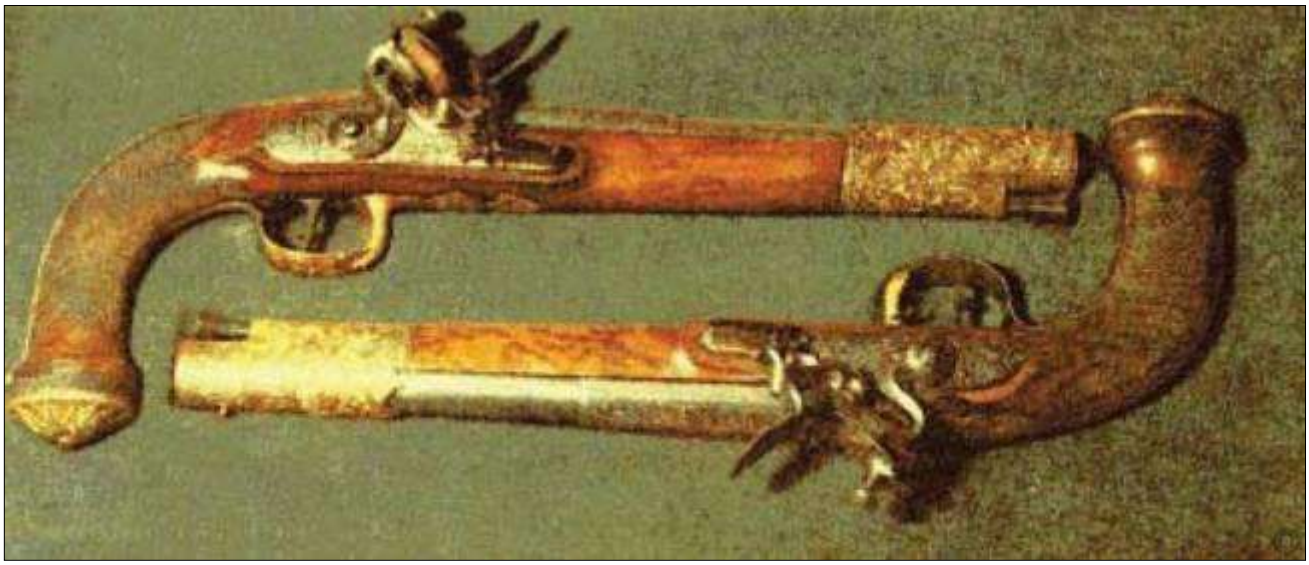
Знаменит своей гравировкой и *Ижевский оружейный завод* (см. рис. 6.11), особенно завод прославился знаменитыми автоматами (АК) во всем мире, конструктора стрелкового оружия генерал-лейтенанта, Михаила Тимофеевича Калашникова (1919–2013), который был отмечен за выдающиеся заслуги многочисленными наградами и премиями в нашей стране, также удостоен наград и другими государствами мира.



Тульский оружейный завод

Заметную роль в производстве отечественного оружия, и в особенности подарочных и парадных пистолетов, сыграл Тульский оружейный завод. Тульское художественное оружие отличалось высоким вкусом и тщательностью отделки. Кремневые пистолеты, затем капсюльные, а начиная с XIX века и барабанные револьверы отделывали необыкновенно богато, с гравировкой, золочением, серебрением. Отдельным их частям мастера придавали замысловатые, фантастические формы. Эти пистолеты и револьверы, подлинные шедевры прикладного искусства, можно увидеть в знаменитых собраниях оружия, в музеях Москвы, Тулы, в Эрмитаже. Изделия завода славились исстари, но особенно интересные были созданы пистолеты и винтовки во второй половине XVIII века (см. рис. 6.12, 6.13), более подробно можно прочитать в различных источниках о современном оружии и знаменитых тульских самоварах.

Все ножи изготовлены из простой и мозаичной дамасской стали известных тульских кузнецов входящих в гильдию мастеров оружейников России.





Фирма «Дамаск» в Москве существует с 2002 года, полученная лицензия дает право на производство гражданского холодного клинкового оружия, художественную отделку гражданского огнестрельного оружия без внесения конструктивных изменений в его основные части (см. рис. 6.14, 6.15).

В состав дамасской стали входят пять марок с разным содержанием углерода. Количество слоев начинается с 350 и может доходить до 10000.

Дамасская сталь – это многослойная конструкция с чередованием слоев с высоким и низким содержанием углерода, для получения твердой и эластичной конструкции.

В отделке всех изделий использованы ценные и экзотические породы дерева, а также золото, серебро, драгоценные и полудрагоценные камни. Все ножи имеют разборную конструкцию.





6.2. Искусство миниатюры

Для многих оружейных школ, мастерских и заводов своеобразной и давней традицией стало изготовление миниатюрных моделей оружия. Особого внимания заслуживают работы тульских мастеров, выпускавших отдельные образцы еще в конце XIX века. В 90-е годы были изготовлены два шестизарядных револьвера системы Леворше калибром 1 мм под гильзу со шпилечным воспламенением заряда. Эти револьверы свободно помещаются в спичечной коробке. Отделаны они перламутром, рогом и золотом с ювелирной тонкостью. В Тульском музее оружия можно увидеть немало миниатюрного оружия: охотничьи ружья, винтовки, бронзовые пушки, гарпунное ружье и многое другое, что неизменно вызывает восхищение зрителей (см. рис. 6.12, 6.13 выше).

Однако уменьшенные копии оружия можно встретить не только в музеях. Коллекции, о которых пойдет речь, – домашнее собрание московского архитектора Владимира Исаевича Мороза. В Москве и в Подмосковье по его проектам построено немало зданий и архитектурных комплексов в прошлом веке.

Увлечение миниатюрами у В. И. Мороза началось еще с детства. Тогда это были модели старинных фрегатов и бригантин, макеты колокольни Ивана Великого, триумфальной арки Бове и всемирно известной церкви Покрова на Нерли. Вдохновленный искусством Палеха, Мстеры, Федоскина, он заинтересовался лаковыми миниатюрами.

Затем пришло увлечение оружием. Побудительным началом стало посещение Тульского музея оружия, поразившего необычайным богатством, красотой и самобытностью своего старинного собрания.

В. И. Мороз считал, что основная идея создания коллекции заключается в том, чтобы проследить в самых общих чертах эволюцию огнестрельного оружия, приемов и методов его *украшения.* Последнее обстоятельство открывает необыкновенно яркую страницу истории художественной обработки металла, дерева, кости, рога – материалов, применяемых и в народных промыслах и в оружейном деле (см. рис. 6.16).

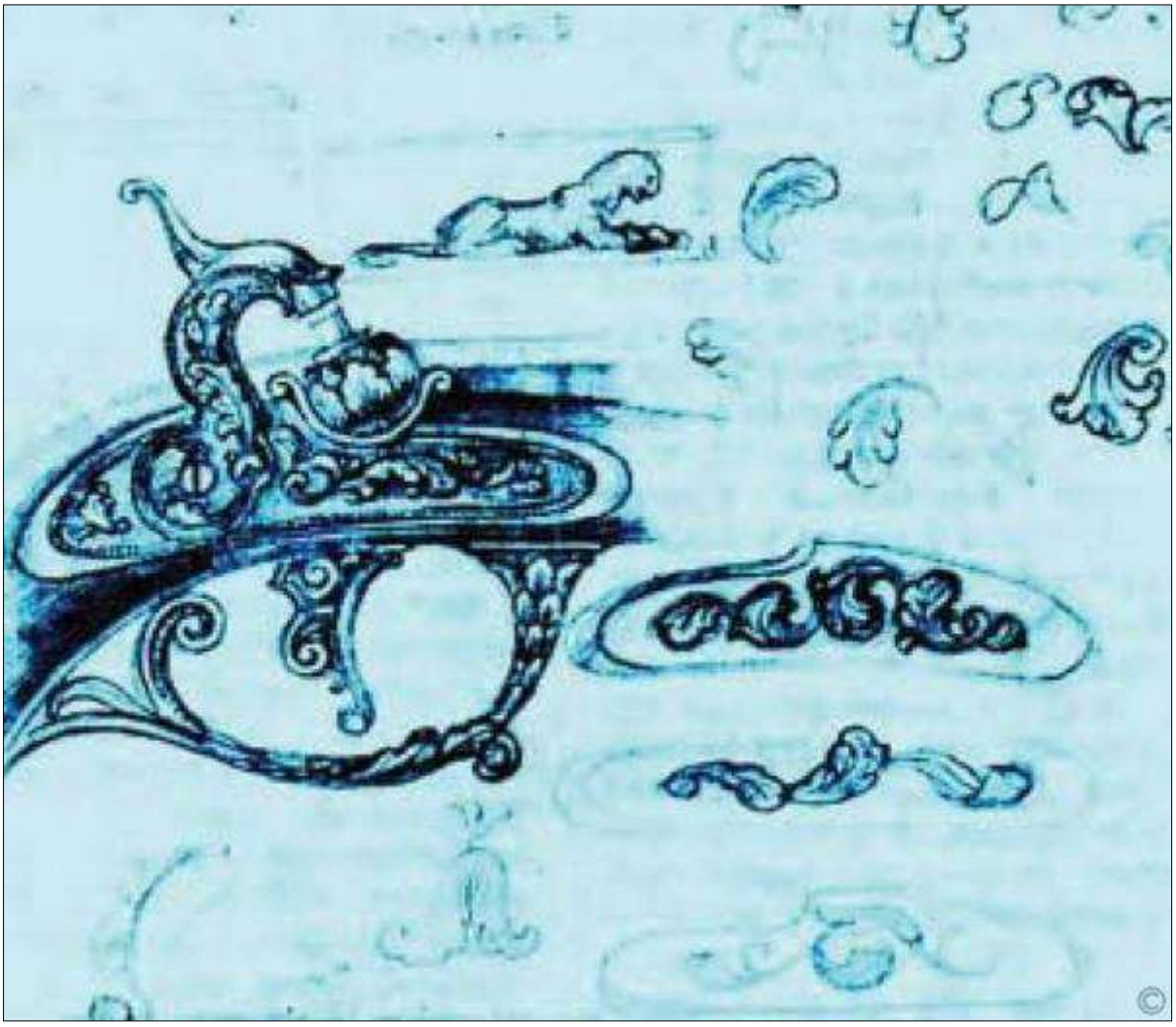


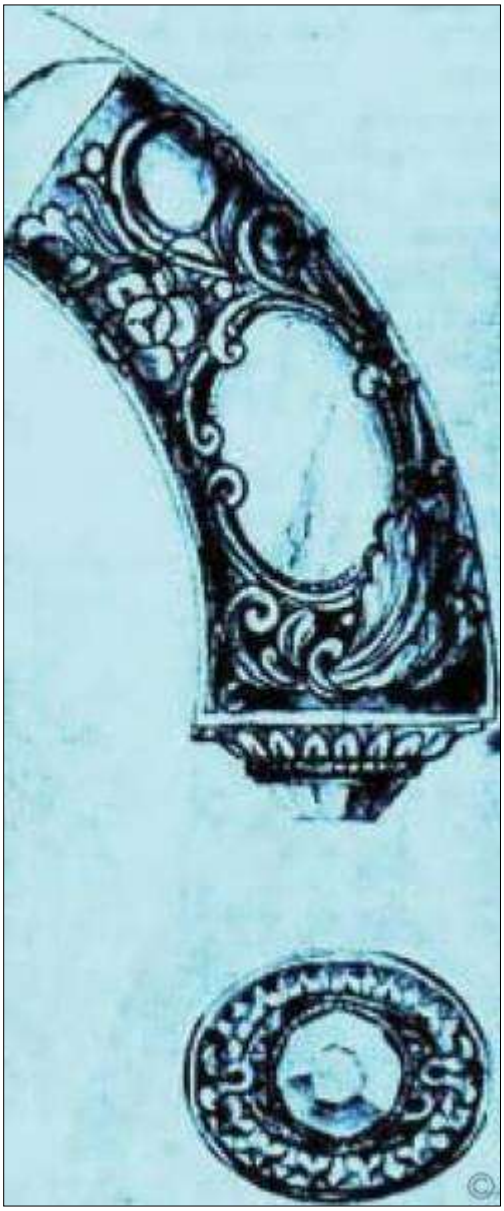
Он рассказывал корреспонденту журнала «Наука и жизнь» (см. № 1, 1983) Б. Стамблеру, что «… создание каждой миниатюры, а работа над ней длится 1–2 года почти ежедневного труда, предшествует знакомство с историей того или иного типа оружия, его конструкцией и, главное, – познание общей стилистической направленности его декоративной отделки. Затем начинается этап проектирования, кропотливые поиски конструктивного и декоративного решения, вычерчивание каждой детали в увеличенном масштабе и в натуральную величину. Потом следует изготовление деталей, подгонка и венчающее дело сборка». В. И. Мороз говорил, что «изготовление миниатюрных моделей – необыкновенно интересное и увлекательное занятие: ведь ему приходится выступать здесь и как конструктору, и как историку, и как художнику, и как умелому мастеру».

И все-таки наиболее интересной работой В. И. Мороз считал декоративное оформление. Он выполнял ее традиционными приемами старых мастеров-оружейников. У всех пистолетов стволы, курки, спусковые скобы и другие детали украшены гравировкой с конфарением (насечкой точками) фона. Один из капсюльных пистолетов декорирован методом тауширования (инкрустация металла металлом), а в отделке другого применена резьба по металлу с высоким рельефом.

В гравировке и резьбе преобладают мотивы растительного орнамента с различными вариациями акантового листа, традиционно заимствованного оружейниками из греческой архитектуры. Некоторые пистолеты украшены изображениями зверей, птиц, скачущих всадников. Замочные доски и поддоны изготовлены из серебра и латуни и также покрыты гравировкой (см. рис. 6.17, 6.18).

Для *воронения* ружейных стволов, не только миниатюры, но и настоящего боевого и охотничьего оружия, их поверхность смачивается разбавленной азотной кислотой. Вещи дают просохнуть, снова смачивают, и так продолжают, пока не получат желаемый цвет и надлежащую прочность. Затем поверхность оружейного ствола покрывают масляным лаком.





Материалом для изготовления лож после долгих поисков и проб была избрана плотная, мелкослойная древесина: черное дерево, железное дерево, красное дерево, бук и выдержанный орех. Ни пластмассы, ни даже янтарь не давали такого эффекта. Вообще отделке лож мастера всегда придавали особое значение.

Оружейники Москвы и Тулы еще в середине XX века достигли в этом необыкновенного мастерства. Они украшали ложи богатой резьбой и инкрустацией металлом, костью, рогом, перламутром, врезали в дерево пластины из золота и серебра с чеканным или гравированным рисунком. Следуя традициям, В. И. Мороз украшал ложи своих миниатюрных пистолетов тончайшим узором из серебряной проволоки, утопленным в черный орех, резным орнаментом по черному дереву, врезными гравированными пластинами.

Замысел каждой миниатюры вынашивается долгие месяцы, а иногда и годы. Ему предшествует дотошное изучение книг, посвященных этому вопросу, частые походы в Исторический музей, Оружейную палату, Музей Вооруженных сил России, Тульский музей оружия, посещение многих выставок и экспозиций прикладного искусства и т. д.

Мастер оружейной миниатюры Вячеслав Корноухов в Туле занялся изготовлением крошечных пистолетов и автоматов 10 лет назад. Искусный продолжатель славной традиции миниатюры – Константин Сушкин. За выдающиеся заслуги в оружейном деле в 1999 году ему была вручена медаль Калашникова. Миниатюры Сушкина известны во всем мире. «Я делаю и современное, и историческое оружие, – говорит мастер-оружейник, – историческое мне нравится больше: совсем другая эстетика. Их красиво украшали».

«Мне все равно, что и из чего делать: могу и кандалы, и ножи, и ювелирку», – так сказал тульский мастер Максим Горбунов корреспонденту программы «Вести-Тула» в 2007 году. Отец будущего умельца дал сыну молоток, когда мальчику исполнилось 6 лет. Тогда Максим занимался чеканкой в кружке. Навык остался на всю жизнь.

Сейчас востребованы оружейные миниатюры. У бизнесменов и олигархов стало модно дарить друг другу тульские игрушки. Например, у Анатолия Чубайса есть крошечный пистолет.

«Я видел, как взрослые серьезные люди берут в руки игрушку, и в них просыпается ребенок», – говорит новый тульский «Левша». Некоторые миниатюры Максим Горбунов делает сам, а некоторые – совместно с другими мастерами.

6.3. Организация и оснащение рабочего места гравера

Граверные работы далеко не всегда могут быть механизированы, хотя при желании можно приобрести современное оборудование (см. ниже), поэтому снижение трудоемкости и повышение качества гравирования во многом зависит от совершенства применяемого инструмента и мастерства художника-дизайнера в декоративно-прикладном искусстве.

Граверные работы делятся на следующие основные группы: 1) гравирование надписей, орнаментов и украшений; 2) изготовление ударных клейм, штемпелей и клише; 3) изготовление различных накатных матриц и рельефных изображений на пуансонах штампов.

К квалификации гравера, особенно гравера-ювелира предъявляют высокие требования: выполняемая ими работа сложна, и поэтому гравер и ювелир должны обладать художественным талантом и высокой культурой труда.

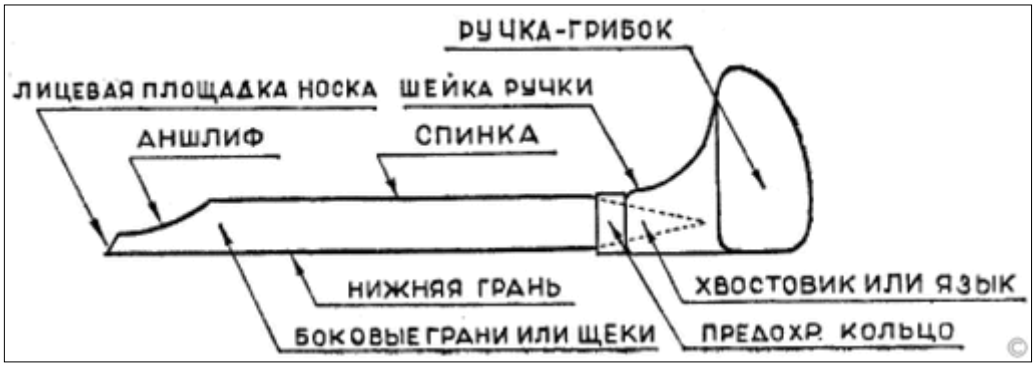
Производительность труда гравера в значительной степени зависит от правильной организации рабочего места, его оснащенности всем необходимым инструментом и различными вспомогательными приспособлениями, облегчающими его труд. Рабочее место гравера или ювелира должны быть оборудованы в соответствии с выполняемой работой.

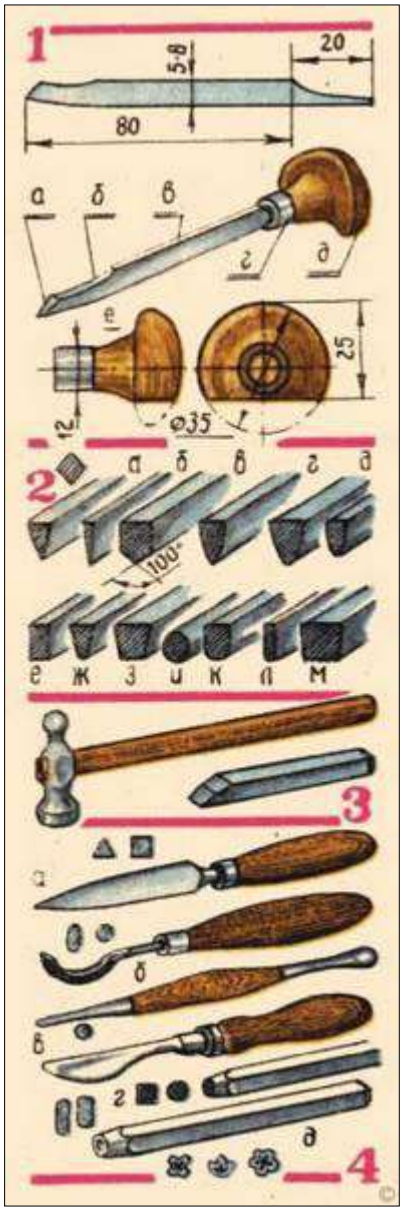
Отсутствие необходимой оснастки, инструмента и приспособлений, беспорядок в хранении инструмента и чертежей снижают производительность труда и качество работы.

Резцовая гравировка выполняется вручную металлографическими резцами, так называемыми штихелями. В силу тонкости гравировальных работ, к штихелям предъявляются высокие требования в плане твердости, сопротивляемости истиранию, гладкости рабочей поверхности. Но это вовсе не значит, что их невозможно сделать самостоятельно. Итак, что же представляют собой **штихели?**

Названия гравировальных и закрепочных штихелей в ювелирном деле сохранились старые, данные этим инструментам еще в Германии средних веков (см. рис. 6.19 и 6.20).

Набор штихелей профессионального мастера разнообразен. Разнятся они по форме и размерам рабочей поверхности. Состоит штихель из двух деталей – клинка и рукоятки. Рукоятка выполняется из прочной лиственной породы древесины – березы или бука. Для прочности соединения рукоятки с клинком на нее надевается металлическое кольцо. Для удобства при работе рукоятке штихеля придают грибовидную форму. Нижнюю часть рукоятки (немного ниже уровня нижней грани клинка) срезают. Исполненная таким образом рукоятка удобно располагается в ладони. У них очень мудреные названия, но пусть они вас не пугают, каждому из них мы даем пояснение. По форме рабочей поверхности штихели различают.





Грабштихель – резец, имеющий в сечении треугольник, прямоугольник или ромб, применяется для гравирования тонких линий во время предварительной разметки рисунка на металле.

Болштихель (растровый штихель) – резец с сечением круга, овала, полукруга или полуовала. Его боковые поверхности цилиндрические. Болштихелем можно вырезать в металле желобки шириной от 0,1 до 5 мм, гравировать криволинейные углубления узоров, шрифтовых надписей, моделировать выступающие элементы изображений. Болштихелем выбирают углубленные участки фона. Тонкие болтштихели можно сделать из стальных игл и спиц различной толщины. Поскольку клинок из иглы не может быть достаточно жестким, его насаживают на удлиненную рукоятку. Кстати, удлиненные рукоятки применяются также для коротких клинков всех типов штихелей.

Флахштихель (плоский штихель) – имеет в сечении прямоугольники и трапеции, его задняя грань плоская и всегда параллельна спинке. «Флах» означает «плоский», «ровный». Флахштихель применяются для обработки плоских и криволинейных поверхностей различной конфигурации. Флахштихелем гравируют канавки с плоским дном шириной от 0,5 до 5 мм. Применяется он и для удаления металла при углублении фона.

Шпицштихель (вырезной штихель) – резец, имеющий в сечении форму остроугольного треугольника, у которого две боковых стороны представляют собой дуги. «Шпиц» означает «острый». Спинка у шпицштихеля плоская, а боковые грани выпуклые. Он применяется при самых разных граверных работах и, пожалуй, является наиболее универсальным инструментом. Им размечают рисунок, прорезают контуры изображения, подрезают остроугольные элементы гравировки в узорах, подправляют незначительные искажения. Ширина верхней грани (спинки) шпицштихеля колеблется от 1 до 4 мм, угол между боковыми гранями также варьируется. Сами боковые грани клинка слегка выгнуты наружу и представляют собой дуги. Спинка делается совершенно плоской. След шпицштихеля на поверхности металла – прорезная канавка. В зависимости от наклона инструмента и прилагаемого к нему усилия получают либо поверхностную, либо углубленную канавку. Боковой поверхностью шпицштихеля можно проводить широкие линии.

Фасетштихель – его боковые грани совершенно плоские и параллельны друг другу. Спинка также плоская и располагается строго перпендикулярно боковым граням. Ширина спинки – 1,5–3 мм. Полотно клинка выполняется в виде двух сходящихся под углом 100° граней. Фасетштихелем проводят не очень глубокие широкие линии.

Шатирштихель (или фаденштихель) – штриховый резец. Если на нижней грани флахштихеля нарезать продольные боковые бороздки с острыми гребнями, получится шатирштихель. При проведении кончиком такого резца по металлу на его поверхности образуются параллельные штрихи. Оба названия этого штихеля отражают особенности инструмента. «Шатир» означает «тушевать», оттенять, так как штихель используется при нанесении на металл теней и полутонов в штриховых гравированных рисунках. «Фаден» означает «нить» – резцом можно проводить нитевидные штрихи.

В дополнение к перечисленным штихелям можно сделать еще и мессерштихель, он показан на рисунке 6.20, позиция 2 б.

Мессерштихель (прорезной штихель) – резец с ножеобразным клинком. Резцы этого типа в поперечном сечении имеют форму вытянутого остроугольного треугольника, как у полотна обычного ножа. Отсюда и немецкое название – «мессер» означает «нож». Этот резец дает возможность делать тончайшие порезки, почти волосяные, сильно углубленные линии. Для жесткости спинка мессерштихеля должна быть шириной не мене 2,5 мм.

Для резцов подходит углеродистая инструментальная сталь У8, У10 или У12А. Легированная сталь ХО5, ХБ5 хотя и лучше держит заточку, но уступает резцам из углеродистой стали в звонкости штриха при гравировании рукописных шрифтов и монограмм «под глянец». Очень прочные и износостойкие инструменты можно выковать из обойм отслуживших шарикоподшипников. Несмотря на различие сечений, все клинки делаются одинаково. Каждый клинок должен иметь плавный изгиб, благодаря которому кончик его будет слегка приподнят. Верхняя грань клинка называется спинкой, нижняя – задней гранью. В передней части клинка выбирают продолговатую наклонную или дугообразную заточку, так называемый *аншлиф.* После заточки резца между аншлифом и режущими кромками клинка образуется площадка – носок. Чем меньше носок, тем удобнее наблюдать за процессом резания при гравировании.

Изготовление штихелей начинается с опиловки напильниками прямоугольных стальных заготовок длиной 90–100, шириной 9–10 и толщиной 2–3 мм. Им придается форма, напоминающая в поперечном сечение клин. При окончательной обработке образующие клин боковые грани шпицштихелей делают слегка выпуклыми, амессерштихелей – плоскими. Изготавливая штихеля, надо соблюдать следующие обязательные условия: 1) поперечное сечение резца должно быть одинаковым по всей его длине; 2) нижняя грань резца быть прямой или с незначительным плавным внешним округлением от середины клинка к носку; 3) режущая грань, полукруглая в сечение, должна иметь постоянную ширину или небольшое расширение в сторону режущей кромки.

У незакаленного штихеля сверху делается скос (тогда после закалки легче будет выточить аншлиф на механическом точиле), а с противоположной стороны запиливают ли выковывают плоский язык для насадки для ручки. Готовые резцы не следует полировать: блестящий металл бликами раздражает глаза и в работе полированные штихеля неудобны, выскальзывают из пальцев.

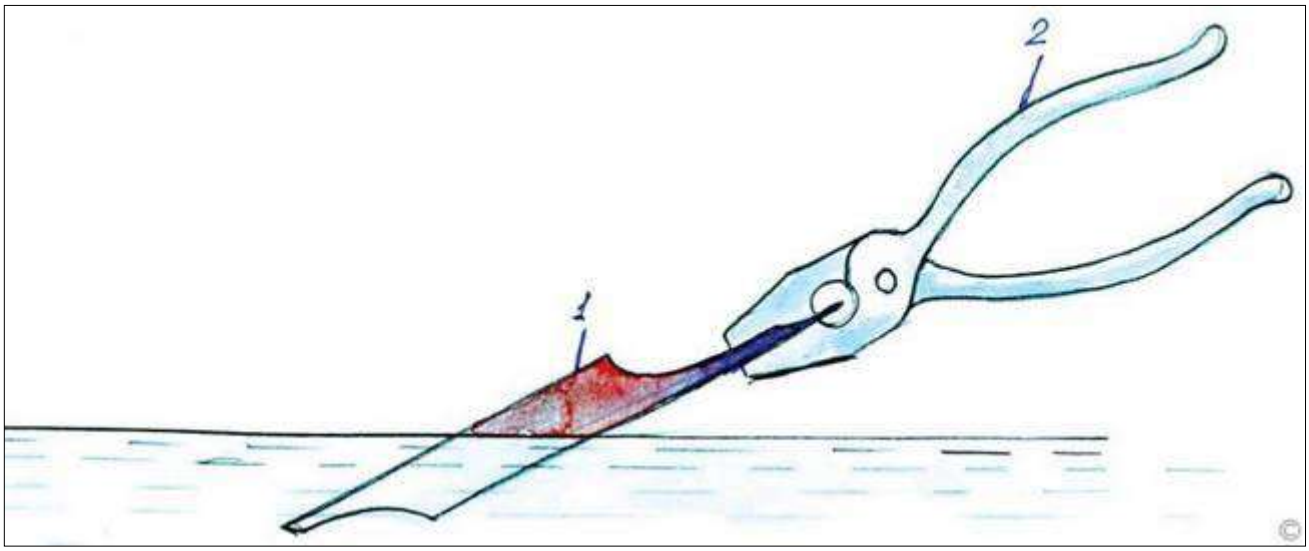
Следующая операция – *закалка.*

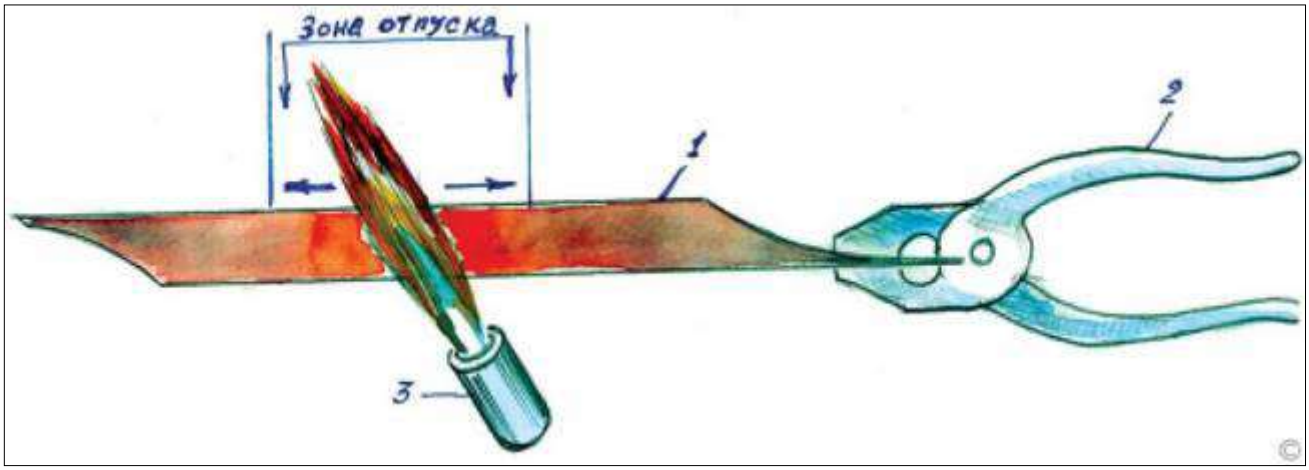
После опиливания и шлифовки клинки закаливают. Закаливается, прежде всего, рабочая режущая часть клинка. Клинок берут щипцами или плоскогубцами за хвостовик и нагревают на огне до красного каления.

Обточенную заготовку резца накалите до светло-малинового цвета (примерно до 800 °С), после чего опустите в машинное масло или воду на две трети ее длины (рис. 6.21).

Чтобы избежать образования хрупкой границы между закаленной и сырой частями клинка, уровень погружения быстро изменяют. Частичная закалка штихеля делается не только потому, что в практической работе резец редко используется более чем наполовину своей длины, но прежде всего для того, чтобы он не сломался при забивке ручки и особенно во время работы. Поломка клинка в хвостовике может привести к серьезной травме руки.

Для снятия напряжения и хрупкости закаленные и зачищенные от окалины штихеля подвергают отпуску. Поместите штихель над слабым огнем (можно в пламени спиртовки или газовой горелки), внимательно наблюдая за цветами побежалости (рис. 6.22). Доведя металл до желто-соломенного цвета, необходимо быстро охладить его в воде. Таким же способом производят закалку и отпуск чеканов и др. режущих инструментов.





После отпуска штихеля можно насаживать на деревянные ручки. Удлиненные шейки ручек позволяют подогнать штихель точно по руке. Наиболее удобным в работе будет штихель, носок которого в рабочем положении выступает на большой палец на 15–20 мм. На ручку насаживается предохранительное металлическое кольцо диаметром около 10 мм, по центру шейки высверливают направляющее отверстие. Ручку набивают на резец, зажатый через прокладки в тисках, а затем с нижней части «грибка» скалывают сегмент (см. рис. 6.20, позиция 2).

Затачивание инструмента.

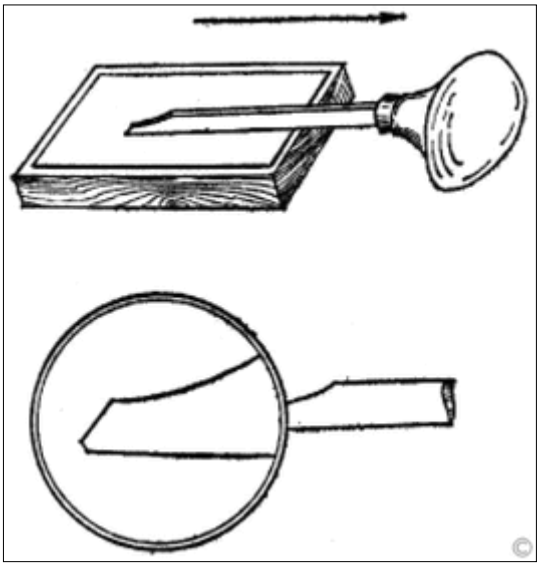
На смонтированных штихелях плоскими наждачными камнями или алмазными надфилями исправляют возможные после термической обработки искажения формы режущей грани. Завершают доводку режущей грани пришлифовкой на микрошкурках и полировкой окисью хрома (паста ГОИ), нанесенной на плотную бумагу или кожу. Все доводочные работы делаются на ровном плоском бруске (см. рисунки 6.20, позиция 4 и 6.23).

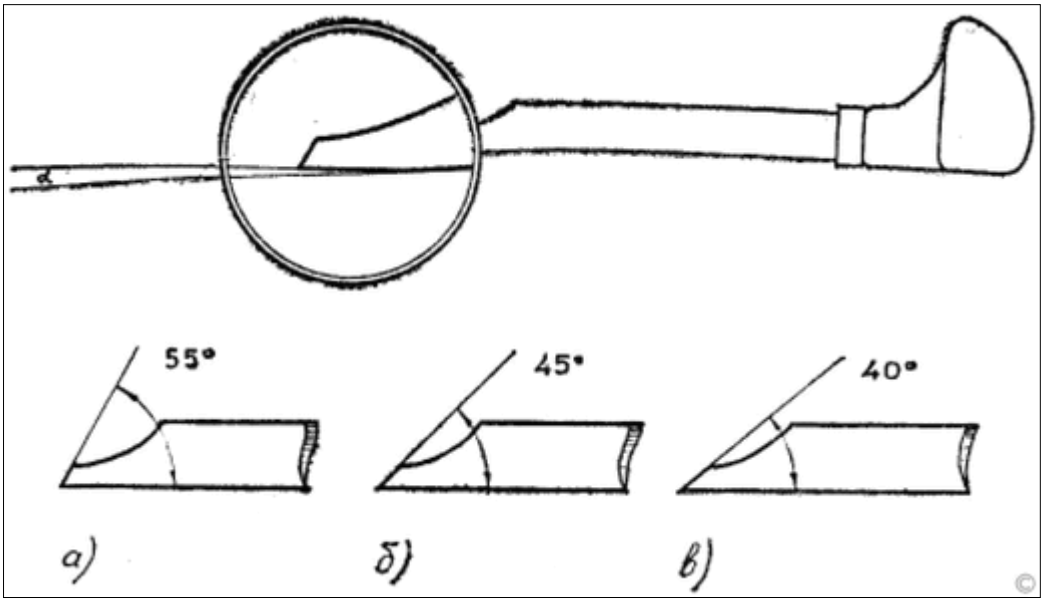
При окончательной доводке нужно выдерживать следующие требования: 1) движение резца во время продольной шлифовки и полировки режущей грани делаются только в одном направлении – на себя; 2) штихель при этом равномерно поворачивают вокруг своей оси, чтобы придать режущей грани форму полуэллипса; 3) в ходе доводки режущая грань не должна иметь никакого угла между любой своей образующей и плоскостью абразива, иначе на режущей кромке возникают микрофаски, препятствующие движению резца вперед или выталкивающие его вверх. Фаски образуются в завершающей фазе движения штихеля на себя, если ручка вскидывается вверх.

Дальнейшая доработка резца заключается в корректировке его важнейших рабочих углов.

Угол отрыва, обеспечивающий ход резца на заданной глубине и вывод его из металла в нужной точке, должен составлять для гравирования на плоскости приблизительно 4–5°. Он корректируется во время доводки режущей грани (см. рис. 6.24 и 6.26, позиция 1).

Угол заострения, определяющий в наибольшей степени качество резания, имеет переменную величину и зависит от твердости материала. Для гравирования по латуни он составляет 45°, при работе на твердых сталях может достигнуть 60°.





При отсутствии углеродистой стали хорошие резцы можно изготовить из надфилей различного сечения. Режущую часть штихеля необходимо заточить под углом 45–30° для мягких металлов (алюминия, меди, латуни, бронзы). Следует отметить, что чистый алюминий не очень хорошо поддается гравировке, поэтому мастера предпочитают почти с ним не работать.

Для обработки стальных поверхностей правку резцов выполняют только со стороны торца. Необходимый угол заострения получают на механическом точиле, а затем резец доводят вручную на мелкозернистых брусках типа «индий» или «арканзас», смоченных смесью равного количества машинного масла и керосина. Во время ручной заточки нужно следить, чтобы не исказилась геометрия режущей кромки. Оставшиеся мельчайшие заусенцы снимают ударом резца о твердую древесину.

Для проверки остроты заточки штихеля опытные граверы поступают так: берут штихель в правую руку и, слегка придерживая его пальцами, острием касаются ногтя большого пальца левой руки. Если штихель достаточно острый, он будет вонзаться в ноготь от незначительного усилия, если тупой – резец будет

проскальзывать по его поверхности. Предупреждаем, резец надо направлять по касательной относительно поверхности ногтя: круто направленный резец не будет скользить, даже будучи очень тупым (рис. 6.26).



Чтобы облегчить ручную заточку штихеля, надо оставлять минимальную лицевую площадку носка (1,5–2 мм) при выточке аншлифа на механическом наждаке.

Для обработки стальных поверхностей резцы должны быть заточены под углом 60°, а правку их во время резьбы выполняют только со стороны торца.

Так же затачивают зубильца, сечки и пуансоны. Угол заточки пуансонов должен составлять 90° к его оси. Чтобы заточка получилась точной, используют деревянный брусок с вырезом. Пуансон прижимают к вырезу и, передвигая брусок по поверхности оселка, затачивают инструмент.

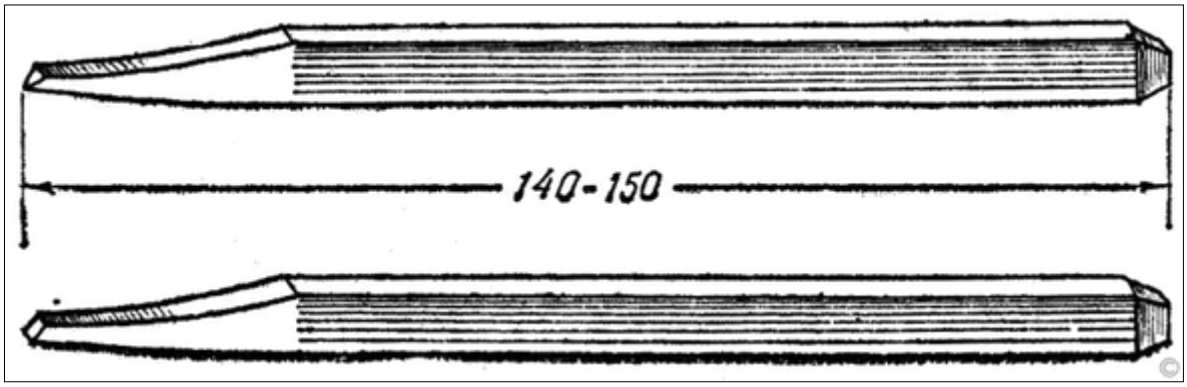
Хранить штихели нужно на деревянной подставке. Наиболее распространены круглые подставки с вращающимся деревянным диском, который позволяет быстро найти нужный инструмент. Можно также

сделать несколько подставок для каждого вида штихелей. В одной подставке можно держать, например, шпицштихель, в другой болштихели и т. д.

Зубильца и сечки. Есть смысл провести грань между двумя видами граверных работ – плоскостным (или двумерным) и обронным (трехмерным) гравированием. При линейном гравировании поверхность обрабатывается на небольшую глубину. При сохранении первоначального уровня фона вырезается узор в виде канавок различной конфигурации. При обронном гравировании, за счет выборки металла на поверхности создается рельефный узор. Выделяют два вида обронного гравирования: выпуклое (иначе позитивное) и углубленное (иначе негативное). При выпуклом гравировании выделяют рисунок, а общий фон вырезают так, чтобы он выглядел «утопленным» по сравнению с рисунком. В результате углубленного гравирования получают противоположный результат – фон выступает, а рисунок утоплен. Безусловно, трехмерное гравирование предполагает большой объем работ по выбиранию металла. Соответственно и инструмент должен быть внушительный. Представлен он сечками и зубильцами.

Зубильца представляют собой стальные стержни толщиной от 6 до 10 мм и длиной 120–150 мм (рис. 6.26).

Зубильца имеют те же сечения, что и штихели. Зубильцам присваиваются аналогичные названия спицзубильце, флахзубильце, болзубильце. Рабочая поверхность зубильц также должна быть закалена, а угол заточки определяется материалом, для работы с которым они предназначены.



Изделие или деревянную колодку с изделием закрепляют в тисках, лучше поворотных. Короткими ударами молотка по ударной части Зубильца продвигают его в намеченном направлении. Толщину срезаемой стружки регулируют наклоном Зубильца относительно поверхности гравируемого изделия. Особенно большие участки выбирают сечкой.

Сечками называются плоские зубильца различной ширины с заточкой на одну сторону. Углубления с ровной поверхностью выбирают зубильцем с таким же сечением, как у флахштихеля, а с криволинейной поверхностью – как у болштихеля. Если металл выбирается на большую глубину, то для черновой обработки можно вначале применить круглое зубильце, а затем выровнять углубленную площадку плоским зубильцем.

Чеканы – инструмент почти такой же, как и для чеканки, но есть некоторые особенности. Чеканами осаживают металл, выравнивают отдельные участки в углубленной части рисунка, наносят на металл матовый штрих, обводят контуры рисунка и придают требуемую форму отдельным его деталям. Чеканы разнообразной формы обычно изготовляют сами граверы. Наиболее распространены грунтовальные чеканы, которыми осаживают металл между буквами и цифрами. *Мотуар* (чекан) изготавливают из квадратной заготовки инструментальной стали У8А размером 5×5 мм или 8×8 мм, длиной 80–100 мм, при этом рабочему торцу мотуара придают самые различные формы: круглые, прямоугольные, квадратные,

ромбические. Торец мотуара набивают острым керном и термически обрабатывают до твердости HRC 50–54.

В процессе работы мотуар захватывают пальцами левой руки и приставляют его рабочую часть к выбранной поверхности металла в гравируемой детали, затем правой рукой захватывают ручку граверного молоточка и легкими ударами по тыльной части мотуара устраняют неровности в углубленных частях детали. После этого в правую руку берут мастику, а в левую – изделие и делают оттиск, проверяя рисунок. Обнаруженные неровности на рисунке устраняют штихелями.

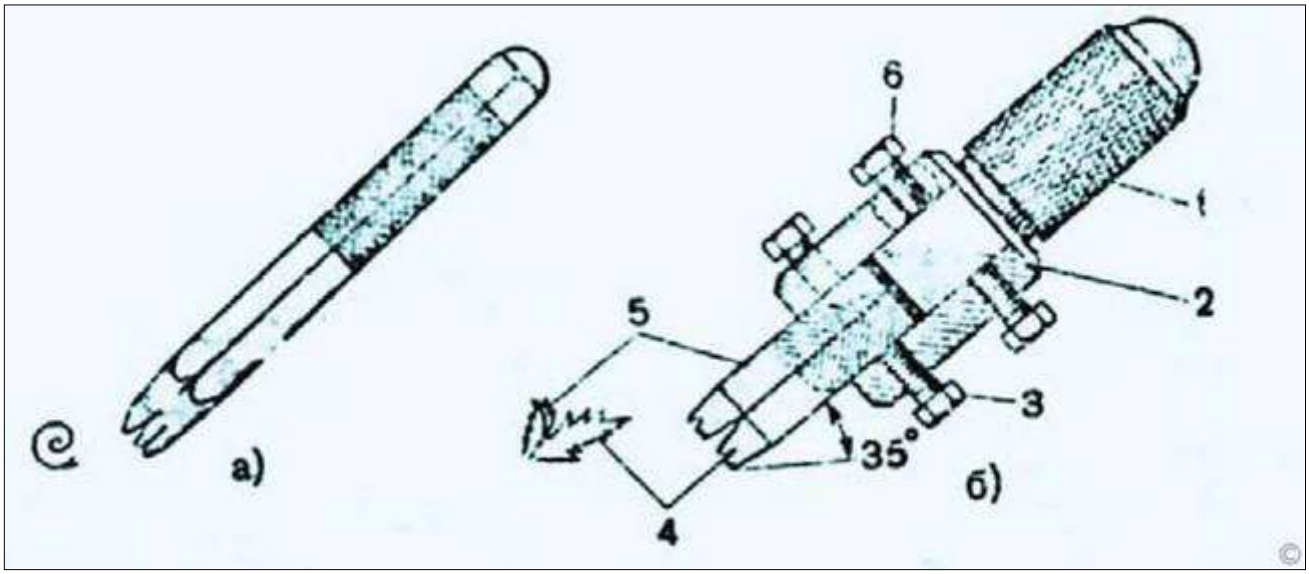
Клейма для букв и цифр изготавливают из стальной (У8А) заготовки при помощи штихелей, пуансонов («обработчиков»), напильников и надфилей. Прежде всего необходимо изготовить пуансон 1 (зэк), который имеет такую же форму, как и ударное клеймо с зеркальным изображением. Отличие такого пуансона в том, что изображение букв и цифр не рельефное, а углубленное и зеркальное.

Пунсоны изготовляют из стали У8А. на одном конце заготовки пуансона опиливают фаски под углом 30°, оставляя необходимый припуск на обработку, затем надфилями обрабатывают контур выступов внутри цифр и букв. Для контроля в процессе обработки пуансон необходимо периодически опробовать на алюминиевой пластинке.

Клейма используют для обработки различных материалов: стали, меди, сплавов, дерева и т. п. Для стали клейма изготовляют с острым контуром букв или цифр, для мягких сплавов – с притупленным контуром. При этом и скосы стенок клейм могут быть разными. Для клеймения твердых материалов угол конуса делают равным 60°, а для клеймения мягких материалов – 50°. Заготовку клейма центруют пуансоном и слегка ударяют по нему молотком. Полученную на заготовке клейма разметку внутреннего контура углубляют штихелем. Такой способ обработки облегчает и упрощает гравирование клейма (рис. 6.27).

Для облегчения и качественного выполнения сложных орнаментов в процессе гравирования детали применяют специальные клейма (рис. 6.27, а), с помощью которых выполняют отдельные элементы рисунка орнамента. На рисунке (6.27, б) изображена державка, в которой крепят одновременно два или четыре мелких клейма с изображением отдельных частей орнамента. Державка представляет собой цилиндрический боек 1 (оправку) с квадратным наконечником, на котором надета обойма 2. во внутренней части обоймы закреплены болтами 3 и 6 два квадратных клейма 4 и 5. Державку обоймы изготовляют из инструментальной стали 45 и термически обрабатывают до твердости HRC 40–45. Специальные клейма изготовляют тоже из инструментальной стали У8А. Заготовка имеет квадратную форму для того, чтобы удобнее было укладывать в обойму державки при вырезании штихелем и надфилем рисунка орнамента. Клейма, показанные на рис. 6.27, отличаются от обычных буквенных клейм тем, что рабочая часть, как внутреннего профиля орнамента, так и наружного контура обработана под углом 35°, а не 60°.

Подготовив пластинку, чертилкой намечают на ней линии, по которым будет нанесен рисунок орнамента. Клеймо с выбранным элементом орнамента приставляют к линии, и при легком ударе молотка орнамент переносится на гравируемую пластинку (рис. 6.28).





Затем клейма (рис. 6.28, а и б) переставляют в другую часть рисунка и снова ударом по нему молотка производят высадку отдельной части орнамента до тех пор, пока не будет выполнен общий профиль орнамента (рис. 6.28, а). Прежде чем произвести высадку клеймами (см. рис. 6.28) сложных частей орнамента, например листьев дуба или украшений на изделиях, необходимо нанести карандашом тонкие штриховые сопряженные линии по всему контуру рисунка орнамента. После этого осторожно, чтобы не испортить рисунок, ставят клеймо под углом 90° и четким ударом молотка по клейму оставляют четкий рисунок орнамента на пластинке. Сделав одну часть рисунка, вынимают эти клейма из державки (см. рис. 6.28, б) и устанавливают другой набор клейм с рисунками (рис. 6.28, б, в). Такие же приемы используют и при получении кривых линий, сопряженных со спиральными линиями (рис. 6.28, г).

Молоток. Металлический молоток главный ударный инструмент для граверных работ. Он должен быть удобным и достаточно легким (80–100 г), с круглым сечением рабочей части и плоским или сферическим бойком (см. рис. 6.20, позиции 3–4).

Шабер. Для чистовой отделки металлических поверхностей и для удаления случайных порезов и царапин применяют шабер. Наиболее ходовые шаберы – трехгранные и четырехгранные. Их можно изготовить из аналогичных по форме напильников, сточив с рабочей части насечку и соответствующим образом заточив.

Рифель. В качестве вспомогательных инструментов гравер применяет напильники и надфили разных сечений с изогнутым полотном – это и есть рифели. Они применяются для удобства проникновения в труднодоступные места со сложной конфигурацией. Перед тем как придать надфилю задуманную форму, его накаляют на огне докрасна, затем дают медленно остыть и обматывают рабочую часть изолентой, чтобы

при гибке не повредить насечку. Хвостовик надфиля зажимают в тисках и очень осторожно изгибают рабочую часть круглогубцами. Готовые рифели закаляют так же, как и клинки штихелей.

Лощильник (или гладилка). Этот инструмент предназначен для полирования отдельных участков металла, особенно после обработки их шабером. Рабочие части лощильников могут иметь разнообразные формы, облегчающие доступ в те или иные фигурные места. Рабочая часть лощильника должна быть тщательно отполирована. Удобные и надежные сферические лощильники можно сделать из шариков от подшипников качения. Шарик приваривают к стальному стержню, который затем насаживают на деревянную рукоятку.

Пуансоны и **матики.** применяются на завершающем этапе граверных работ. Изготовляют пуансоны из инструментальной стали квадратного сечения толщиной 6,7 и 10 мм. Длина таких прутков составляет соответственно 6,5, 8,5 и 10 см. рабочему концу пуансона придают легкую конусность, а на образовавшемся округлом торце гравируют некое законченное изображение. Это может быть буква, цифра, элемент геометрического изображния (круг, овал и др.). Или стилизованного цветочного (лепесток, листик, завиток) орнамента, а также елочек и всевозможных завитков. Рельефное изображение на рабочей части пуансона вырезает сам гравер. Изображение может быть нанесено позитивно (выпукло) или негативно (углубленно). Приставляя торец пуансона к необходимому участку поверхности, молотком наносят удар по его ударной части. В результате на поверхности получается позитивный или негативный отпечаток вырезанного на торце элемента. Чтобы металл инструментов податливей принимал сообщаемую им форму, желательно перед обработкой пуансоны отжечь, т. е. сделать отпуск, а затем закалить вновь. Применение пуансонов значительно облегчает труд гравера, сокращает срок отделывания мелких деталей изображения.

Матики предназначены для фактурной обработки металлической поверхности, например фона. Рабочую часть матика опиливают в виде усеченного конуса, на торце которого гравируют пересекающиеся углубленные линии. Рельеф на рабочей части матика можно получить и другим способом – торец стержня устанавливают на насечку напильника и ударом молотка получают рельефный оттиск. После механической обработки матики закаливают.

Колодки. Чтобы изделие (или отдельные детали) удобно было гравировать, его закрепляют на деревянных колодках. Если гравируемая заготовка имеет поля, которые потом будут обрезаться, то ее прикрепляют к колодке мелкими гвоздиками. Форма колодок зависит от характера изделий. Небольшие заготовки крепятся на колодках, имеющих форму бруска или цилиндра. Большие металлические пластины крепятся на досках. Для браслета, перстня или кольца выстругивают круглую колодку соответствующего диаметра с небольшой конусностью, благодаря которой надетые на такие колодки изделия удерживаются очень прочно.

Чтобы закрепить на деревянной колодке небольшое изделие, на ее поверхность наплавляют слой сургуча или канифоли толщиной примерно 5 мм. Затем вдавливают разогретую деталь, как только сургуч или канифоль застынут, приступают к гравированию. Предварительно зажав болванку с одетой на нее заготовкой в тисках или другом зажимном инструменте.

Для закрепления объемных изделий профессионалы пользуются специальными шаровыми тисками (см. рис. 6.29, позиция 1 б, позиция 3 а).

Шаровые тиски представляют собой сплошной чугунный шар диаметром около 13 см и массой до 15 кг. Их устанавливают на специальных подушках с песком. Шаровые тиски – наиболее удобные и универсальные. На верхней площадке шара имеется прямоугольный паз, в котором размещено зажимное приспособление, состоящее из двух параллельных пластин. На одной из пластин укреплены два направляющих стержня, на которые надеты пружины. Благодаря пружинам пластины после освобождения зажимаемых в них деталей возвращаются в исходное положение. Прежде чем зажать в тисках какую-либо

деталь, внизу между пластинками вставляют металлическую прокладку, соответствующую ее габаритам. Зажимной винт тисков имеет металлическое кольцо, в которое вставляют штырь, если необходимо более прочно зажать гравируемую деталь.

Установленные на кожаной подушке или манжете тиски легко принимают любое положение. Их можно поворачивать, наклонять так, чтобы закрепленное в тисках изделие принимало удобное для гравирования положение. Например, при гравировании кривых линий тиски вместе с изделием равномерно поворачивают навстречу штихелю.

Но шаровые тиски удобны только при гравировании резцом. Если же какие-то участки необходимо обработать зубильцами, то крупное изделие зажимают в поворотных слесарных тисках с деревянными прокладками, предохраняющими его от повреждений. Небольшие детали закрепляют в тисочках с плоским основанием, которые устанавливают на круглой кожаной или брезентовой подушке.

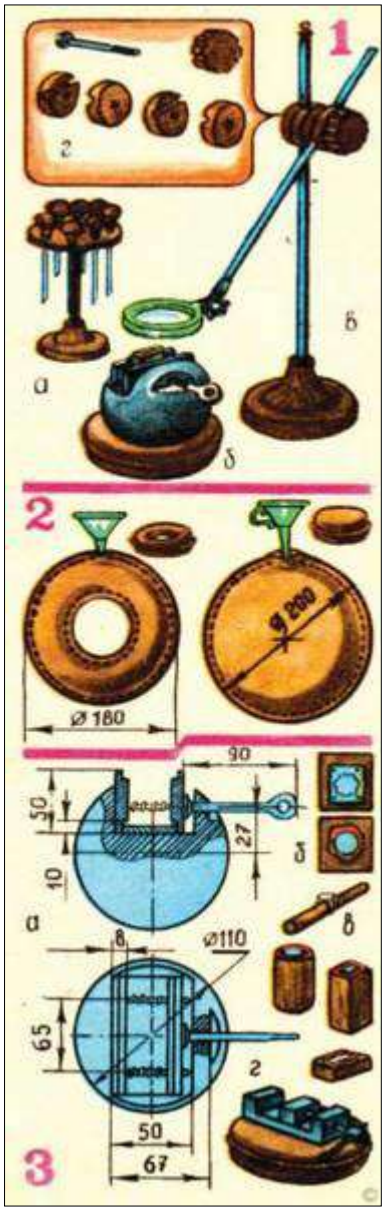
Изготовление подушки и манжеты. Для гравировки мелких изделий необходимо изготовить гравировальную подушку (см. рис. 6.29, позиция 2). Из толстого брезента или кожи необходимо вырезать два круга диаметром 200 мм. Затем, отступив от края на 5 мм, сшить круги, но не до конца. Вывернув на изнанку полученный мешок, снова прошить вдоль края, оставив небольшое отверстие для засыпки песка. Мешочек замачивают в теплой воде на 15–20 минут. Затем вынимают из воды и отжимают. Мешочек немного растянется и после набивки, высыхая, он подсядет и набитая подушечка станет упругой. Песок необходимо взять речной, промыть и просушить его. Засыпать песок в подушку можно с помощью воронки или бумажного конуса. Туго набить подушку и тщательно зашить отверстие. Этим же способом изготавливается кожаная манжета, служащая опорой шаровым тискам (рис. 6.29, позиция 2).

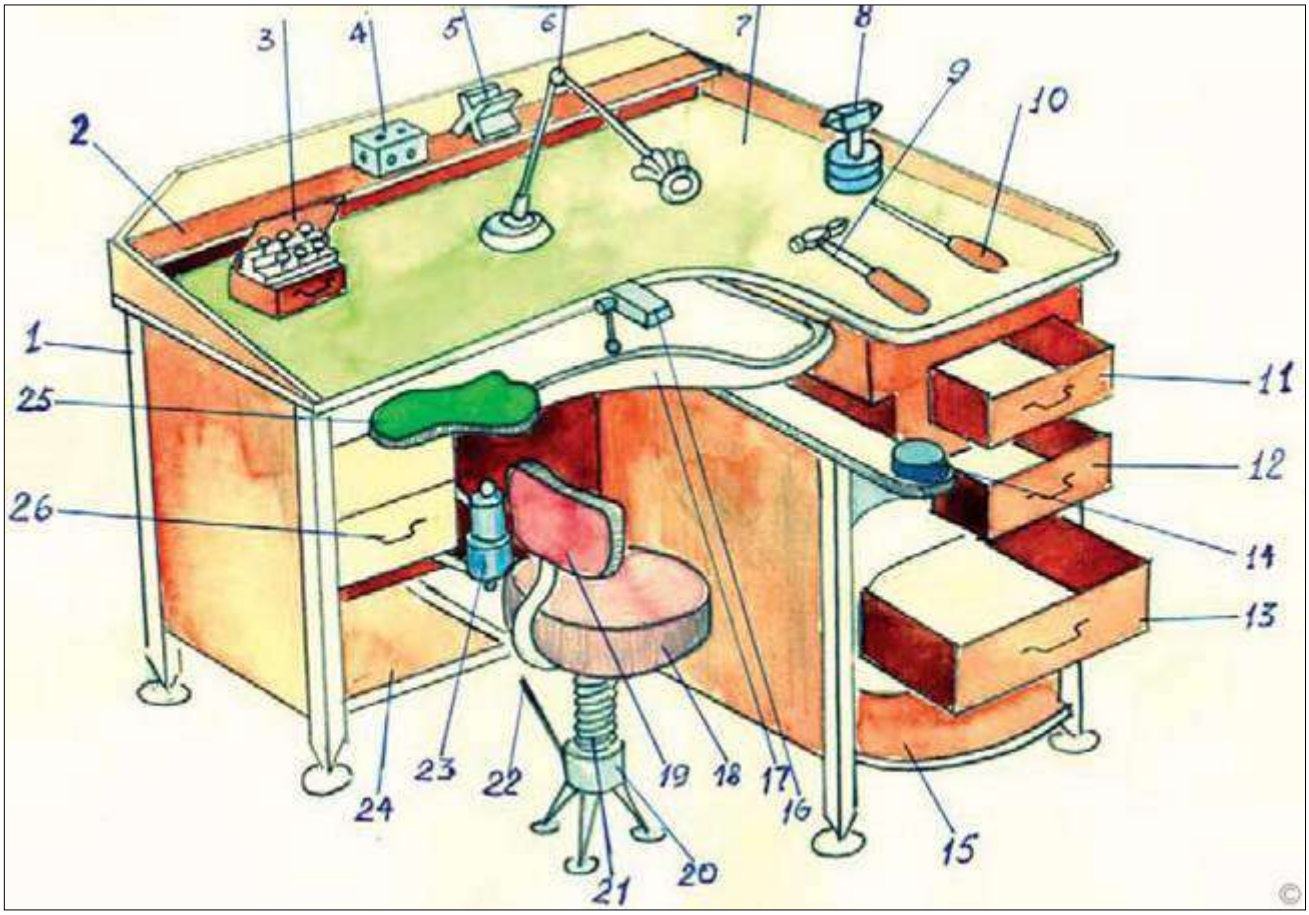
Штатив с лупой. При гравировке мелких деталей пользуются лупой, укрепленной на штативе с массивным основанием. Лупа крепится шарнирами так, чтобы ее можно было расположить на нужном уровне и под любым углом к детали. На рисунке показано устройство простого универсального зажима. Он состоит из четырех кружков, вырезанных из многослойной фанеры или пластмассы. В центре каждого кружка проделано отверстие для зажимного болта. В одной паре кружков, соединенных и зажатых вместе, сверлится отверстие, равное диаметру вертикального стержня подставки, а в другой паре – равное диаметру стержня лупы. Навинчивающуюся на болт гайку врезают в круглую рукоятку (рис. 6.29, позиция 1 в).

Кроме основного и вспомогательного инструмента граверу необходимо иметь ручную спиральнообразную дрель для высверливания отверстий в углубленных местах рисунков или цифр и букв. Такая дрель обычно состоит из деревянной ручки и спирального винта, по которому перемещается ручка. На конце винта дрели закреплен трехкулачковый патрончик с жатым в нем сверлом. Необходимо иметь наковальню массой 10–15 кг, небольшое точило, набор мелких сверл (до 5 мм), набор надфилей, напильников, ножовочный станок, лупу с десятикратным увеличением, металлическую линейку, чертилку, штангенциркуль и микрометр от 0 до 25 мм.

Верстак гравера должен быть установлен вдоль или поперек окон так, чтобы естественный свет падал на рабочее место равномерно и не давал ярких бликов или резких теней. Можно, конечно, работать и на любом устойчивом столе, но лучше изготовить верстак такой предлагаемой конструкции.

На рисунке 6.30 изображен самодельный универсальный ювелирно-граверный верстак. Данный верстак может быть использован не только на предприятии единичного производства, но и на предприятиях ювелирно-граверного производства, учебных мастерских по декоративно-прикладному искусству, так как в его конструкции предусмотрено все необходимое для удобства работы и повышения производительности труда.


1
а
б
в
г
2
Ø 180
Ø 200
3
90
50
27
10
8
ø110
65
50
67



Показанный верстак напоминает письменный стол с выступом с правой стороны на столешнице 7 для удобства опоры локтя правой руки, а с левой стороны имеется подъемно-поворотный подлокотник 25, который в процессе работы может выдвигаться и поворачиваться. Подушка подлокотника, изготовленная из поролона и покрытая дерматином или кожзаменителем, закреплена на металлической пластинке, к которой приварен подъемно-регулировачный винт. Подлокотник вращается на оси и крепится подъемно-регулировочным винтом в том или ином положении.

Каркас 1 верстака сварной и изготовлен из стали угловой размером 36×36 мм, а ножки из угловой стали 50×50 мм. Длина верстака 1100 мм, ширина с левой стороны 375 мм, а с правой с учетом выступа 775 мм, высота 875 мм. С боков верстак общит листовым железом толщиной 1–1,5 мм. Крышка 7 (столешницы) изготовлена из фанеры толщиной 25 мм и покрыта линолеум. Длина столешницы 1200 мм, ширина с левой стороны 425 мм, а с правой с учетом выступа 825 мм, общая высота верстака с крышкой 900 мм. Над крышкой с двух боковых сторон укреплены деревянные буртики, а с задней стороны они соединены с полочкой 2, где хранят призмы 4 и 5, инструмент, детали, предназначенные для гравирования. С левой стороны подлокотника 25 имеются два ящика, в которые вставляют настольные коробки 3 и 26 с набором штихелей и граверным инструментом. На правой стороне выступа верстака находится тумбочка с четырьмя деревянными выдвижными ящиками 11, 12, 13 и 15 для хранения чертежей, вспомогательного инструмента и готовых деталей. С левой стороны тумбочки под крышкой имеется выступ, в нижней части которого приварена к каркасу 1 стальная пятимиллиметровая пластина (полочка) для размещения бормашины и ударно-режущего инструмента (молотков, зубильц, чеканов и др.). На передней части полочки закреплена круглая наковальня 14 с резиновой подкладкой внизу во избежание шума при ударе молотком по выправляемой или вырубаемой детали. В центре верстака, напротив сидящего гравера, закреплен с двух

сторон винтовыми эксцентриками деревянный финагель 16, предназначенный для обработки на нем деталей. Под финагелем имеется выдвижной сборник 17, в котором собирается стружка.

Подъемно-поворотный стул может не только свободно поворачиваться в обе стороны, но и легко перемещаться вперед и назад за счет того, что в центре трубы 24 (опора для ног) приварена втулка, в которую вставлен палец консоли 23. В отверстие консоли вставлена труба кронштейна 22 (большая консоль), приваренного к втулке треноги 21 стула. При необходимости кронштейн 22 со стулом может перемещаться вперед и назад и закрепляется винтом консоли 22. при работе, сидя на стуле, ножки треноги 21, опираясь на пол, создают опору для корпуса тела работающего, но достаточно работающему встать со стула, как тут же спиральная пружина 20 разжимается и поднимает одновременно сиденье 18 со спинкой 19 и треногу 21 стула. Стул, приподнявшись от пола с помощью пружины 20, легко поворачивается на оси 23 консоли и свободно убирается под крышку верстака.

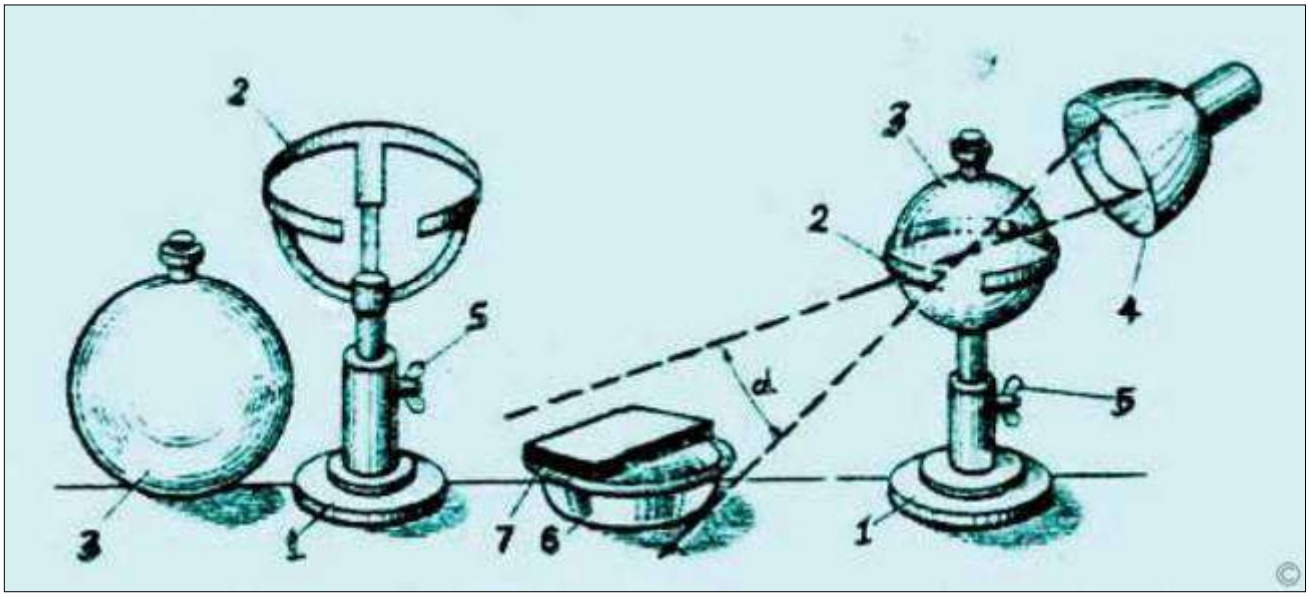
Для исключения непредвиденных потерь времени в процессе работы рекомендуется особо обратить внимание на раскладку вспомогательного инструмента перед началом работы в такой последовательности, чтобы он всегда был под руками: с правой стороны следует укладывать молотки 9, зубильца, сечки, чеканы, настольную наковальню 8, набор надфилей и напильник 10, а с левой стороны ящик 3 с набором штихелей.

Для освещения обрабатываемых деталей на финагеле 16 необходимо иметь настольную шарнирно-поворотную лампу 6 (сберегающую или обычную на 36 В) с линзой.

На столе показан настольный ящик 3 для хранения чеканов, сечек, зэков, штихелей. Он очень удобен и прост в изготовлении. Коробка и крышка изготовлена из текстолита, а стойки из дюралюминия. Крышка со стойками легко открывается и закрывается, для этого достаточно освободить от зажима барашком планку.

Освещение гравируемой детали может быть естественным и искусственным. Однако в любом случае очень важно, чтобы свет был мягким, поэтому надо избегать освещения прямыми солнечными лучами и лампами большой мощности поверхности гравируемой детали, так как оно утомляет зрение гравера. При ярком солнечном свете окна необходимо занавесить шторами из тонкого светло-голубого полотна, которые поглощают лучи солнца и дают мягкое отражение на гравируемой поверхности.

Кроме того, необходимо избегать бокового освещения. На пути лучей света, идущих с боков, надо ставить полупрозрачные или темные экраны. Для четкой видимости штрихов на гравируемой детали необходимо, чтобы угол между падающими и отраженными лучами света был не менее 90°. Наилучшее освещение можно получить, если между лампой и гравируемой деталью поместить на специальной стойке 1 с подставкой 2 (см. рис. 6.31) стеклянный шар-колбу 3 с прозрачной, голубоватой жидкостью (кипяченой воды 2 л, азотной кислоты 25 г, медного купороса 50 г). Свет, поступающий от электрической лампочки 4, проходя через колбу 3, равномерно и мягко освещает гравируемую деталь 7, лежащую на подушке 6. Для удобства работы настольную подставку 2 с колбой 3 можно поднимать и опускать по стойке, закрепляя барашком 5.

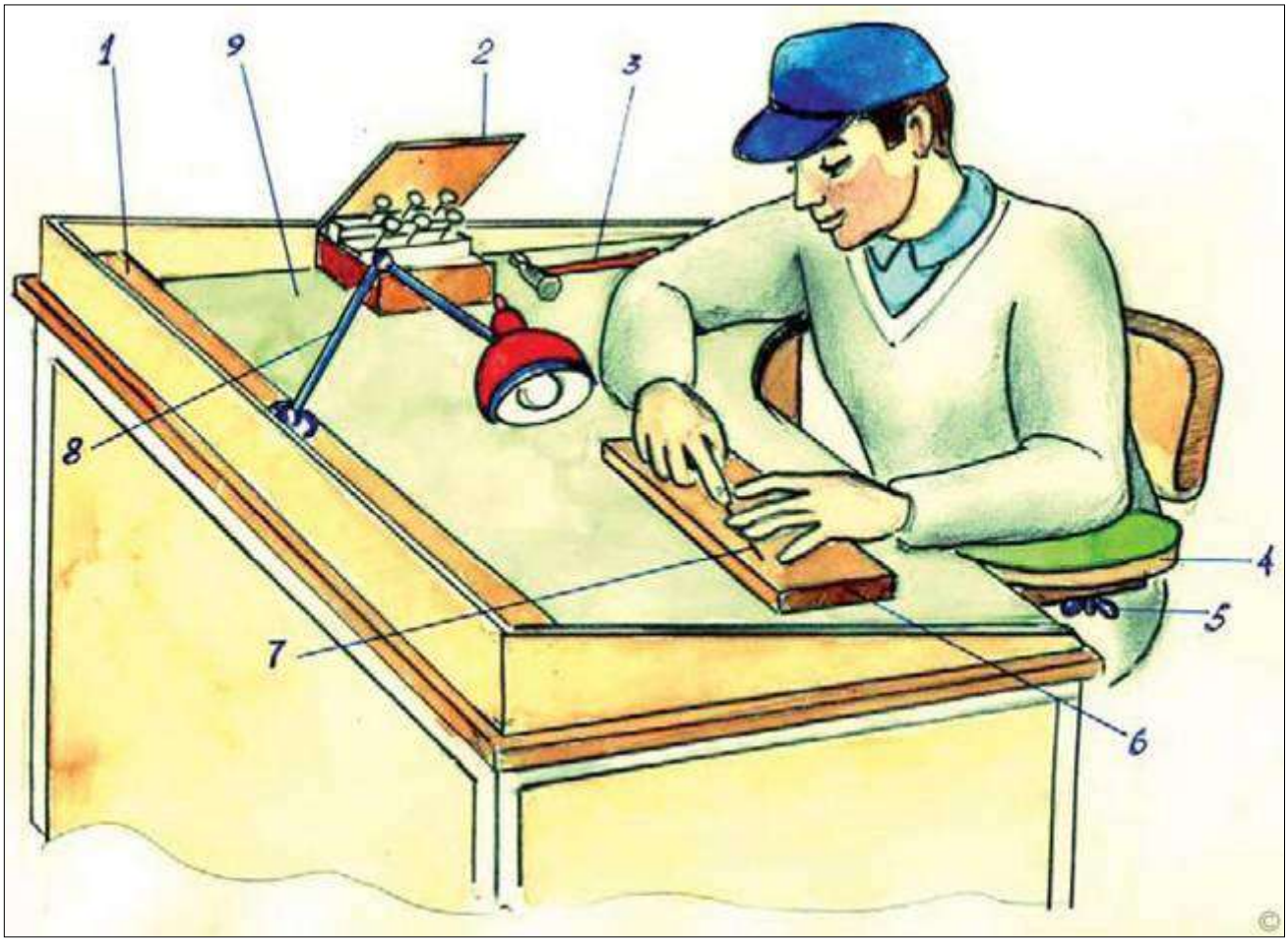


Стеклянная колба с жидкостью не только задерживает тепло, выделяемое лучами электролампы, но и создает мягкое равномерное освещение всей обрабатываемой поверхности детали. Кроме того, если гравируемая деталь имеет блестящую поверхность, то в этих случаях гравер должен одеть на голову матерчато-резиновый шнурок с козырьком так, чтобы козырек прикрывал глаза от лучей света электрической лампочки.

На рисунке 6.32 показано положение корпуса тела сидящего гравера, локоть левой руки которого положен на подлокотник 4 стола, закрепленный барашком 5, а локоть правой руки – на дугообразный выпуклый выступ столешницы 9 верстака. Для удобства гравирования и опоры левой руки на верстаке с левой стороны имеется выдвижной подлокотник (см. рис. 6.30, 6.32), который может подниматься и поворачиваться в любую сторону. В процессе работы гравер слегка наклоняет корпус тела, пальцами левой руки придерживает гравируемую деталь, лежащую на столешнице 9, а указательным и большим пальцами правой руки, захватывая лезвие штихеля 7, направляет его вперед и, слегка нажимая, врезает в металл (гравирует). При этом ладонь и остальные пальцы руки, опираясь на поверхность детали 6, создают лишь направление указательному и большому пальцам, удерживающим штихель 7.

Для освещения гравируемой детали на полочке 1 столешницы 9 перед сидящим гравером установлена настольная шарнирно-поворотная электролампа 8; с правой стороны на столешнице 9 стола уложены ящик 2 с набором штихелей и молотком 3 с сечками и чеканами.

Температура воздуха в помещении, где работает гравер, должна быть в пределах 15–25 °С. При температуре ниже 15 °С на металлических гравируемых деталях появляется влага при дыхании гравера. Вследствие этого нанесенный карандашом рисунок на детали легко стирается. При температуре выше 25 °С руки гравера становятся влажными, и удержать штихель в нужном положении трудно. Если работа гравера связана с применением кислот, то необходимо иметь отдельный шкаф для склянок с кислотой и вытяжную трубу для отвода вредных газов. Если такого шкафа нет, то необходимо иметь колпак, который должен быть соединен с вытяжной трубой, а помещение необходимо регулярно и тщательно проветривать.


1
9
2
3
8
4
5
7
6

6.4. Технология и основные правила линейного гравирования

Резцовую гравировку можно использовать для декорирования ювелирных изделий, металлической посуды, для нанесения надписей на металл, изготовления клише для печатания гравюр и экслибрисов и т. д. Гравирование может служить дополнительным средством художественной выразительности декоративной отделки чеканки. Гравированные металлические вставки используются при инкрустировании изделий из металла, дерева и других материалов.

Гравировать можно по стали, меди, цинке, алюминии, олове. И на сплавах: бронзе, латуни, дюралюминии, мельхиоре. Все перечисленные металлы и сплавы имеют различную твердость и вязкость. Поэтому одни гравируются лучше и легче, другие хуже и с большим трудом. На поверхности одних материалов резец оставляет четкие порезки, на других края гравированных линий получаются менее ровными, с острыми заусенцами. Все это надо учитывать при выборе материала, особенно в самом начале обучения гравировке. Хорошо гравируется мягкий металл, имеющий низкую вязкость. Например, дюралюминий гравируется лучше, чем более мягкий, но и более вязкий алюминий.

Подготовка металла к гравировке. Поверхность металла, предназначенного для нанесения гравировки, тщательно зачищают наждачной бумагой до полного исчезновения мельчайших царапин. В зависимости характера повреждений поверхности можно сначала использовать грубую (крупнозернистую) шкурку, а затем окончательно отшлифовать поверхность тонкой (мелкозернистой) шкуркой. Поверхность заготовки, подлежащей гравированию, должна быть матовой, так как излишний блеск и блики слепят глаза. Это затрудняет работу. Полируют, если это задумано мастером, только после нанесения гравировки.

Перенесение рисунка на металл. Если рисунок достаточно простой, его можно сразу нарисовать на поверхности металла карандашом или черной тушью. В процессе рисования неудачные места легко стираются тряпкой. Когда линии рисунка будут найдены окончательно, их процарапывают стальной иглой, укрепленной на деревянной ручке, – так называемой гравировальной иглой. Чтобы процарапанный рисунок был более заметным, в его линии втирают темно-коричневую или черную масляную краску. Сложные рисунки осуществляются с чертежа или эскиза, выполненного в натуральную величину. Отшлифованную поверхность заготовки покрывают слоем белой гуаши, а после высыхания краски переводят изображение, положив между заготовкой и эскизом лист копировальной бумаги. Это не единственный способ перевода рисунка. Можно перенесенный на папиросную бумагу мягким простым карандашом рисунок накладывать лицевой стороной на загрунтованный металл. Бумагу как можно плотнее прижимают к металлу и протирают гладилкой. Графитный рисунок перейдет на металл. Чтобы закрепить его линии, их процарапывают гравировальной иглой или гравируют на небольшую глубину шпицштихелем. Нужно иметь в виду, что рисунок на металле получится зеркальным. Обычно такой рисунок необходимо получить на металле при гравировании, например, клише экслибриса. Если же нужно получить на металле прямое изображение, рисунок на кальке обводят с двух сторон, а затем уже накладывают на грунтованный металл. Очень четкий перевод графитного рисунка можно получить, если применить при грунтовке пчелиный воск. Как только белая краска, нанесенная на металл, высохнет, его подогревают и натирают куском воска. Воск, соприкасаясь с нагретым металлом, будет плавиться и ложиться на него тонким слоем. На вощеный грунт накладывают бумагу с графитным рисунком и протирают гладилкой.

Приемы гравирования резцом.

Прежде чем приступить к гравировке, необходимо правильно держать резец в руке. Металлическую часть резца называют клинком. Указательный палец должен находиться сверху у кончика клинка, как показано (см. рис. 6.25, позиции 2, 3, 4; 6.32). Большой палец поддерживает клинок сбоку.

Мизинец, средний и безымянный пальцы прижимают ручку резца к ладони. При насадке клинка надо проследить, чтобы кончик его выступал из-под указательного пальца не больше чем на 5–7 мм. Левой рукой

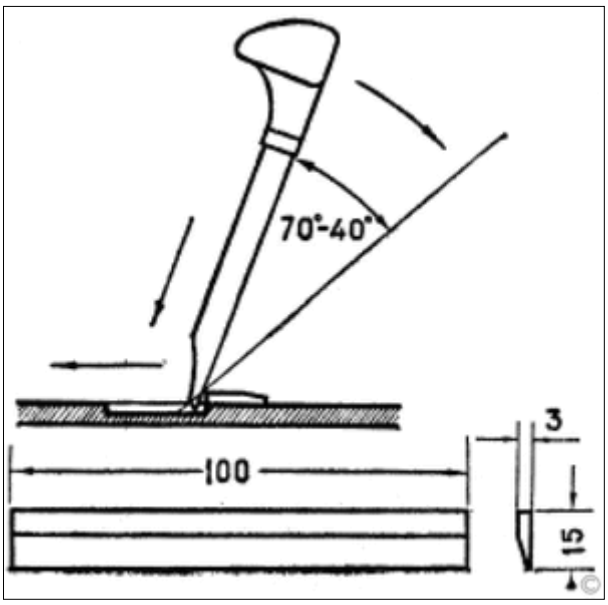
изделие прижимают к подушке, а большой палец правой руки упирается в изделие, корректируя подачу резца. Указательным пальцем регулируют глубину порезки. Гравируя всевозможные кривые линии, изделие поворачивают навстречу резцу, не меняя направление резца в руке. Установленный на поверхности металла резец продвигайте вдоль линий рисунка короткими шажками.

При этом большой палец должен упираться в металл и как бы сдерживать, смягчать слишком порывистое движение резца. Упирающийся в изделие большой палец служит также опорой резца при проведении закругленных линий, подобно ножке циркуля.

Снимающий стружку резец должен продвигаться без особого напряжения.

Резец во время гравирования во всех случаях должен быть направленным только от себя. Пальцы левой руки, удерживающие заготовку, нужно располагать так, чтобы в случае возможного срыва резца они не оказались на его пути. Сорвавшийся резец может нанести глубокую рану, и об этом нужно помнить все время. Чтобы зрение не напрягалось, гравируемая заготовка изделия, и руки с инструментом должны быть хорошо освещены. При мелких работах используйте увеличительное стекло (см. рис. 6.29, позиция 1 в).

Чтобы проверить технические возможности изготовленного вами резца, полезно проделать несколько упражнений на отдельных металлических пластинках стали, меди или латуни. Рука должна привыкнуть к штихелям (см. рис. 6.25, позиции 3 и 4, рис. 6.32). Начинать нужно с прямых параллельных и пересекающихся линий, а затем перейти к кривым по нанесенным на металл контурам. Во время тренировки нетрудно будет установить, что резцы с квадратными сечениями более удобны для гравировки плавных закругленных линий. Резцы с круглым или овальным сечением подходят для проведения более широких прямых линий. Постепенно усложняйте задачу, переходя к гравированию элементов орнамента. Прежде выгравируйте грабштихелем или шпицштихелем элементы, состоящие только из контурных линий. Затем можно перейти к гравировке растительных элементов, в которых объем передается параллельной или перекрестной штриховкой. Наносят штриховку шпицштихелем, а если элементы гравировки будут достаточно крупными, то и фаденштихелем. Сначала упражнения выполняются на мягком металле – олове. Затем на цинке. Когда появятся некоторые навыки, приступают к гравированию на дюралюминии, меди, бронзе, латуни. Резец ставится почти вертикально с наклоном под углом 70° – 40° к металлической пластинке, угол зависит от твердости металла (рис. 6.33).



Следует обратить внимание на положение кончика резца на поверхности металла. Если острие резца слишком опущено и имеет очень острый угол заточки, резец во время работы будет постоянно зарываться в металлическую пластинку и может сломаться. При слишком поднятом острие, плохой заточке и слишком тупом угле, превышающем 45°, резец будет соскакивать с поверхности изделия. Чтобы устранить все эти возможные недостатки, нужно для каждого резца определить путем проб оптимальный угол заточки – он во многом зависит от сечения резца и качества стали. Снимая стружку, резец должен перемещаться без особого напряжения. Не пытайтесь сразу же, с первого прохода резца, срезать металл на заданную глубину. Для этого нужны большие усилия, которые трудно сочетать с плавностью движения резца. На нужную глубину металл прорезается постепенно, в несколько проходов. При этом из-под резца должна выходить очень тонкая, равномерная по толщине стружка. Необходимо знать, что нужно не только правильно насадить и заточить резец, но и постоянно править его в процессе гравирования. Однако даже при работе с исправными инструментами резец может сорваться с поверхности металла. Поэтому нужно уметь исправить испорченную гравировку. При гравировке вязкого металла на поверхности его неизбежно появляются заусенцы, которые снимают шабером, а затем выглаживают гладилкой.

Заусенцы, появляющиеся при гравировании, особенно на мягком и вязком металле, не только портят внешний вид гравировки, но и могут поцарапать руки. Поэтому их сразу же удаляют трехгранным или четырехгранным шабером.

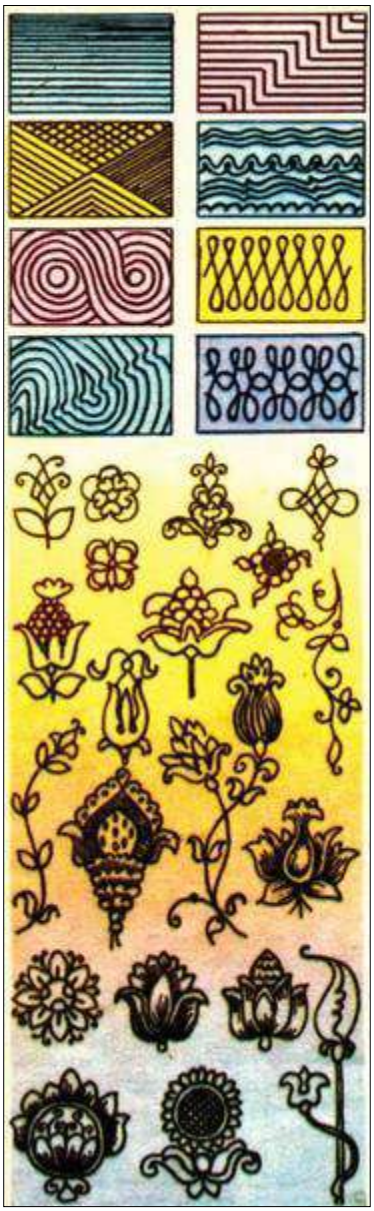
Накопившуюся при гравировании стружку нельзя сдувать, так как она может попасть в глаза. Удалять стружку можно небольшой щеткой-сметкой или же широкой щетинистой кистью, сметая в коробку.

Особенности некоторых резцов. Каждый штихель применяется на определенном этапе работы с учетом его сечения. Например, грабштихелем, имеющим квадратное сечение, легче гравировать закругленные линии, а грабштихелем с треугольным и ромбическим сечением – прямые. Болштихелем удобнее гравировать прямые линии. Узкие резцы наносят более глубокие, но и более тонкие линии, а полукруглые (болштихели) и грабштихели с квадратным сечением – широкие, но неглубокие. Кроме того, некоторыми резцами можно выполнять необычную гравировку. Например, если продвигать по металлу флахштихель, поочередно переваливая его режущую часть с одного угла на другой, то на поверхности возникает простейший узор в виде ломаной линии. При нанесении узора рука со штихелем как бы дрожит, отсюда и название – дрожировка. Характер наносимой на металл узорной полоски зависит от частоты переваливания острия резца с одного угла на другой и от скорости его продвижения. Учитывая это, гравер может получить узор различной плотности. Дражировку можно выполнять и болштихелем. Но так как носок болштихеля округлый и не имеет углов, на поверхности металла образуется ломаная линия, состоящая не из прямых, а из полукруглых ногтевидных черточек. Дрожировка отличается простотой исполнения, но ее несколько однообразный рисунок применяется лишь как дополнение к основному изображению – чаще всего в сочетании со сплошными линиями в качестве бордюра при оформлении края изделия или узора.

Завершив подготовительные работы, можно приступать к изюминке процесса – гравированию изображения. Если ваш инструмент выполнен правильно и хорошо заточен (см. рис. 6.25, позицию 1), вы не столкнетесь с особыми трудностями и непременно добьетесь желаемого результата. Несколько приведенных выше правил и рекомендаций облегчат вам процесс освоения нового ремесла. Первое и, пожалуй, *основное правило – верный психологический настрой.* Не требуйте от себя сразу многого. Вам предстоит постичь азы обращения с инструментом, выяснить его возможности. Примерные учебные образцы для гравирования представлены (см. рис. 6.34).

6.4.1. Гравирование под чернение

Выгравированное на металле изображение при необходимости можно сделать более контрастным, заполнив его линии сургучом. Металл нагревают и прикладывают к нему сургуч. Расплавляясь, сургуч заполняет гравированные канавки. Когда углубленные линии будут заполнены, лишний сургуч, пока он еще не потерял пластичности, снимают стальным шпателем. Загрязненную сургучом поверхность нужно вновь отшлифовать и отполировать до блеска. После такой обработки мельчайшие частички металла прилипнут к сургучу, заполнившему гравированные канавки, от этого рисунок станет матовым и будет казаться загрязненным. Чтобы восстановить блеск сургуча, металл подогревают, при этом частицы металла осядут на дно гравированных канавок, верхний слой сургуча приобретет блеск и глубокий тон.





Возможно, вас не устроит цвет промышленного сургуча. Можно приготовить сургуч в домашних условиях или в школьной мастерской, добиваясь необходимых оттенков. Расплавьте на водной бане 25 г воска, затем добавьте в него 100 г растолченной канифоли. В расплавленную смесь постепенно, небольшими порциями, всыпьте 20 г просеянного мела и 40 г пигмента. Мел и пигмент – это одновременно и красители, определяющие цвет сургуча, и наполнители, придающие сургучу твердость. Расплавленную канифольно-восковую смесь тщательно размешайте с этими компонентами до получения однородной массы. Готовый сургуч разлейте в спичечные коробки. Когда сургуч остынет, сломайте коробки и извлеките из них прямоугольники сургуча.

О пигменте. Коричневый сургуч получится, если в качестве пигмента вы возьмете оксид железа. Синий – ультрамарин. Зеленый – окись хрома. Черный – мелко истолченный графит или печную сажу. Это лишь примеры – можно экспериментировать с самыми разными пигментами.

6.4.2. Гравирование под глянец

Декоративный эффект в этом виде гравировки достигается противопоставлением матовой или темной поверхности металла с блестящими линиями гравировки. Этим способом выполняются не только узоры, но и надписи. Для гравирования применяется шпицштихель с боковыми поверхностями, отполированными до зеркального блеска. На пластинку переводят контуры букв и гравируют, проводя на поверхности металла ровную узкую канавку. Вторым проходом штихеля выполняются плавные утолщения букв, подобно нажиму при письме пером. Чтобы получить постепенное утолщение буквы, шпицштихель при продвижении вперед вдоль нанесенной узкой канавки постепенно наклоняют вправо или влево. При этом резец будет срезать металл одной из боковых кромок, одновременно полируя грань канавки. Чтобы переходы от тонкой линии к широкой были плавными, шпицштихель нужно проводить плавно и без остановок (см. рис. 6.35).

6.5. Правила обронного гравирования

С самых истоков в характере резьбы наметились два основных подразделения – плоскостное гравирование, о которой вы только что узнали, и рельефная оборонь. Выпуклую резьбу в старину на Руси называли «оборонь», или «обронная работа». Это название пошло от слова «обирать» (убирать) фон.

К обронным работам относятся все виды гравирования, при которых выбирается фон, а элементы изображения остаются выпуклыми.

Правило 1. Выполняя позитивный оборон (выпуклый рисунок на утопленном фоне), пред началом прорезки рельефа контуры рисунка процарапываются стальной иглой, закрепленной в деревянной рукоятке. Делается это для того, чтобы не сбить контур при дальнейшей работе. Далее вооружаются шпицштихелем и прорезают контур изображения на глубину фона.

Правило 2. Выборку фона при позитивном оброне производят флахштихелем или флахзубильцем, когда заготовка из мягкого металла и при неглубоком рельефе. В местах закруглений и впадин металл выбирают болштихелем или болзубильцем. Когда черновая выборка металла окончена, то есть весь фон выбран равномерно, в соответствии с заданной глубиной, приступают к дальнейшей обработке рельефа. Сначала фон аккуратно выравнивают плоским флахштихелем, а рельефные элементы режут с помощью болштихеля или рубят соответствующими зубильцами. Облегчает процесс обработки фона использование надфилей, различных чеканов, пуансонов, матиков.

Правило 3. Углубленный оборон металла внутри прорезанных чистый свинец: на 400 г чистого свинца – 75 г порошка серы.

Контуры выполняют различными зубильцами. Техника выборки металла при углубленном оброне та же, что и при выпуклом. Но здесь гораздо важнее выдержать точную глубину рельефа. Для этого регулярно, после нескольких проходов зубильцами, глубину замеряют штангенциркулем. Если перед мастером лежит оригинальный образец изделия, копию которого предстоит изготовить, проверку на точность углубления производят с помощью пластилинового шаблона. В предварительно увлажненную вырубленную форму вдавливают кусок размягченного пластилина, а затем полученный оттиск сравнивают с оригиналом, вводя в соответствующее углубление. У профессионального мастера наметанный глаз, и поэтому он прибегает к сверке не часто. Начинающим желательно проверять себя почаще. Потому что исправление ошибок – работа чрезвычайно трудоемкая. Если толщина заготовки позволяет, поверхность металла по всему контуру спиливают и приступают к обработке с нуля. Если же это невозможно, испорченный участок высверливают и вставляют подходящую пробку. Доводку рельефа по окончании вырубки производят описанным в правиле 2 способом. Для проникновения в узкие места применяют гнутые инструменты.

Правило 4. Выборку металла следует производить так, чтобы оставался небольшой запас глубины. Впоследствии уровень металла осядет, уплотняясь под ударами чеканов и пуансонов, или выберется штихелями и зубильцами.

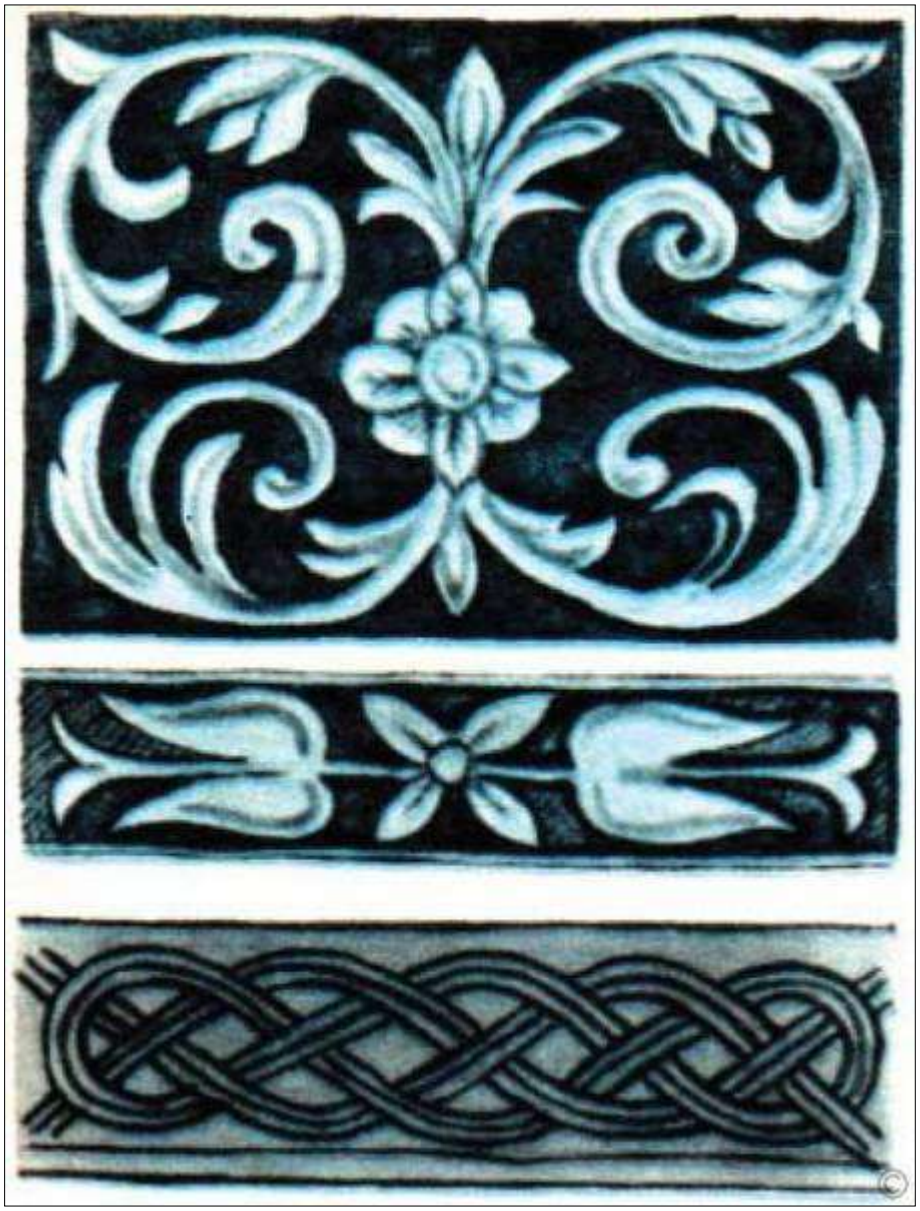
Обронным гравированием можно изготовить деревянные или металлические модели для литья и микролитья. И наоборот, чтобы ускорить процесс изготовления граверного изделия, можно по заранее изготовленной форме отлить рельефную заготовку. Ручная работа при этом сведется лишь к чистовой проработке фона или изображения (см. рис. 6.36).

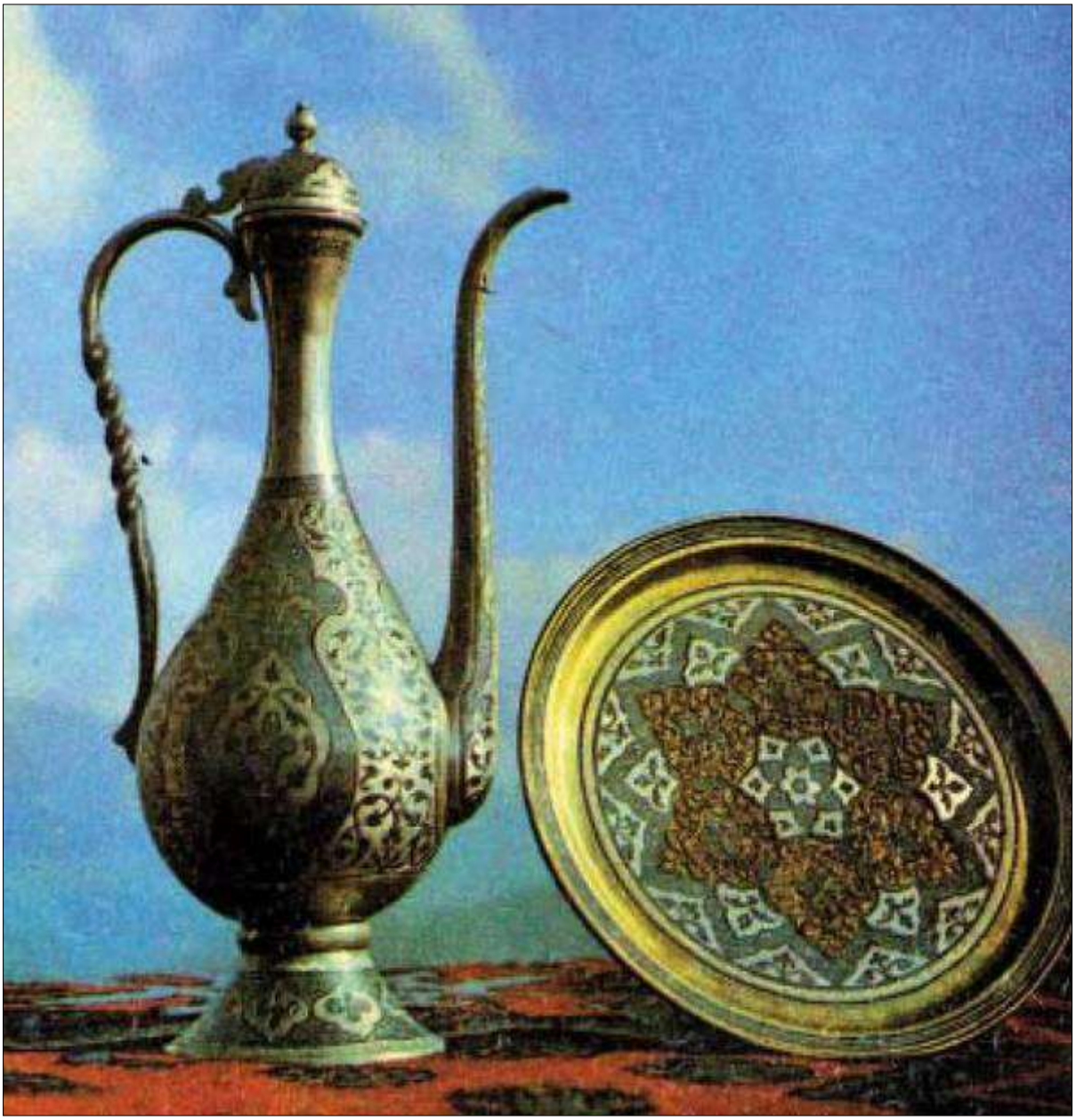
В качестве примера приведены три орнамента для начинающих мастеров (см. рис 6.37 и на рис. 6.38 показаны два изделия кубачинских школьников и учащихся СПТУ).

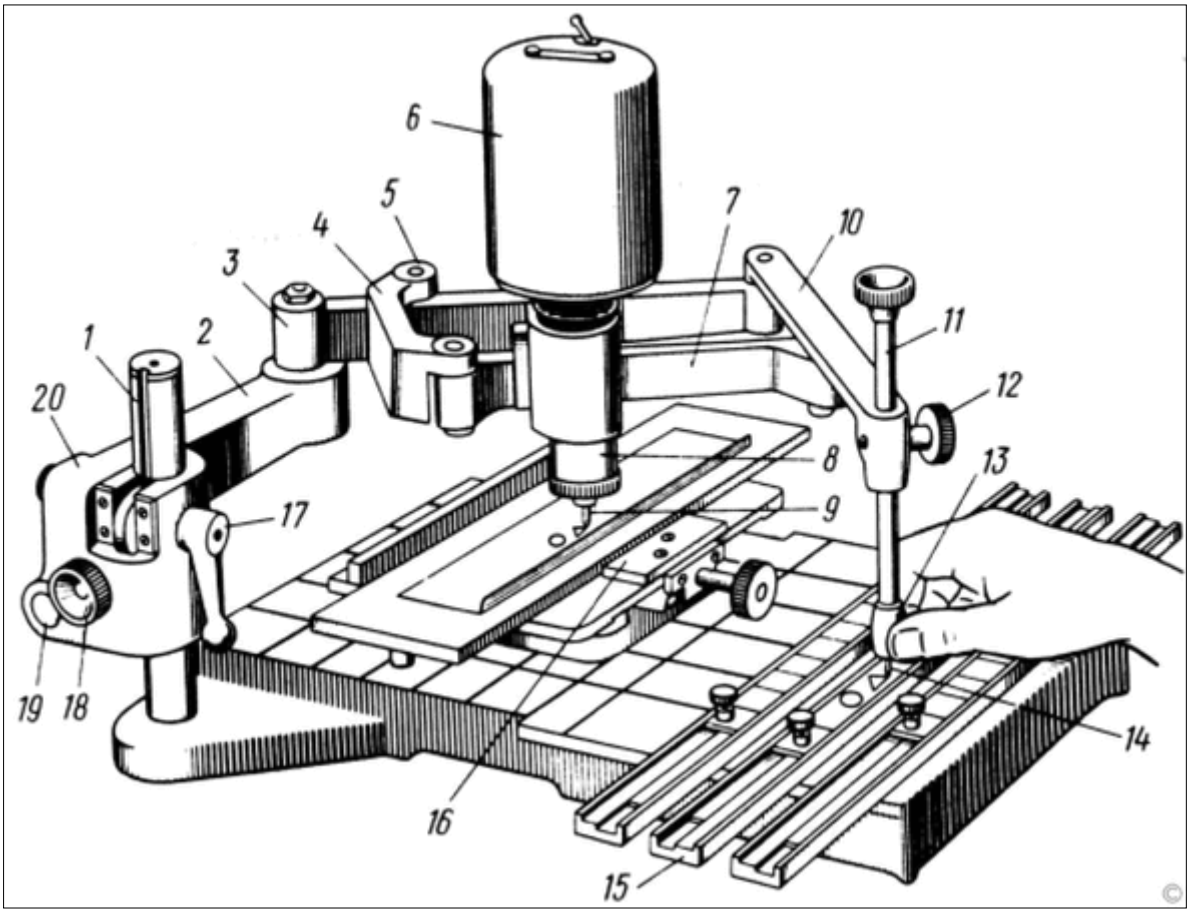
6.6. Современное оборудование для гравирования

В настоящее время для массового производства граверных изделий в дизайне используют гравировально-копировальные, рельефно-копировальные и иные машины. Гравировально-копировальные машины при помощи специального шаблона производят резцом не только плоскостное гравирование, но и гравирование на необходимую глубину. Одной из сложных копировальных машин является *пантограф* с алмазным резцом, который с помощью специального приспособления может пропорционально уменьшить формы рисунка на изделиях (рис. 6.39).









Наличие этой машины дает возможность воспроизводить фигурные и портретные композиции в уменьшенном виде, используя в качестве шаблона крупные авторские оригиналы. При этом получаются уменьшенные рельефы, воспроизведенные на стали и пригодны для применения их в качестве пуансонов-переводников для штамповки серийных изделий из меди, алюминия, и др. металлов.

Гравировально-фрезерные плоттеры ME-500 и ME-650 (сделано в Японии).

Mimaki – это универсальные настольные гравировально-фрезерные машины для вырезания трехмерных объектов и гравирования пластин с использованием плоской векторной графики. Обрабатываемые материалы: пластики, акриловое стекло, композитные материалы, дерево, резина, легкие металлы (алюминий, латунь) и др.

Применение: Благодаря высокой производительности и точности, оборудование нашло применение во многих областях производства, таких как: визуальная реклама (фрезеровка объемных букв, рельефных изображений, указателей, табличек, логотипов), полиграфия (штампы для тиснения и конгрева), декоративная резка по дереву, ювелирное дело, тароупаковочное производство (макеты для вакуумной формовки).

Модельный ряд Mimaki серии ME представлен двумя моделями: ME-500 и ME-650, различающимися только размером рабочей области. Просвет 60 мм по оси Z делает граверы серии ME пригодным для обработки толстых материалов. Поддерживается индустриальный стандарт – язык HP-GL фирмы «Hewlett-Packard», совместимый с рекламным и конструкторским ПО.

Для сглаживания и ускорения 3D-обработки применяется 3-осевая интерполяция в дизайне.

Преимуществами гравировально-фрезерных плоттеров ME являются: жесткая конструкция и прецензионный контроль сервопривода по всем осям (X, Y, Z), программное управление высотой шпинделя для многопроходной обработки, сенсор поверхности заготовки для калибровки положения инструмента, возможность отрисовки траектории инструмента для тестирования, а также система удаления стружки и система охлаждения для смазки рабочего инструмента. Мобильный пульт обеспечивает удобное управление гравером.

Лазерные граверы «Halk Mini». Эти граверы малой серии применяются для изготовления такой продукции как:

Таблички на двухслойном пластике Бэджи: бирки, номерки, печати, штампы, шильды; гравировка на двухслойной пленке, которая применятся для наклеивания на наградные кубки, плакетки, упаковку, медали и др.

Гравировка сувенирной продукции; гравировка на ручках; гравировка на зажигалках.

Изготовление эксклюзивной сувенирной продукции. Изготовление POS (Points of Sales) материалов: подставок под ценники, подставок под товары, рекламных указателей и т. д.

Основные достоинства лазерных граверов: высокое качество технологического процесса, скорость, гибкость, минимальные затраты материала. При резке лазером отпадает необходимость механического закрепления заготовки ввиду отсутствия динамических или статических воздействий, резка осуществляется сфокусированным излучением. Данное оборудование высокорентабельное.

Надежная фиксация зеркал, позволяет весь срок службы лазерного излучателя, обходится без дополнительной их настройки. А при правильной замене лазерного излучателя обойтись небольшой 5 мин настройкой. Все вертикальные зеркала имеют возможность настройки по трем координатам.

Надежный открытый роликовый механизм каретки легко поддается чистки, а после износа легко заменяется. Стол оборудован удобным прижимным механизмом для фиксации объемных предметов. Встроенная вытяжка позволяет удалять продукты сгорания. Отличительная особенность данной модели от SK40, заключается в том, что она имеет облегченную возможность настройки фокусного расстояния, тубус с обдувом линзы и механическую систему от Японской компании **Seiko.**

Лазерные граверы данной серии оснащены водяным охлаждением. В комплекте с граверами поставляется программа Newly Draw 1.3, позволяющая не только гравировать, но и вырезать выгравированное или любое другое изображение импортированное из Corel Draw или Auto Cad.

В комплекте с лазерными граверам «Halk Mini» поставляется стандартно одна программа для гравировки – Newly Seal 11, и две программы поставляется бесплатно, как бонус.

Программа Newly Draw 1.3 позволяет гравировать и вырезать различные растровые и векторные изображения, ознакомится с инструкцией на данную программу вы можете в Интернете.

Программа Corel Assistant разработана российскими разработчиками специально для лазерных граверов Halk mini. Программа позволяет работать из под Corel Draw.

6.7. Отделочные работы

Самый простой вариант отделочных работ – полирование выпуклых элементов по окончании гравирования. Предназначенную для гравировки поверхность металла зачищают мелкозернистой наждачной бумагой и полируют полировочной пастой ГОИ. Полировочную пасту можно заменить масляной краской – окисью хрома, энергично растирая ее на металле кожаным тампоном или просто куском кожи. Углубленные участки при необходимости полируют деревянными палочками с нанесенной пастой ГОИ. Интересный эффект получают контрастированием полированных выпуклых мест и матовых углублений и наоборот – полированных прорезей на матовом фоне. Можно произвести матирование фона при помощи разнообразных матиков. Фон каждого изделия прорабатывают матиками с одинаковой насечкой рабочей части. Самим же рабочим частям матиков, в целях повторения сложно изогнутых контуров изображения, придают различную форму.

6.8. Чернение

Очень древний и часто неотделимый от представления о гравировке и декоративной отделки ювелирных украшений из драгоценных металлов способ отделки это **чернь.** Она применяется уже тысячи лет. Изделия, покрытые чернью, обнаруживались на территории нашей страны при раскопках курганов Северного Приморья. Находки датируются VIII–V веками до н. э. Сущность этого процесса сводится к нанесению на необходимые части украшения легкоплавкого сплава черного цвета – непосредственно черни. Этим способом украшают изделия из золота, серебра и различных сплавов меди. Приготовление и нанесение черни – процесс очень кропотливый, но его результат воздает сторицей.

Для приготовления черни следует запастись графитовым тиглем с крышкой и следующими материалами: чистые серебро, медь и свинец, желтый порошок серы тонкого помола. В качестве флюса можно применять буру, хлористый аммоний или поташ с поваренной солью. Исходными веществами для приготовления черни служат сернистое серебро, сернистая медь и сернистый свинец. Их получают сплавлением чистых металлов с серным порошком в графитовых тиглях при температуре 300–400 °С. Для выхода одного килограмма черни необходимо сначала получить сплавлением сернистые соединения серебра, меди, свинца. Соблюдают следующие пропорции:

1) сернистое серебро: на 97,8 г чистого серебра – 20 г порошка серы;

2) сернистая медь: на 800 г чистой меди – 250 г порошка серы;

3) сернистый свинец: 837 г свинцовой стружки и 163 г серы.

На следующем этапе полученные отдельно сернистые соединения металлов измельчают в порошок, и смешивают в пропорции: 111,2 г сернистого серебра; 466,6 г сернистой меди; 422,2 г сернистого свинца, а затем засыпают в холодный графитовый тигель, покрывают слоем сухого древесного угля. Сплавление производят в разогретой от 650 до 800 °С муфельной печи. Через 30–40 минут после начала плавки в тигель добавляют флюс – 284 г хлористого аммония (нашатырь), после чего дальнейшую плавку продолжают, накрыв тигель крышкой. Когда состав полностью расплавится, его достают из печи и выливают в подогретую до 300 °С свинцовую посуду (изложницу), вместе с которой сплав медленно остывает. Готовая к применению считается чернь, измельченная в тонкий порошок.

Наносят чернь на тщательно подготовленную поверхность, т. е. с углубленным гравированным рисунком. Гравированный рисунок выполняется без глянца для лучшего сцепления черни с металлом, из которого изготовлено изделие. Глубина рисунка колеблется в пределах от 0,2 до 0,3 мм и зависит от размеров изделия и площади углубления. Поверхность изделия, которая не предназначена для покрытия чернью, полируется, она не должна содержать в себе рисок, царапин и других дефектов. Сама же подготовка заключается в шлифовке мельчайших неровностей тонкой шкуркой и смачивании поверхности водным раствором поташа, буры и поваренной соли. На влажную поверхность насыпают порошок черни и дают поверхности просохнуть. Окончательное закрепление черневого состава происходит в муфельной печи при температуре 300–400 °С.

Можно наносить чернь и мокрым способом. Такая чернь представляет собой пастообразную кашицу, разведенную раствором хлористого аммония, буры и поваренной соли. В этом случае чернь наносится кисточкой или шпателем, что заведомо удобней, при этом чернь попадает лишь в те места, где вы желаете ее иметь. Чтобы чернь ровнее легла на металл, поверхность углублений должна быть предварительно обезжирена. Углубления должны быть заполнены черневой массой до краев, причем массу слегка утрамбовывают шпателем, им же снимают и излишки черни. Затем фильтровальной бумагой или ватным тампоном удаляют излишки влаги из черни. Если чернь попала в ненадлежащее ей место, то ее аккуратно удаляют.

Далее следует предварительная просушка на печи, в результате которой из смеси выпаривается вода. Просушенные изделия помещают в печь и обжигают в тех же условиях, при 300–400 °С. Ход процесса, происходящего в печи, нужно внимательно контролировать, потому что при перекаливании имеющаяся в расплаве сера выгорает, и чернь становится пористой. Брак исправляют нанесением в дефектные места новой порции черни с последующим обжигом в печи.

Совершенно нормально, если расплав черни выйдет за рамки углублений на поверхность. Эти, вполне естественные, недостатки аккуратно зачищают шабером или опиливанием напильником до проявления рисунка. Для опиливания ювелирных украшений используются мелкие надфили или рифели. Чтобы не повредить контуры изображения, сразу после его вырисовывания грубую зачистку прекращают и дальнейшую шлифовку производят тонкой шкуркой. По замыслу, в конце фон можно либо отполировать, либо матировать матиком или чеканом-конфарником.

При желании гравированные изделия можно полностью или частично окрашивать в различные цвета. Участки металла, не предназначенные для окраски, покрывают плотным слоем лака. Например, если решено фон орнамента сделать темным, то покрывают лаком все части орнамента, за исключением фона. После окраски в специальном составе фон почернеет. А можно, наоборот, покрыть лаком фон, тогда окрасится сам орнамент. О том, как произвести окраску и патинирование, можно прочитать в главе «Чеканка» (см. параграф «Декоративная отделка металла»).

В заключении хочется отметить, что чернь, хотя и тесно ассоциируется с гравировкой, великолепно смотрится и в художественной отделке литых, чеканных, басменных и других изделий с рельефной поверхностью, а также в ювелирном деле.

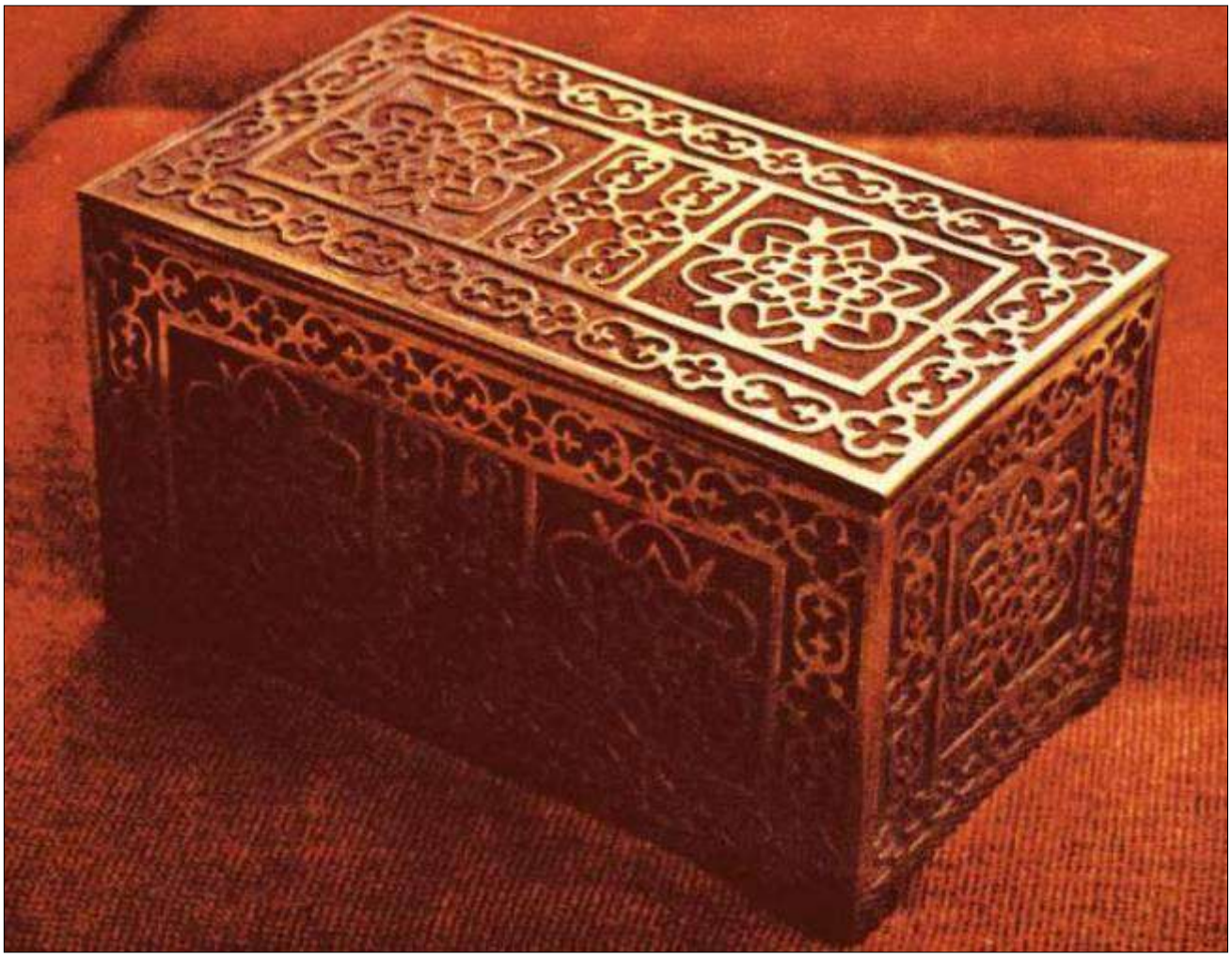
Глава 7. Граверно-медальерное искусство

7.1. Общие сведения

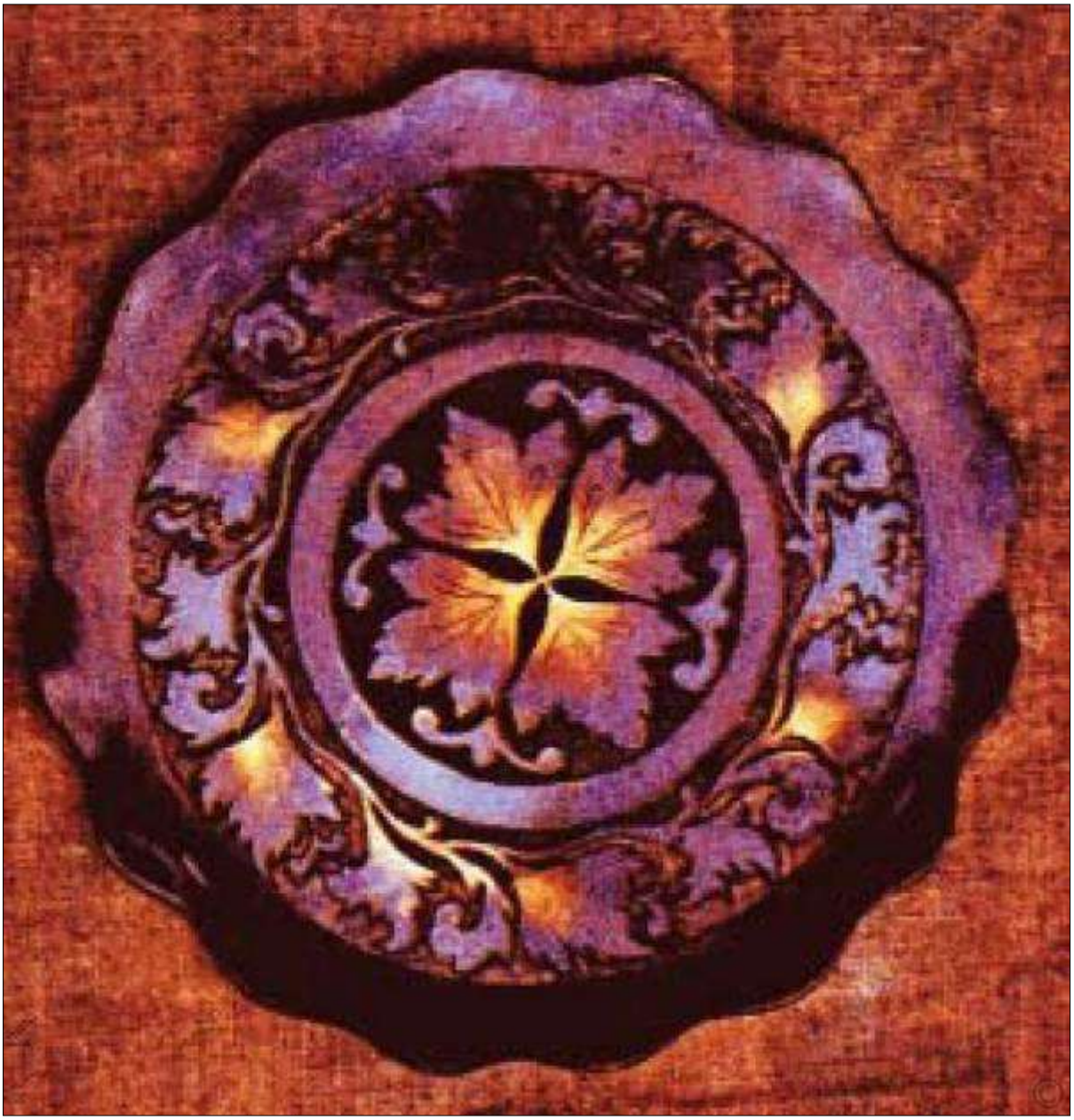
Монеты, медали нагрудные и медали юбилейные, камеи и некоторые ювелирные изделия, украшенные узорами металлическая посуда и оружие – вот далеко не полный перечень произведений граверно – медальерного искусства, с которыми нам приходится встречаться достаточно часто.

Граверно-медальерное искусство было любимым увлечением не только многих живописцев, скульпторов, но и людей весьма далеких профессий (даже одна из русских цариц в качестве своего рукоделия избрала медальерную резьбу).

Кстати, на художественно-графическом факультете Нижнетагильской Государственной социально-педагогической академии граверным и граверно-медальерным искусством с одинаковым успехом занимаются и юноши и девушки (см. рис. 7.1–7.3).







В этой небольшой главе будет рассказано о некоторых секретах граверно-медальерного мастерства. Следует только заметить, что быстрых успехов добьется тот, кто уже умеет пользоваться слесарным, чеканным и гравировальным инструментом, кто знаком с работой на металлорежущем станке и гравировальном плоттере с программным управлением, и на пантографе. Создание некоторых предметов невозможно, например, без использования сверлильных и токарных станков. Без умения нарезать резьбу или, скажем, паять.

В граверном деле, как нигде, успех работы и ее трудоемкость зависят от безупречной подготовки инструмента и от знания законов резания. Поэтому именно на эти моменты в статье будет сделан наибольший упор.

Медаль (франц. medaille, от итал. medalia), металлический знак круглой, прямоугольной или другой формы, плоский, различного размера, с двусторонним изображением и (или) надписью в память о каком-либо событии, деятеле или месте. Большинство медалей из золота, серебра, бронзы.

Медали были известны в Древнем Риме, но общепринято, что искусство изготовления медалей началось в XIV–XV веках (Италия, Византия). Ее создателем является *Антонио Пизано*, или *Пизанелло* (1397–1455). Не являясь непосредственным изобретателем медали, он выдвинул ее как независимый вид искусства. Пизанелло, резко порвав с традицией, создал совершенно новое, своеобразное искусство, мало имеющее общего, как с монетами античности, так и с теми медалями, которые изготовлялись до него в Италии. Медаль Пизанелло не носит характера монеты. Изготовленная из бронзы или свинца, его медаль ценна исключительно своими художественными достоинствами. Крупные по размеру медали Пизанелло выполнены в технике литья с последующей доработкой штихелями, пуансонами и чеканами, что придает им особую выразительность. Медаль – отчеканенная или отлитая из металла миниатюрная художественная барельефная композиция. Лицевая сторона медали, на которой помещается портрет или главное изображение, называется *аверсом*, противоположная сторона, дополняющая содержание первой, – *реверсом.* Наиболее распространенная величина медали – от 60 до 80 мм – определяется размером ладони. Знатоки кладут медаль на ладонь и рассматривают тончайшую игру света на рельефе. По характеру содержания и технике исполнения к медалям близки плакеты или плакетки (в зависимости от размера), но в отличие от медалей они чаще имеют прямоугольную форму. Плакеты, как правило, имеют изображение только с одной стороны. Медаль как государственная или общественная награда вручается за особые заслуги, храбрость, значительные достижения в области науки, культуры, спорта, в память о юбилейных датах, об участии в каких-либо событиях.

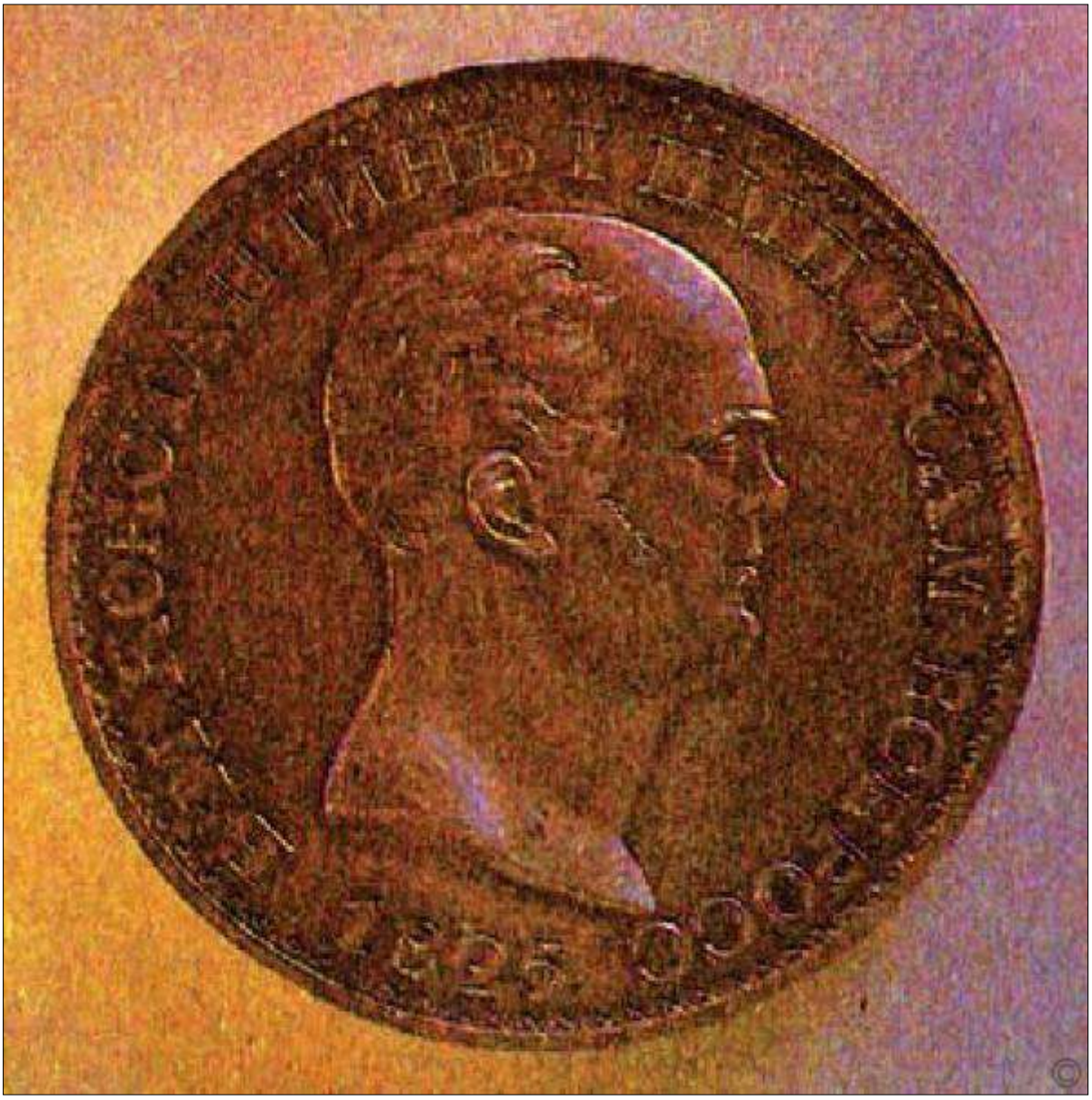
Первые произведения русского медальерного искусства относятся к X–XI векам. В этот период русские резчики стали изготовлять штемпели для чеканки золотых и серебряных монет киевских князей. Работа над такими штемпелями требовала чисто медальерных композиционных задач. Учитывая опыт византийских резчиков, русские мастера разработали собственные монетные типы. Монетный тип «златчиков и сребрянников» X века складывался из портрета князя Владимира и изображения Христа-вседержателя, а монет XI века – из портрета князя и родового знака Рюриковичей. Эпиграфика киевских монет хорошо сочетается с изображениями. Что касается портретов, то они представляют собой наиболее оригинальные ранние памятники русской портретной иконографии.

Древние фальшивомонетчики, наносившие ущерб государственному денежному обращению, оказали определенную услугу историкам. Дело в том, что на монетных дворах после выпуска определенного количества монет все специальное оборудование уничтожалось, а фальшивомонетчики, естественно, долго хранили свои штемпели в тайниках. Обнаруженные много веков спустя подпольные монетные мастерские позволили получить более полное представление о технических приемах раннего монетного производства.

Наградные воинские медали своим рождением обязаны России. Их стали делать еще при Петре I, положив в основу старую русскую традицию жалования за ратные подвиги «золотыми». На протяжении нескольких десятилетий Россия была единственной страной, в которой произведения медальерного искусства служили массовыми воинскими наградами. Лишь ко времени наполеоновских войн примеру России последовали другие страны Европы.

В Российской империи существовали медали: «За Полтавскую победу» (1709), «За победу при Франкфурте-на-Одере» (1760), «За победу над шведами на водах финских» (1789), «На заключение мира с Швецией в 1790 г.» (1790), «За победу при Прейсиш-Эйлау» (1807), «За взятие Базарджика» (1810), «В память Отечественной войны 1812 г.» (1813) и т. д. (см. рис. 7.4, 7.5).


1709
ПОЛТАВСКОЮ



Золотая медаль. «За особые успехи в учебе», вручается с 1992 выпускникам средних общеобразовательных школ и профессиональных учебных заведений Российской Федерации. Золотой медалью награждались выпускники русских гимназий (после 1820 г.) и средних школ СССР (после 1944 г.; положение о золотой медали и ее названия менялись). С 2009 года упразднены льготы на поступление в вузы выпускникам, получившим в школе золотую медаль за отличную учебу.

7.2. Металлы для изготовления знаков и ювелирных украшений

Золото – химический элемент – красивый желтый металл. Тяжелый, мягкий, пластичный, химически инертный. Применяется в основном в виде сплавов с другими металлами, что повышает его прочность и твердость. Используется для изготовления ювелирных изделий (в сплаве с медью) и в различных отраслях промышленности (в сплавах с серебром, платиной). Золото является всеобщим эквивалентом стоимости.

Серебро – химический элемент – сверкающий белый металл, обладает наибольшей среди металлов электрической и тепловой проводимостью, отражающей способностью, высокой химической стойкостью. В природе встречается в виде самородков и соединений («серебряный блеск», хлораргирит). Применяется в виде сплавов. Используется для изготовления ювелирных изделий и в электронной промышленности.

Мельхиор – (от нем. Melchior искаженное французское название mail-lechort, от имени изобретателей сплава – Майо и Шорье) является сплавом меди с никелем (5–30 %), иногда с добавками железа (0.8 %) и марганца (1 %). Мельхиор отличается высокой коррозионной стойкостью, хорошо обрабатывается давлением в холодном и горячем состоянии. Применяется в промышленности для изготовления точных приборов, а также для ювелирных изделий.

Латунь – (от нем. Latun) сплав меди с цинком (до 50 %), часто с добавками алюминия, железа, марганца, никеля, свинца и др. элементов (в сумме до 10 %). Латунь хорошо обрабатывается давлением, характеризуется достаточной прочностью, высокой пластичностью и стойкостью к коррозии.

Бронза – (от франц. Bronze, итал. bronzo) – сплав на основе меди, в котором главными добавками являются олово, алюминий, бериллий, кремний, свинец, хром (кроме цинка – латунь и никеля куниаль, мельхиор, нейзильбер). В зависимости от преобладающей добавки бронзы бывают соответственно оловянные, алюминиевые, бериллиевые и т. и. Бронзы обладают высокой прочностью, пластичностью антикоррозионной стойкостью, применяются для отливки художественных и ювелирных изделий.

Нейзильбер – (от нем. neusilber – «новое серебро») сплав меди с 5–35 % никеля и 13–45 % цинка. Характеризуется коррозионной устойчивостью, повышенной прочностью и упругостью после деформации, удовлетворительной пластичностью в горячем и холодном состоянии. Применяется в промышленности для изготовления деталей точных приборов, медицинских инструментов, паровой и водяной арматуры, а также ювелирных изделий.

Томпак – (от франц. Тошрас, от малайского – tambaga – медь) – латунь содержащая 3–12 % цинка (остальное – медь). Обладает высокой коррозионной стойкостью. Применяется для изготовления биметалла – сталь-латунь, деталей конденсационно – холодильного оборудования, а также ювелирных изделий.

Штамповка – один из способов обработки металлов давлением, основанный на их пластичности, т. е. свойстве изменять свою исходную форму под действием приложенных сил (давления). Основное отличие штамповки от других видов обработки металлов давлением (прокатки, прессования, волочения, ковки) – необходимость использования специального инструмента – штампа. В зависимости от температуры обрабатываемой детали штамповка может быть горячей и холодной. Различают несколько видов штамповки (ковка в штампах (горячая), холодная объемная штамповка, листовая штамповка) отличающихся по применяемому оборудованию и способу обработки заготовки.

Чеканка – способ выполнения фигурного рельефа на поверхности детали с помощью местной деформации основного металла детали путем воздействия специального инструмента. После чеканки поверхность детали полностью повторяет поверхность инструмента. Различают чеканку как один из способов штамповки в чеканочном штампе и чеканку с помощью набора специального ручного инструмента – чеканов.

Литье – способ получения изделий из различных материалов путем затвердевания расплавленного материала в специальной форме. Используют различные виды литья – в разные формы (металлические, песчаные); литья под давлением и др.

7.3. Методы механической и ручной обработки изготовления знаков и ювелирных украшений

Гравирование – способ механической обработки резанием предназначенный для получения точного, мелкого, объемного рисунка на изделии. Применяется в основном в художественных работах.

Шлифовка – механическая обработа поверхности для устранения следов обработки режущим инструментом и для получения зеркального блеска. На знаках применяется для создания зеркальной поверхности как эмалей так и металлических частей.

7.4. Инструменты и материалы

Прежде всего, несколько слов о рабочем месте. Резать можно за любым столом, лишь бы он был достаточно прочен, но лучше воспользоваться конструкцией, предложенной в главе «Гравирование». Очень важно подобрать правильное освещение: мягкий свет – естественный или искусственный – должен падать спереди. Резкий свет, отраженный от металла, быстро утомляет зрение, глубокие черные тени на рельефе мешают работать.

Главным инструментом гравера, как вы уже знаете, является штихель. Они такие же, как для плоскостного и обронного гравирования. Штихеля применяют как для «обирания» фона (например, в декоративных блюдах), так и для «лепки» формы в медальерных барельефных композициях. Под медальерные штихеля для удобства подкладывают небольшую латунную пластину, позволяющую работать штихелем наподобие рычага.

Чтобы облегчить и ускорить выборку большого количества металла, пользуются зубильцами. Если же отдельные мелкие элементы композиции трудно вырезать на необходимую глубину штихелями и зубильцами, используют фигурные пуансоны. По ним ударяют молотком и осаживают металл. Наиболее ходовые пуансоны имеют квадратное сечение 6×6 мм и длину около 75 мм. В зависимости бойку пуансона придают соответствующую форму.

Металл для гравирования. Пластинки для мелких работ можно приготовить из листовой латуни, меди, мельхиора, не прибегая на первых порах к драгоценным металлам. Размер их примерно 60×100 мм, толщина от 0,8 до 3 мм.

Выровненные пластинки крепят на деревянные бруски несколько большего размера – так будет удобнее работать. Их набивают гвоздиками или ставят на расплавленный сургуч. Отверстия под гвозди зенкуют, чтобы шляпки не выступали над поверхностью пластинки. Пластинки шлифуют среднезернистой шкуркой с маслом и тщательно протирают. Перед тем как нанести карандашный или переводной рисунок, поверхность металла покрывают тонким слоем белой акварели, темперы или гуаши.

7.5. Первая проба резца

Начальные работы должны быть, естественно, не слишком сложными. И все-таки с первых шагов нужно учиться резать не только прямые линии, но и кривые и окружности. С учетом этого пожелания выбираются подходящие рисунки. Проще начать, пожалуй, с орнаментов, содержащих завитки, розетки, круги.

Рисунки и орнаментальные композиции, предварительно отработанные на бумаге, переводят на загрунтованную поверхность металла с помощью копировальной бумаги. Затем контуры рисунка прорезаются на металле тонким шпицштихелем.

Вначале берутся за маленькие круги, изменяя направление движения резца (по часовой стрелке и против) с переходом на каждый новый круг. Гравирование кривых линий позволяет отрабатывать целый комплекс профессиональных движений: кисть правой руки продвигает штихель вперед, левая рука удерживает и поворачивает пластинку навстречу резцу, большой палец правой руки направляет движение резца.

Штихель берется в правую руку так, чтобы его ручка упиралась в ладонь, а большой и указательный пальцы крепко охватывали резец в 15–20 мм от носка. Остальные пальцы поддерживают клинок и ручку штихеля сбоку и несколько снизу. Не нужно зажимать резец мертвой хваткой. Его держат цепко, но чутко, стараясь ощутить кистью малейшие изменения в положении резца по мере следования за узорами. Особенно чутко надо ощущать движение резца при выходе его из металла на поверхность. Не надо стремиться первое время любой ценой удержать штихель от срыва. Первейшая и главная задача начинающего резчика – научиться понимать и чувствовать металл через резец.

С учетом высказанных пожеланий начнем первое практическое занятие. Удобно расставив локти на столешнице, указательным и средним пальцами левой руки придерживаем брусок с металлической пластинкой. Пальцы располагаем так, чтобы большой палец правой руки упирался в кончик указательного пальца левой, а носок штихеля проходил бы между расставленными пальцами. Такой прием помогает начинающему граверу удерживать штихель от соскальзывания, а на случай срыва резца предохраняет от ранения левую руку. Штихель вводим на нужную глубину в металл, под углом 40° к плоскости, и быстро опустив инструмент вниз до угла в 5-10° (до величины угла отрыва), начинаем гравирование. Чтобы не уставала рука, и не терялся контроль над резцом, за один заход вначале режут штрихи не более 3 мм длиной. Периодически нужно делать разминку пальцев и проверять остроту резца.

Овладев в определенной мере приемами резьбы, можно создать какую-нибудь вещь, украсив ее гравировкой. Для начала, например, сделать тарелочку или пепельницу из латуни или меди. Композицию рисунка можно позаимствовать из книг или, что, конечно, лучше, но труднее, сделать самостоятельно. Зарисовав, например, какие-нибудь местные достопримечательности. При разработке собственных композиций можно отталкиваться и от смежных искусств – прорезной резьбы по бересте, хохломской росписи, брать за основу памятники декоративно-прикладного искусства.

Узор гравируют прежде на плоской пластине, а форму с загнутыми краями придают позже, по окончании гравирования. Круглую пластину многократно несильными ударами киянки простукивают по периметру на деревянном березовом чурбачке со скругленными краями.

Даже простая форма и несложный узор благодаря богатым декоративным свойствам металла могут быть очень интересными. Если же красоту металла подчеркнуть дополнительной обработкой, например, полированием, химическим тонированием, воронением и другими приемами, то впечатление еще более усилится (см. рис. 7.1–7.4).

Для нанесения рисунка на некоторые изделия применяют способ накатки с помощью стального колесика, на котором выгравировано изображение. Заготовку вращают, и при соприкосновении с ней изображение переходит по окружности на изделие.

Гравирование лазерным лучом. Этот вид гравюры вжигается в металл лазерным лучом после сканирования и цифровой обработки рисунка (см. описание выше). Лазер управляется компьютером.

7.6. Защитно-декоративные покрытия

Посеребрение (серебрение) – нанесение серебряных покрытий (обычно гальваническим способом) толщиной от долей микрон до нескольких микрон на изделия для защиты от коррозии, повышения отражательной способности и декоративных целей. Для лучшего сцепления серебра с основным металлом (медь и латунь) производится амальгамирование путем погружения деталей в раствор азотнокислой закиси ртути и азотной кислоты или цианистой ртути и цианистого калия. *Помните! Цианистый калий очень опасный и смертельный для жизни***яд!!!**

Позолота – покрытие изделий тонким слоем золота (обычно гальваническим способом) толщиной от долей микрон до нескольких микрон для защиты от коррозии, повышения отражательной способности и декоративных целей.

Золочение – покрытие изделий веществами, имитирующими золото. Например, для золочения латуни используют погружение предварительно обезжиренной детали в раствор бисульфита натрия. Затем после промывки в чистой воде деталь выдерживают в растворе уксуснокислой меди, подогретой до 36–40 °С. В зависимости от времени выдержки латунная деталь окрашивается от светло-золотистого цвета до цвета червонного золота и даже красновато-фиолетового оттенка. После окрашивания деталь промывают водой и сушат на воздухе.

Патинирование – (от патина – окисная пленка, образующаяся в результате окисления на поверхности деталей из меди, бронзы или латуни) процесс искусственного окрашивания поверхностей деталей из латуни, бронзы и меди (см. выше), в светлые или темные оттенки коричневого цвета.

Расчистка – частичное снятие защитно-декоративного покрытия с поверхности ювелирного изделия, подчеркивающее его рельеф и фактуру. Расчистка чаще всего производится с помощью мягкого полировального круга и абразивной пасты.

Горячие эмали – декоративное покрытие ювелирных изделий, основанное на бесцветном стекловидном расплаве кварца, соды, мела, карбоната магния и окиси свинца. Эмалирование производится в муфельной печи при температуре 600–800 °С. Окрашивание эмалей производится внесением специальных добавок-красителей (окислов металлов) при их приготовлении перед нанесением на деталь. Различают прозрачные и глухие эмали.

Холодные эмали – декоративные покрытия ювелирных изделий, основанные на применении промышленных лако-красочных материалов. Нанесение эмали на деталь и ее сушка производится при комнатной температуре.

Гравирование (травление) – называется способ воспроизведения, с помощью химических средств рисунков, орнаментов, надписей на поверхности металлических предметов. Травление производится двумя способами:

1) можно покрыть веществом, на которое действует протрава, все линии и поверхности рисунка;

2) можно, наоборот, защитить от действия кислот все промежутки, оставляя линии и поверхности рисунка свободными. Если затем покрыть всю поверхность кислотой, то в первом случае рисунок получится слегка рельефным, а во втором рисунок выйдет углубленным.

Художественное травление металла впервые стали применять средневековые оружейных дел мастера. Украшения на их изделиях не уступали тем, что выходили из-под рук искусных ювелиров. Травлением оружейники заменили один из трудоемких процессов – ручную гравировку, не утратив при этом художественных прежних качеств.

Издавна для декорирования изделий из металла применяли химическое травление в винном уксусе и органических кислотах. В России эту технику использовали мастера из Златоуста для нанесения орнамента на холодное оружие и домашнюю утварь (см. рис. 7.6).

Она позволяла воспроизводить изображение практически любой сложности. Однако получить глубокий рельеф без потери качества изображения не удавалось, поэтому применялась и резцовая гравировка.

Например, для железа и стали рекомендуется следующая смесь: 400 части воды, 2–3 капли азотной кислоты, 15 ч каломели (двухлористой ртути) и 1 ч виннокаменной кислоты.

Протравливаемый предмет опускают в глиняную глазированную кюветку (ванночку), в которую наливают соответствующий растворитель и т. д. (Различные составы травления металлов можно при желании найти в специальной литературе). Применяется в гравировании и *фототравление* металла, например московской фирмой «Дамаск».

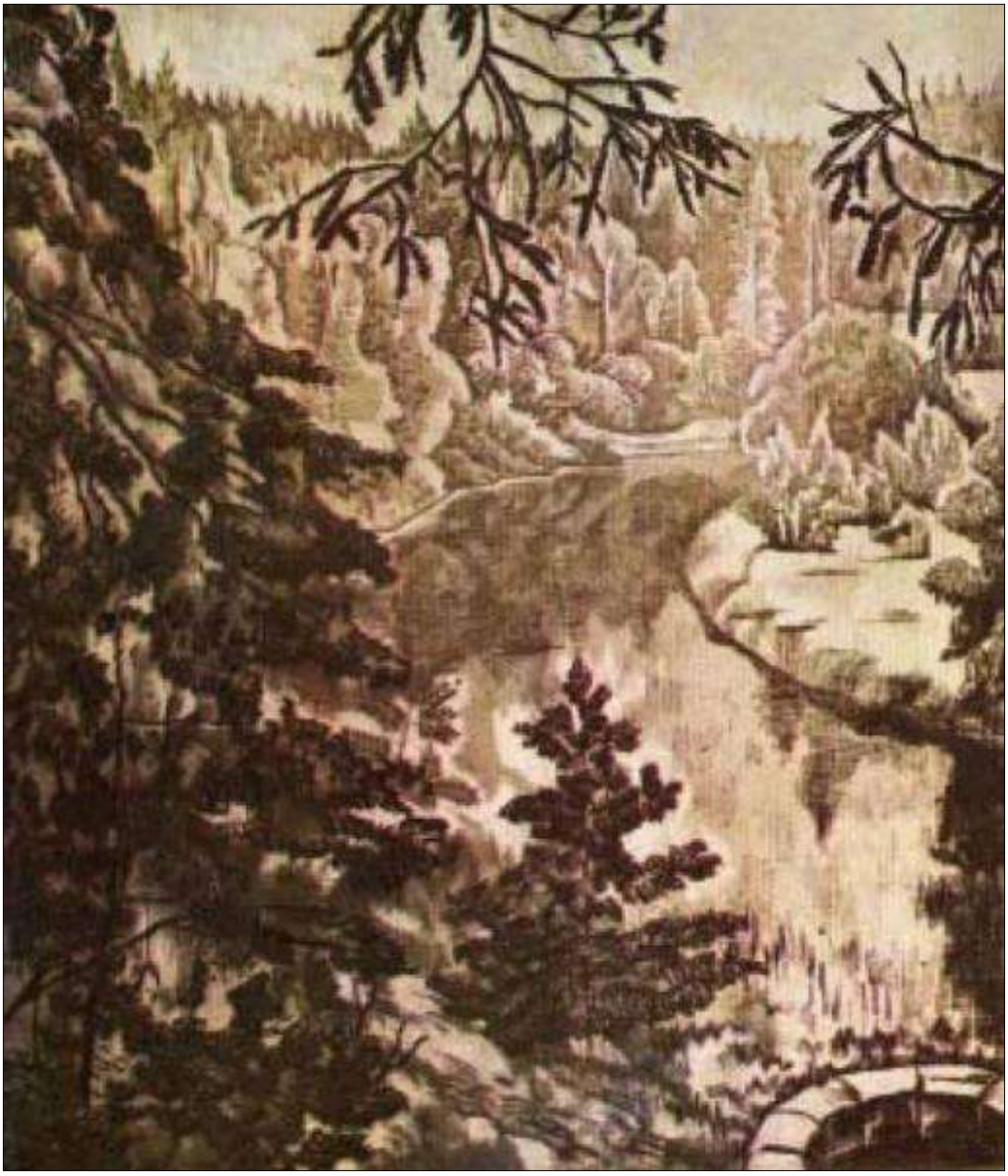


Глава 8. Гравюра, офорт – общие сведения

Гравюра (франц. gravure), вид графики, в котором изображение является печатным оттиском рельефного рисунка, нанесенного на доску гравером. Оттиски также называют гравюрами. В Европе возникла на рубеже XIV–XV веков. Различают гравюру выпуклую, когда краска покрывает поверхность выпуклого рисунка [как правило, это гравюра на дереве (ксилография) или на линолеуме (линогравюра)], и углубленную, когда краска заполняет углубления (преимущественно гравюра на металле: акватинта, меццо-тинто, мягкий лак, офорт, пунктирная манера, резцовая гравюра, сухая игла и т. д.). Наряду со станковыми гравюрами (эстампами) распространена книжная гравюра: иллюстрации, заставки и т. д. (см. рис. 8.1, 8.2).

Многие книги выходят с рисунками. В особенности издания по естественно-историческим наукам нуждаются в иллюстрациях. Перо естествоиспытателя тут должно идти рука об руку с карандашом художника. Некоторые учебные руководства, предназначенные для юношества, немыслимы без чертежей и рисунков. Таковы, например, учебники – по геометрии, физике, зоологии и пр. Влияние иллюстраций для наглядной популяризации идей выше, чем влияние живописи.





Применение светописи к гравированию представляет одно из любопытных усовершенствований в области графических искусств. Оно заключается в том, что фотографический негатив механическим способом, благодаря светописи, переводят на гравировальную доску гравера или из кости заготовку. Это делается так. Для резьбы обычно употребляется пальмовое дерево как наиболее твердое и удобное для гравирования. Фотографический негатив можно иметь с какого угодно предмета или явления природы. Получив негатив, гравер переводит его на пальмовую доску. Предварительно пальмовая доска покрывается (окрашивается) цинковыми белилами. Когда они высыхают, их сверху покрывают раствором серебра. Теперь на эту доску кладут фотографический негатив и выставляют на свет от 15 минут до часа. В это время работает свет: он переводит негатив на доску гравера. Этот процесс передачи рисунка можно считать одним из чудеснейших явлений в природе. Итак, солнечный свет с поразительным искусством и точностью на пальмовой доске нарисовал, допустим, портреты Альбрехта Дюрера или Иоганна Гутенберга. Имея превосходное изображение гениального изобретателя, гравер гравирует их, то есть режет на дереве, выражаясь их техническим языком. Чтобы сохранить для читателей черты оригинала, граверу остается рабски копировать подлинник.

Искусство гравирования основано на той закономерности, что чем толще черные штрихи и чаще расположены, тем сильнее они обозначают отсутствие света, то есть тень, и наоборот, чем тоньше штрихи и реже расположены, тем ярче обозначают световые места. Искусно комбинируя штрихами, гравер обозначает на рисунке все градации света и тени и достигает таким образом рельефного изображения, в данном случае портрета. Работа гравера – одна из самых кропотливых и усидчивых. Про него можно сказать, что сколько он просидит, столько и награвирует. Иногда работу целого дня можно прикрыть кончиком пальца. Войдите в мастерскую гравера, особенно вечером, когда он работает при электрическом освещении. Вы увидите следующую картину. За рабочим столом, где лежат разные гравировальные инструменты, сидит гравер, согнувшись и наклонив голову над деревянной пальмовой дощечкой, клише. Не отрывая от нее глаз, он режет то одним, то другим штихелем. Возле гравера, за особыми столами, работают и его, например, унцукульские ученики. Перед электролампой на подставке стоит стеклянный шар, наполненный водою. Лучи света благодаря этому шару концентрируются на определенной точке, смотря по желанию гравера. Закручивая винт у подставки, гравер может приподнять или опустить стеклянный шар и направить свет прямо на рисунок – на пальмовую или из дикой яблони доску. В результате получается ослепительный пучок света, так что становятся видны мельчайшие детали рисунка. Гравер надевает на глаза зеленый зонтик, наглазник, который предохраняет зрение (см. рис. 6.32). Для гравирования употребляются штихеля – разной формы и толщины, по номерам, начиная с 1-го и кончая 20-м и даже больше. Чтобы иметь понятие о штихеле, представьте себе перочинный ножик, который имеет косой срез в сторону, наружу. Штихелем проводят на дереве черту – сверху вниз, при этом штихель работает точно соха: на дереве получается углубленная борозда. Штихель проводит борозду самую тонкую, тоньше человеческого волоса. Чем выше номер штихеля, тем он толще режет. В старину работали перочинным ножом.

Английский гравер Бэуик первый ввел для гравирования грабштихель, который гораздо практичнее ножа: в то время как там борозда вырезается в два приема руки, штихель режет ее в один прием. Этот же гравер стал выпиливать доски для гравирования не вдоль ствола, как было прежде, а поперек, потому что сопротивление дерева, распиленного поперек, по всем направлениям одинаково. Напротив, если дерево распилено вдоль ствола, тогда сопротивление при гравировании получается разное: слабое – вдоль волокон и сильное – поперек волокон. Кроме того, при поперечной распилке каждая точка на поверхности доски «сидит» крепче, нежели при продольной распиловке, потому что древесные волокна находятся глубоко в дереве и тянутся сверху вниз, тогда как при продольной распиловке гравирование происходит только на верхнем слое волокон, которые легко отстают и отпадают. При поперечной распиловке основание каждой точки на поверхности доски коренится глубоко в дереве, а при продольной – оно лежит почти на самой поверхности доски. В том месте портрета, где показана тень, гравер проводит соответствующие тонкие параллельные бороздки – получаются (при тиснении) толстые жирные штрихи; наоборот, в световых частях портрета проводит широкие близко стоящие друг к другу борозды – получаются (при тиснении) тонкие штрихи. Кропотливо вырезав весь портрет, гравер срезает поля, и клише готово. Если клише при помощи особого валика смазать типографской краской, то эта последняя покроет только выпуклые рельефные места, тогда как борозды будут не покрыты: туда краска не проникнет. Теперь стоит только на клише положить лист белой бумаги и тиснуть, чтобы получить портрет или какой-нибудь другой награвированный рисунок. Деревянное клише при печатании скоро портится. Чтобы его увековечить, с дерева клише переводят на медь – при помощи гальванопластики.

Офорт – графическая техника глубокой печати. Материалом для создания авторской печатной формы служит металл (главным образом медь и цинк). Eau forte – в буквальном переводе с французского – крепкая водка; так раньше называлась азотная кислота, употребляемая для травления металла. В данном случае наименование техники дала травящая жидкость.

В старых и современных руководствах и пособиях по офорту нет единого и исчерпывающего определения офорта как графической техники. В большинстве случаев к офорту относится *углубленная гравюра на металле, выполненная способом травления.* Сюда обыкновенно причисляются все разновидности гравюры на металле, связанные с травлением. В самых старых руководствах офортом называется лишь манера травленого штриха.

Все другие разновидности углубленной гравюры на металле подробно описываются в пособиях по офорту, но как бы выделяются в особую группу: их не относят к манерам техники офорта и не всегда считают самостоятельными техниками.

Приведенные выше определения техники офорта следует считать ограниченными, устаревшими, не соответствующими современному состоянию и задачам искусства офорта; нет никакой надобности сохранять их, они лишь вносят путаницу в теорию и практику графики. Назрела необходимость более современного, четкого, более исчерпывающего определения офорта как графической техники.

Но следует предостеречь начинающих офортистов от недооценки, способов гравирования, которые придают различный облик углубленной гравюре на металле и в конечном счете определяют его манеры. Уместно напомнить, что травленый штрих издавна дополнялся сухой иглой, а некоторые старые манеры (например, карандашная) всегда соединяли в себе приемы травления и механического гравирования. И, конечно, не случайно в литературе по гравюре на металле появились термины: механические манеры (сухая игла, меццо-тинто), химические манеры (офорт, мягкий лак, акватинта и др.) и, наконец, комбинированные манеры (карандашная, пунктирная).

Современный художник, конечно, сочтет анахронизмом искусственное, насильственное изъятие сухой иглы из арсенала средств офорта. И, разумеется, не исключено появление в нашей графике не только новых манер в известных нам техниках, но также появление новых графических техник.

Подводя итоги сказанному, следует констатировать, что в творческой практике и теории параллельно существуют два определения техники офорта.

По старому определению офорт – это углубленная гравюра на металле, выполненная способом травления.

Сюда включаются манеры: травленый штрих, мягкий лак, акватинта, лавис, резерваж., а иногда и карандашная манера. Такое определение чаше всего встречается в научно-исследовательской, музейной работе, в искусствоведении. В данном случае другие способы гравирования по металлу носят название: резцовая гравюра, гравюра сухой иглой, гравюра способом (манерой) меццо-тинто и т. д.

Новым, более современным и расширенным является определение офорта как углубленной гравюры на металле. Включающей в себя манеры, связанные с травлением, а также ряд механических манер.

Здесь офорт понимается как техника, объединяющая все известные в современной графике химические, механические и комбинированные манеры гравирования на металле (например, с применением лазерного луча), за исключением резцовой гравюры, являющейся самостоятельной техникой. *Такое толкование, более правильно отражающее состояние и задачи искусства офорта, прочно входит в нашу жизнь.*

Термин «офорт» применим только к гравюре на металле, а встречающееся у нас иногда выражение «офорт на картоне» – неграмотно; следует говорить: «гравюра на картоне», «гравюра на оргстекле» и т. д.

Напомним, что основная манера техники офорта также носит наименование «офорт» (или травленый штрих).

Интересно отметить, Петр I был не только плотником, кузнецом, литейщиком и т. д., но будучи в Амстердаме в 1698 году, выполнил несколько офортов в мастерской гравера Шхонебека. Придавая гравированию большое значение, Петр I издал специальный указ о развитии гравировального искусства и пригласил в Россию в качестве учителей голландцев Шхонебека и Пикара.

Гравюра на *меди или металле* отличается от гравюры на дереве манерой работы: гравюра на меди углублена в доску, так что каждая точка представляет углубление, каждый штрих – бороздку, гравюра на дереве рельефно возвышается на доске. Гравирование на меди идет очень медленно: иногда хорошая большая гравюра поглощает собою десятки лет упорного кропотливого труда. И не один гравер ослеп за гравюрой на меди. Такая гравюра отличается чистотою и изяществом рисунка.

В XVIII веке в русской гравюре все еще сохраняется преобладание резца. Выдающимися граверами того времени были братья Зубовы. Младший из братьев – Алексей исполнил резцом и офортом 114 гравюр, главным образом собственного сочинения. Хорошим гравером был поэт и художник Т. Г. Шевченко. В середине XVIII века центром гравирования становится «Грыдывальный департамент» при Академии наук. Впоследствии художественные классы Академии наук были преобразованы в Академию художеств, в которой в свою очередь были созданы гравировальные классы.

Из русских граверов на дереве европейскую славу снискал себе Серяков. С 1847 года Серяков стал посещать классы Академии художеств. Через пять лет ему разрешили держать испытания для получения звания свободного художника по гравированию на дереве. Это была гравюра с этюда Рембрандта – «Голова старика». Затем Серяков работал в Париже и, вернувшись в Россию, получил звание гравера-академика. То, что рука гравера вырезает на дереве, можно получить с помощью цинкографии, химическим путем. Вместо пальмовой доски берется цинковая пластинка, и на нее переводится рисунок. Как известно, рисунок на цинке вытравляется азотной кислотой; после нескольких вытравливаний он становится выпуклым, рельефным.

Новым стимулом для развития офорта в России была организация в 1871 году «Общества русских аквафортистов».

Группа передовых художников объединилась, чтобы средствами художественной печати широко распространять и популяризировать произведения искусства. Деятельное участие в выпуске альбомов гравюр приняли Крамской, Ге, Мясоедов, Савицкий, М. Клодт, Шишкин и другие. Общество выпустило в свет пять альбомов, но после распалось, так как многих художников не могло удовлетворить только лишь воспроизведение в офорте своих живописных работ.

Знаменательным событием была организация в 1894 году графической мастерской в Академии художеств, руководителем которой стал В. В. Матеэ – отличный мастер, подлинный патриот гравюры и замечательный педагог. Большая заслуга Матэ состоит также в том, что он увлек искусством офорта Серова, создавшего лучшие в русском искусстве гравюры. Среди многочисленных учеников Матэ выделяются: Пятигорский, Беляшин, Быстренин и другие. В начале XX века видная роль в искусстве офорта также принадлежит С. Иванову, Шиллинговскому, Кругликовой, Нивинскому, Масютину, Доброву и другим.

Многие из этих мастеров, а также некоторые ученики Матэ внесли большой вклад в развитие советского изобразительного искусства. Следует особо отметить большую роль смелого и вдумчивого мастера офорта Нивинского, творческое наследие которого до сих пор недостаточно оценено. Велика заслуга в развитии советского офорта замечательного мастера и крупного теоретика Г. Верейского.

Впрочем, современные известные граверы своими тщательными работами гравюру на дереве настолько приблизили к гравюре на меди, что иногда трудно бывает отличить одну от другой.

Но особенно заметным стал подъем искусства офорта у нас в стране в послевоенный период. Офорт почти окончательно освобождается от репродукционных тенденций, широко целеустремленно проводятся эксперименты, восстанавливаются старые и вводятся новые манеры и приемы работы, на современной основе оборудуются мастерские. Характерным становится распространение из традиционных центров по всем республикам и множеству городов страны.

В ряды офортистов вливаются выпускники созданных в художественных и педагогических институтах графических факультетов. Общий подъем искусства офорта был убедительно отражен на первой Всесоюзной выставке офорта в 1959 году и на последующих всесоюзных и республиканских выставках эстампа.

Заключая краткий исторический обзор, следует остановиться на важном моменте искусства офорта.

Никогда еще не создавалось таких благоприятных условий для развития офорта, какие имеются в современном российском искусстве. Давно остались позади споры о пределах форматов и технических возможностей офорта, отметены несостоятельные утверждения об узости и ограниченности техники. Появились компьютеры, гравировальные плоттеры (см. выше), различные программы CD систем и т. д., которые являются незаменимыми помощниками в создании гравюры и офорта на металле. Следует все же подчеркнуть, что машина никогда не заменит творчество художника-графика!

Наши офортисты на практике доказали, какие разнообразные и гибкие средства имеются для создания самых миниатюрных и «камерных» офортов и самых больших и монументальных.

В гравюре и офорте чрезвычайно велика роль практической работы, личного опыта, эксперимента, в которых проверяются, закрепляются и пополняются сведения, почерпнутые из пособий и указаний руководителей. Но в конечном итоге все технические познания, все практические навыки должны быть подчинены творческим целям. Художественное мастерство состоит в единстве *творческого и технического* процессов, когда замысел произведения рождается с учетом определенной техники, а не приспосабливается к ней в ходе работы. Такое отношение к делу рождает высокое творческое напряжение художника, необходимые во всех без исключения стадиях работы над офортом.

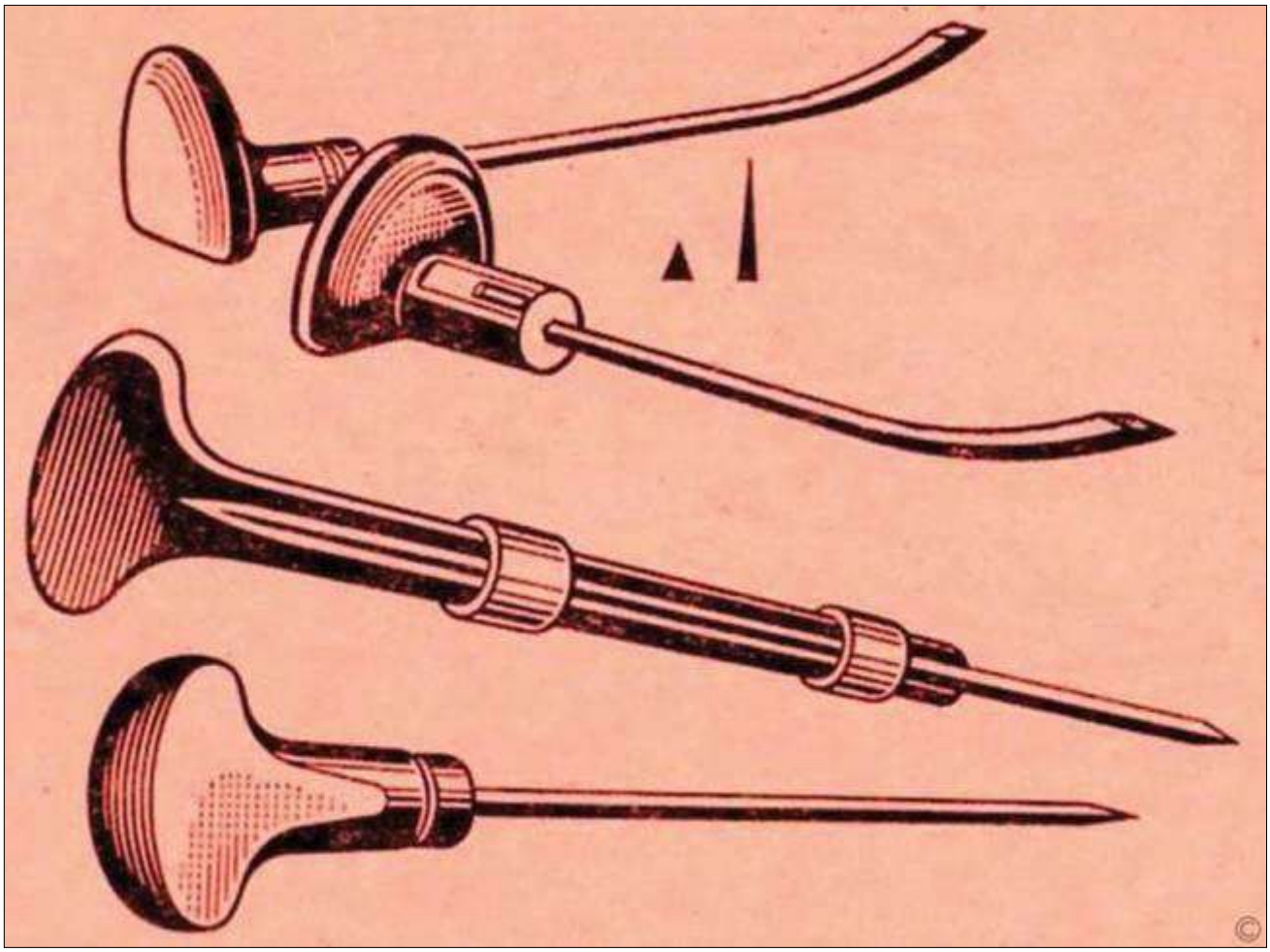
Многочисленные и смелые поиски в технике офорта и гравюры обещают новые творческие находки.

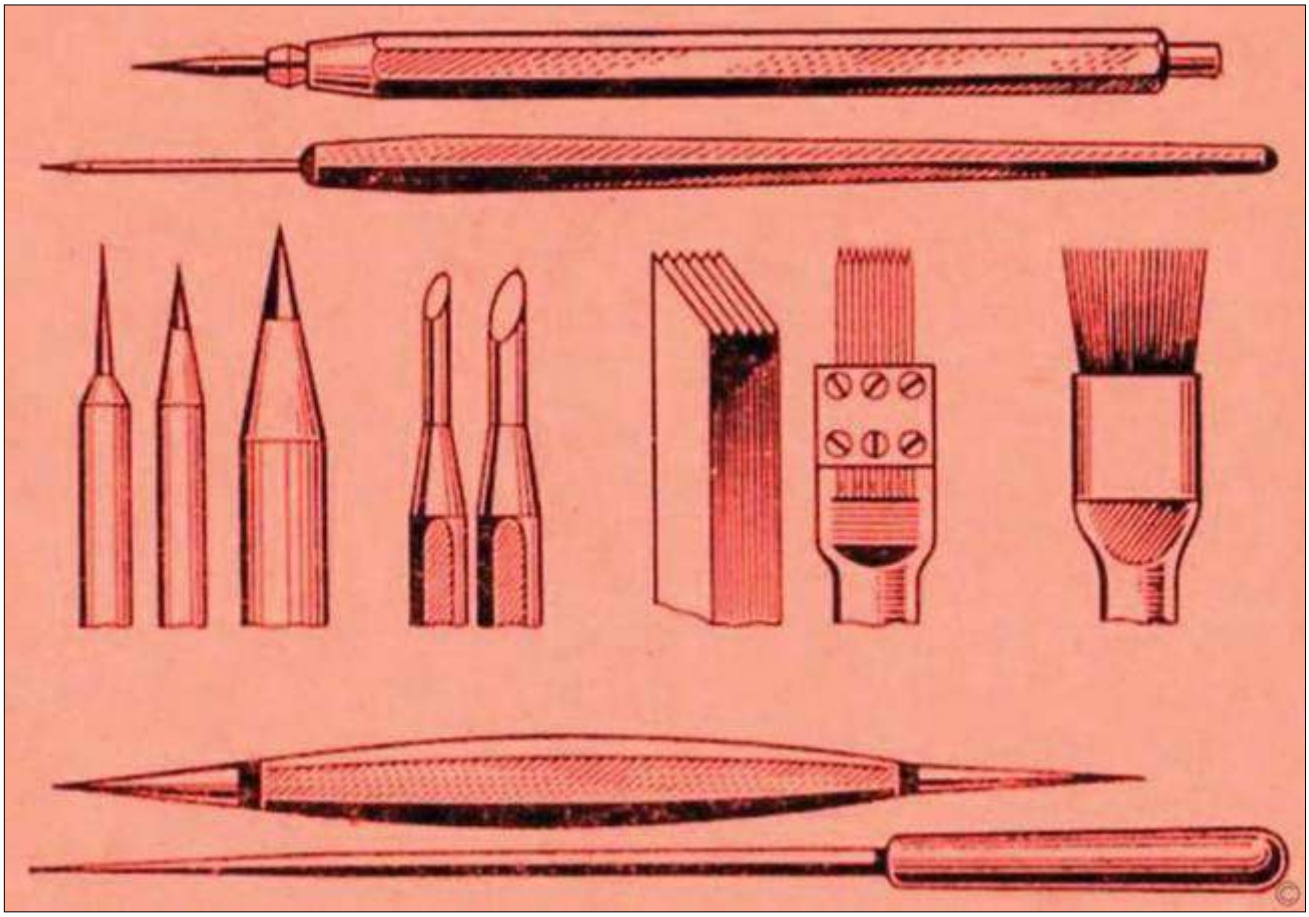
8.1. Материалы, инструменты

Существует два типа гравюры: глубокая и высокая. При глубокой краска задерживается в углублениях, а с выпуклых частей доски ее удаляют. Для получения оттиска бумага увлажняется и на специальном станке прокатывается под большим давлением. Влажная бумага вдавливается в углубления доски и краска к ней прилипает. При работе над высокой гравюрой краска накатывается специальным валиком на выступающие части рельефа и печать производится при помощи пресса.

Работая над глубокой гравюрой, мастер углубляет, вынимает те места, которые на оттиске должны быть черными, а на высокой гравюре, наоборот, белыми.

Глубокая гравюра имеет следующие виды: гравюра (штихелем) резцом (рис. 8.3).





Гравюра иглой (сухая игла) рисунок 8.4; гравюра пунктиром; меццо-тинто, или черная гравюра; вытравная гравюра, или офорт.

Высокая гравюра подразделяется на обронную, гравюру на дереве (ксилография), продольную гравюру, торцовую, гравюру на линолеуме.

Виды глубокой гравюры. Гравюра является декоративным способом обработки металла. Способ этот не связан с моментами конструирования, формирования самого предмета. Гравюра обогащает его внешний вид и используется для обработки поверхности.

Начало гравюре резцом положено в XV веке во Флоренции. Величайшим мастером резцовой гравюры был Лука Лейденский, творивший в конце XV – начале XVI вв. Гравюру резцом лучше всего резать на медной, цинковой или стальной доске (так называют мастера металлические пластины). Со стальной доски можно сделать наибольшее количество оттисков. Выполненный на бумаге рисунок переносится через копировальную бумагу, предварительно покрытую тонким слоем кислотоупорного лака. Полученный рисунок обводится иглой, после чего мастер сразу приступает к его гравированию резцом или вытравливанию кислотами, чтобы сделать рисунок более четким.

Доску с процарапанным по лаку рисунком погружают на короткое время в азотную кислоту, которая растворяет металл в обнаженных иглой местах. Затем лак смывают, и на доске выступает хорошо заметный рисунок, гравировать по которому намного легче.

Если в гравировании были допущены ошибки, их исправляют следующим образом. При неправильно проведенном неглубоком штрихе, его заглаживают специальной гладилкой; если ошибочная линия

прорезана глубоко, металл снимают специальным шабером. Полученную впадину выбивают с изнанки молотком, положив доску на плоскую гладкую наковальню.

Гравюра режется штихелями. Однако здесь применяется еще один вид штихелей – грабштихель, стержень которого имеет ромбовидное сечение (см. рис. 8.3). После соответствующей заточки им можно прорезать линии любой ширины, в зависимости от их глубины. Чем глубже прорезана линия, тем она шире. При выбирании стружки грабштихелем по сторонам остаются небольшие заусенцы, их удаляют шабером.

Гравюра иглой (сухая игла). Обработка доски в этом случае производится не резцом, а стальными или алмазными иглами, которые закрепляют в деревянные рукоятки (см. рис. 8.4). Работая иглой, гравер царапает поверхность доски. Штрих от иглы получается очень малой глубины. При этом металл не срезается, а перемещается. Выступающие по краям штриха заусенцы не снимают, так как именно они и придают своеобразие этой гравюре. При печатании, в рваном крае штриха и в заусенцах остается краска, которая сообщает линии на отпечатке особую мягкость и некоторую размытость. Число оттисков этой гравюре не превышает 30 штук, так как штрихи сглаживаются.

Метод гравюры пунктиром. Заключается в том, что рисунок гравируется не штрихом, комбинацией правильных точек, то более мелких, то крупных. Более мелкие и редкие точки дают на оттиске иллюзию света, а более крупные и сгущенные – тени. Переходы получаются мягкие, создающие приятное впечатление. Точки воспроизводятся путем выбивания острым специальным молоточком или пуансоном с различно заостренным рабочим концом – более острым или тупым. В результате точки по величине и глубине получаются неодинаковыми. Размещая их по поверхности рисунка, добиваются различной густоты тона. Иногда точки наносятся сквозь лак, что дает возможность смягчить резкость их контуров действием кислоты.

Меццо-тинто или черная манера. Этот вид изобретен в XVII веке. Для получения гравюры необходима шероховатая металлическая доска, дающая на отпечатке ровный черный цвет. Современный способ обработки шероховатой поверхности получается при натирании поверхности доски крупнозернистым кварцевым песком при помощи стеклянного куранта. Песок при вращательном движении куранта оставляет на доске мельчайшие риски и углубления, которые создают достаточно равномерную поверхность, хорошо удерживающую краску. Затем стальным специальным инструментом – гладким полированным планиром и острым трехгранным шабером – сглаживают, или выскабливают в большей или меньшей степени, шероховатость доски в тех местах, которые на оттиске должны быть светлее фона. Чем глаже пятно, тем меньше на нем задерживается краска и тем светлее она будет на эстампе. Таким образом, гравер работает над теми участками доски, которые должны стать белыми или светлыми, а черные у него уже есть в готовом виде. При черной манере гравер отправляется от черного к белому и работает только над высветлением тех или иных участков рисунка. Таким способом получают очень мягкие переходы тона и светотени.

Офорт, или вытравная гравюра. Офорт можно назвать гравюрой только условно, так как в процессе его изготовления гравирование как процесс отсутствует и рисунок на доске не режется резцом, а травится азотной кислотой. Обычно после травления гравер усиливает или подчеркивает отдельные штрихи и линии резцом или иглой.

Самый ранний из известных образцов офорта выполнен немецким мастером Дюрером в начале XV века. Ранние гравюры Дюрера выполнены на железных пластинах (см. рис. 8.1). Он первым начал применять в работе иглу. Величайшим офортистом был Рембрандт, творивший в XVII веке, и гениальный Гойя (XVII–XIX вв.)

Технология штрихового офорта заключается в следующем. Металлическую доску покрывают тонким слоем кислотоупорного лака. Затем на нее через копировальную бумагу переводят заранее подготовленный

рисунок. Твердым карандашом обводят только основные контуры рисунка. Затем, сняв бумагу, по основным линиям выполняют стальной иглой весь рисунок.

Офортные иглы, вделанные в деревянные рукоятки, имеют различную толщину и степень заострения. Закончив нанесение рисунка, оборотную сторону и края доски покрывают тем же лаком и погружают в плоский сосуд с азотной кислотой, которая травит металл в обнаруженных от лака местах. Затем доску хорошо промывают и высушивают.

Рассматривая полученный рисунок, мастер закрывает лаком те линии и штрихи, которые в результате травления получили достаточную глубину и на оттиске должны быть самыми светлыми. Остальной рисунок, не закрытый лаком, подвергают повторному травлению, более глубокому. Операция повторяется несколько раз, пока на гравюре не получится целая градация штрихов различной глубины, в зависимости от продолжительности травления. Чем глубже вытравлена линия, тем чернее она получится на оттиске. Закончив травление, лак смывают керосином и делают пробный оттиск. Если на нем обнаруживают недостатки, их исправляют на доске последующим травлением, резцом или иглой.

Виды высокой обронной гравюры. Обронная гравюра применялась для изготовления различных книжных украшений – заставок, концовок и т. п. Изготовлялась она из латуни, меди, цинка, стали. К этому виду гравюры относят гравировку пуансонов, которые служат оригиналом для отливки типографского шрифта. Это очень трудоемкий и ответственный процесс, требующий навыка и высокого мастерства. Заготовка пуансонов представляет собой стальной стержень квадратного сечения, на торце которого гравируется в зеркальном изображении литера, знак или цифра. Рисунок наносится иглой посредством специального прибора – калибра, который дает возможность прочерчивать вертикальные, горизонтальные и наклонные линии под определенным углом и точным расстоянием между ними.

Для работы гравер применяет достаточно большой набор инструментов: надфили, рифлевки, пуансоны, зеки, и др. Главным инструментом является штихель. Законченный пуансон закаливают и в специальном прессе отжимают медную матрицу, которая затем служит формой для отливки шрифта.

Гравюра на дереве (ксилография). Гравюры на дереве бывают продольными, когда слои дерева лежат в плоскости доски, и торцевыми, когда слои дерева расположены перпендикулярно к обрабатываемой поверхности.

Продольная гравюра является древней техникой, берущей начало в XV веке. Для продольных гравюр применяют доски с маловыраженной слоистостью, например, древесину груши, яблони, сливы, березы, липы. Доску подготавливают столярным способом. Толщина ее после обработки доводится до 20–25 мм, т. е. до высоты типографского шрифта, для удобства использования ее при печати – печатается она вместе с текстом.

Рисунок переводят на бумагу обычным способом, через копировальную бумагу или рисуют от руки. Для удобства резьбы всю доску иногда покрывают разведенной тушью – на темном фоне лучше виден вырез рисунка. Иногда сложный рисунок выполняют на тонкой бумаге и наклеивают на доску клейстером. Режут рисунок в этом случае вместе с бумагой.

Для производства продольных гравюр в качестве инструмента применяют специальные ножи с различными профилями режущей части, а также полукруглые стамески. След от стамески по форме получается такой же, как и от болштихеля, а стружка, вырезанная ножом, имеет треугольное сечение.

При резьбе продольных гравюр режущий инструмент двигается в различных направлениях относительно слоев древесины – то вдоль, то поперек. Он встречает разное сопротивление, затрудняющее проведение плавных линий в соответствии с рисунком. Кроме того, и сама линия в различных частях имеет

неодинаковую прочность при печати. Главным образом это относится к тонким линиям, которые быстро сминаются, а линии, проведенные поперек слоев, – выкрашиваются.

Торцовая гравюра, применяющаяся с XVIII века, не имеет тех недостатков, которые свойственны продольной гравюре. Она режется во всех направлениях одинаково, благодаря чему линии получаются равномерными, не выкрашиваются и выдерживают довольно большое давление при печати. Торцовая гравюра режется штихелем тех же типов, что и металлическая, только угол его заточки делается острее. Для предохранения штрихов на поверхность доски под штихель кладут деревянную подкладку, которая служит опорой для выемки стружки. При работе доску удерживают указательным и средним пальцем левой руки.

Для торцевой гравюры употребляют твердую плотную древесину, например, самшит. Чурки самшита распиливают на кружки толщиной 30 мм и хорошо просушивают. Затем они опиливаются в прямоугольную форму. Для работы используются куски без сучков и косых слоев, хорошо заметных на срезе по своей светлой, как бы атласной, окраске. Косые слои при резьбе выкрашиваются или мочалятся. Отдельные прямоугольные куски склеиваются столярным клеем или клеем ПВА в доски необходимого размера, хорошо обтачиваются и шлифуются с обеих сторон. Небольшие сучки и другие дефекты высверливают и в отверстия загоняют пробки из хорошего самшита. Так же исправляют ошибки при резьбе. Чтобы доски не коробились и не растрескивались, их скрепляют болтами, пропущенными в толще доски, или стальными трубками 6 мм в диаметре. Трубки загоняют в ряд параллельных отверстий. Грунт под рисунок делают из сухих белил, растертых на яичном белке с добавлением квасцов.

Гравюра на линолеуме. Материалом для этой гравюры служит линолеум толщиной около 3 мм. Поверхность линолеума тщательно шлифуется пемзой с водой. Рисунок переводится обычным способом, через копировальную бумагу или наносится от руки. Подготовленный кусок линолеума прибивается или приклеивается на доску, чтобы при работе не прогибался. Режут его узкими полукруглыми стамесками с U-образным или V-образным профилем, вырезая и углубляя те места, которые должны быть на оттиске белыми.

8.2. Технология изготовления

Затачивание резцов и игл. Научиться умело точить инструмент – это одно из условий успеха в этом сложном и интересном искусстве. Точат только режущую, переднюю часть инструмента. Боковые плоскости резца не точат. Вначале точат инструмент на мелкозернистом точильном камне; на мягких камнях заточку ведут с водой, на твердых – с деревянным маслом, смешанным пополам с керосином.

Штихель ставят режущей плоскостью на поверхность бруска и затачивают равномерными движениями вперед и назад. Нельзя сваливать инструмент в стороны во время затачивания, особенно надо следить за тем, чтобы не заминалось и не крошилось острие резца.

Заканчивают заточку на оселках, на куске толстой гладкой кожи, смазанной шлифовальной пастой. Иглы затачивают на крупнозернистом бруске с чистым керосином, затем на мелкозернистом точильном камне с водой. Для окончательной заточки иглы используют тонкую наждачную бумагу.

Перевод рисунка на гравированную доску. Рисунок переводят в зависимости от характера рисунка круглой или граненой иглой. Иногда наносят рисунок без предварительного перевода, в этом случае рисунок приобретает особую выразительность, связанную со свободным и непринужденным исполнением. Рисовать иглой прямо на доске сложно, нужно иметь для этого большой опыт и мастерство, молодому любителю этого искусства не обойтись без перевода на доску готового рисунка.

Рисунок-оригинал, выполненный в размер гравировальной доски, помещают на гладкую доску и накладывают сверху лист кальки, закрепив кнопками. Взяв перо и тушь, копируют основные контуры рисунка. Затем одну из сторон кальки натирают мягким графитом, накладывают на печатную форму, прикрепив кальку к медной доске кусочками воска, и переводят, не слишком сильно надавливая карандашом или тупой гравировальной иглой, следя за тем, чтобы не было пропусков; на доске остается след в виде небольшого углубления. Рисунок-оригинал сохраняют для дальнейшей работы.

Гравирование.

Переведенный на грунт рисунок несколько углубляют таким образом, чтобы игла затронула поверхность металла. Затем грунт (лак) удаляют с доски. Для этого доску смачивают керосином или скипидаром и мягкой щеткой или тряпкой удаляют грунт. Доску, очищенную от грунта, чистят древесными опилками и смахивают их щеткой, после чего доску еще раз промывают ацетоном. Таким образом, подготовленная доска готова к дальнейшему гравированию.

Положив доску на кожаную подушку и придерживая ее левой рукой, приступают к гравированию. Чтобы преодолеть естественную на первых порах робость и некоторую скованность, необходимо поработать некоторое время на пробных досках, выполнить несколько простых упражнений на загрунтованных обрезках металла, используя при гравировании различные резцы и нанося линии и штрихи в самых различных вариантах.

Для начала работы необходимо знать, что закругленные линии легче гравировать резцами квадратного сечения, а прямые – более сплюснутыми, треугольными или ромбическими. Овальные и полукруглые резцы удобны для углубления штрихов и гравирования прямых линий. Резцами с узким лезвием режут более глубокие линии, а резцами квадратного и полукруглого сечения – более мелкие, по ширине и т. д.

Для гравирования самых тонких и паутинных линий в резцовой гравюре применяют очень острые и тонкие иглы, не оставляющие заусенцев. Вообще же для гравюры резцом более типичны относительно мелкие штрихи. Богатый тональный диапазон достигается не столько глубиной порезки, сколько за счет использования резцов различного сечения.

Короткими штрихами можно достичь очень тонкой моделировки формы изображаемого предмета, передачи фактуры разнообразных материалов. Большой выразительности можно добиться, применяя только контурную линию или пунктирную штриховку.

Во время гравирования штихель кладут на стол, взяв из ящичка для хранения штихелей и игл, и берут его всеми пальцами, придерживая ручку крепко мизинцем, а клинок лежит между средним, указательным и большим пальцем, смотри, например, рисунки: 6.26, позиция 2; 6.36, позиции 3, 4, 5. При резьбе большой палец лежит крепко на доске, кисть движется и нажимает на ручку. Режут короткими движениями вперед, передвигая после движения резца и большой палец, который служит опорой на доске и не дает резцу срываться. Резец следует держать в максимально пологом положении по отношении к плоскости доски и вести его так, чтобы пальцы слегка скользили по доске.

При гравировании закругленных линий левой рукой поворачивают доску навстречу хода резца. Если во время гравирования по краям штрихов образуются заусенцы, их следует обязательно удалить четырехгранным шабером.

Во время гравирования чаще всего встречаются помехи двух видов: либо резец срывается с поверхности доски, выскакивает из штриха, либо, наоборот, зарывается вглубь на столько, что иногда обламывается его конец. Это объясняется неправильным положением резца в ручке или слишком тупым или острым углом заточки резца.

Набивание доски краской.

Готовую краску для оттиска наносят на доску круглой щетинной кистью, но лучше использовать тампон. Для изготовления тампона вытачивают или вырезают из дерева колодку грибовидной формы, на широкую часть которой накладывают вату или волос, и обвязывают мягкой кожей, у ручки края кожи стягивают шнурком.

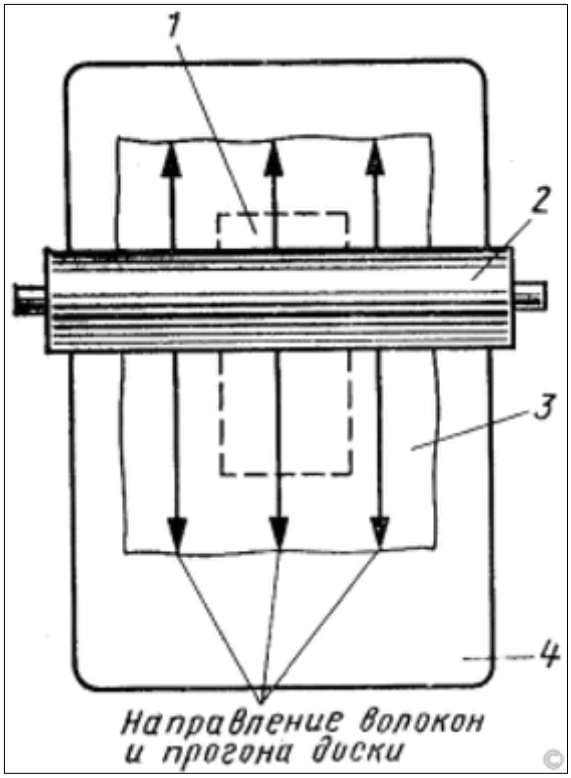
Слегка подогрев доску, тампоном набивают приготовленную краску и с силой вдавливают ее в углубления рисунка на доске, внимательно следя за тем, чтобы размягченная от тепла краска плотно заполняла штрихи на всю их глубину. Лишнюю краску сначала снимают с доски кусочком картона, поставив его на ребро, а потом протирают накрахмаленной марлей, после чего легким поглаживанием ладони руки, натертой порошком мела, кончают протирку доски тряпкой, намоченной в соленой воде или в 10 %-ном растворе поташа. Если в отдельных местах доски краска будет сниматься с большим трудом, следует доску слегка подогреть и снять прилипшую краску. Случайно исчезнувшую краску из углублений рисунка набивают вновь и вытирают тряпкой.

Печатание.

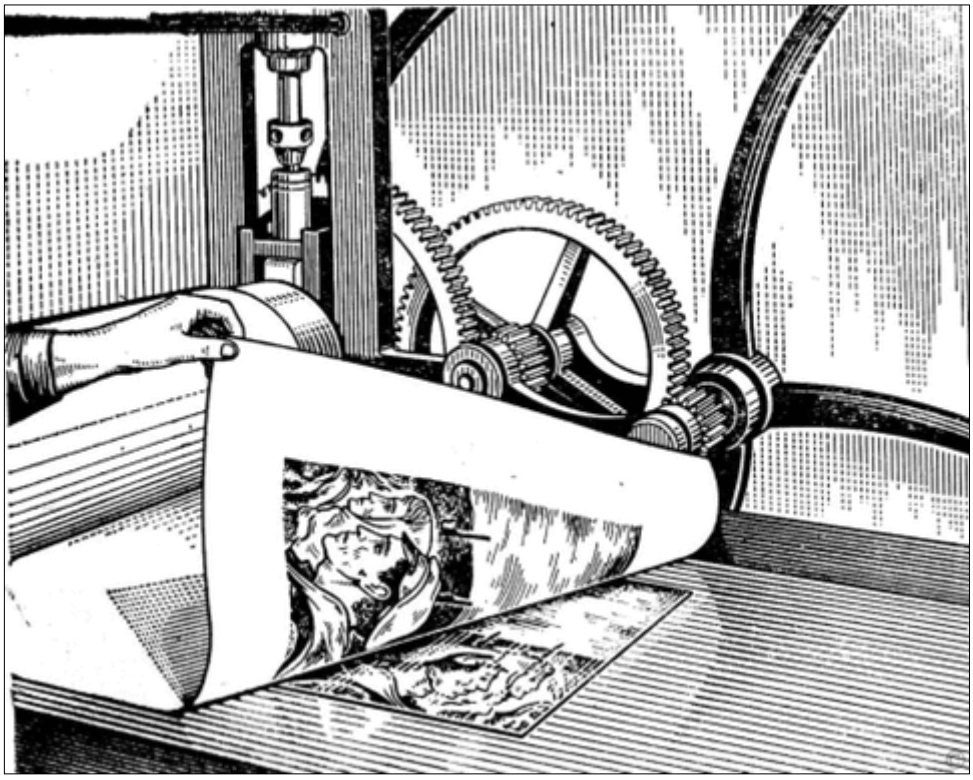
Когда доска будет окончательно подготовлена, на доску пресса (талер) помещают ровный лист цинка или оцинкованного железа толщиной не более 1 миллиметра. На нем карандашом обводят положение доски и листа бумаги. Подогретую доску (печатную форму) кладут на талер лицевой стороной вверх, а на нее помещают увлажненный лист бумаги правой стороной к награвированной поверхности доски (рис. 8.5).

Доску и бумагу накрывают плотным сукном или войлоком, что облегчает мягкий натиск на доску, кроме того, сукно или войлок впитывает в себя излишнюю влагу из бумаги.

Вертикальными винтами станка устанавливают необходимое давление и начинают плавно, не останавливаясь, вращать маховое колесо, пропуская между валами талер вместе с лежащими на нем доской, бумагой и сукном. Маховик останавливают, как только печатная форма и бумага полностью выйдут из-под верхнего вала на противоположный конец станка (рис. 8.6). Когда гравюра прошла под валом, приподнимают сукно, осторожно и медленно снимают бумагу. После каждого очередного оттиска печатную форму набивают краской, вал и талер протирают мягкой тряпкой, смоченной в ацетоне.



По первому пробному оттиску намечают исправления и дальнейшую работу над доской. Небольшие и средней величины доски можно печатать и без станка. Для этого берут кусок плотного картона и в нем вырезают отверстие, в которое доска должна входить совершенно свободно. На стол рисунком вверх кладут печатную форму, набитую краской, а сверху – картон с прорезью таким образом, чтобы он надавил на края сырой бумаги, и доска втиснулась бы в прорезь. Сверху сырую бумагу покрывают сухой вощеной бумагой и притирают костяным или деревянным срезом отполированной пластины.



Готовые сырые оттиски снимают, просушивают и прикрывают с лицевой стороны тонкой прокладочной бумагой. Оттиски укладывают в стопку между листами сухого картона, а сверху кладут груз. Доски по окончании печати нужно тщательно промыть керосином или скипидаром, чтобы краска не оставалась в штрихах, насухо вытереть и обернуть в плотную бумагу. При длительном хранении лицевую сторону досок грунтуют лаком или воском.

8.3. Противопожарные и санитарные правила

Использование в работе легковоспламеняющихся и горючих веществ, а также нагревательных приборов обязывает к строгому соблюдению следующих правил пожарной безопасности:

а) постоянно следить за исправностью электропроводки и нагревательных приборов;

б) иметь на рабочем месте лишь потребное на день работы количество огнеопасных жидкостей (керосина, бензина, бензола и т. д.). остальные запасы держать в кладовой (на складе) с соблюдением всех правил хранения;

в) грязные и промасленные тряпки и бумажные отходы держать в железных ящиках с крышкой;

г) копчение факелом металлических досок производить только в специально оборудованном для этого месте;

д) по окончании работы проверять выключение электроприборов, газа, и света;

е) иметь в граверной и офортной мастерской огнетушители.

Для предохранения работающих от вредных испарений, ожогов и травм необходимо:

а) иметь исправную вентиляцию во всех помещениях и оборудовать специальные вытяжные устройства в помещениях для травления и копчения досок. Травить металл при неисправной вентиляции категорически воспрещается;

б) кислоты и летучие вещества хранить в сосудах с надежными пробками. Своевременно заменять грязные опилки и тряпки. Ежедневно производить уборку всех помещений;

в) предохранить защитными устройствами (кожухами) шестеренную передачу печатного станка и диск механического точила;

г) иметь в мастерской аптечку, в которой должны быть перевязочные материалы и средства от ожогов и отравлений.

Другие практические советы. И, наконец, рекомендуется воспользоваться следующими советами.

1. Работать в граверной и офортной мастерской следует в спецодежде (халате, комбинезоне и т. п.). Во время травления рекомендуется пользоваться резиновыми перчатками. При вытирании доски имеет смысл пользоваться кожаными перчатками лишь на первой стадии работы – удаления краски начерно. Весь дальнейший процесс проделывается без перчаток, чтобы рука лучше улавливала податливость краски и безошибочно регулировала нажим. Для того чтобы быстрее отмыть руки от краски, перед началом работы их рекомендуется натереть жидким мылом или специальной пастой.

2. Для более удобного и экономичного использования жидкостей следует в пробки, которыми заткнуты бутылки, вставить трубочки, сделанные из обрезков, например, гусиного пера, от соков или шариковых ручек.

3. Тампоны очищаются от присохшего к ним грунта на листе чистой бумаги, положенном на теплую плиту. Хранить кожаные тампоны следует в блюдцах, на дно которых наливается немного машинного масла.

4. Чтобы нанести наждачный порошок на войлочный круг, внешний обод круга смазывают жидким столярным клеем. Затем вставив стержень в отверстие, круг прокатывают в длинном и узком деревянном ящике, на дно которого насыпан наждачный порошок. Когда клей подсохнет, весь процесс повторяют еще раз.

5. Для окрашивания бумаги водяными красками и настоем чая не удовлетворяет офортистов, так как красящие вещества размываются при замачивании бумаги и стискиваются во время печати.

Для окрашивания бумаги рекомендуется применять чернила из дубового орешка, разбавленные водой. После высыхания эти очень светостойкие чернила совершенно не размываются и не стискиваются. Приготовление чернил очень несложно. Дубовые орешки, или галлы, имеющие вид шариков желтовато-белого оттенка, вырастают на нижней стороне дубовых листьев. Собирать их надо в конце августа или в сентябре. Размельчив орешки, через марлю или сито отжимают из них сок. Отстоявшийся в стеклянном сосуде сок приобретает чистый золотисто-коричневый цвет. Разбавляя этот сок водой в различных пропорциях, получают составы красивых и чистых желтых оттенков. Натянутая на доску офортная бумага окрашивается при помощи широкого флейца. Для придания чернилам более холодного серого оттенка в них добавляют несколько кристаллов железного купороса. Чем больше купороса, тем темнее и холоднее становятся чернила. Разбавленные водой чернила с купоросом дают очень разнообразные оттенки серого цвета. Если осенью не найти свежих дубовых орешков, можно собрать на земле прошлогодние и вываривать их в воде не менее часа. Иногда прибегают также к вываривanию дубовой коры. Чернила, полученные вываривanием, менее интенсивны, но вполне пригодны для окрашивания бумаги.

6. Для просушивания досок при выкрывании рекомендуется пользоваться подставками.

7. Совершенно обязательно все процессы работы записывать и производить только в отведенных для этого местах. Завершив тот или иной процесс, следует тотчас прибрать рабочее место. Особенно важно сливать кислоты и другие жидкости только в соответствующие сосуды. Такая аккуратность в работе особенно важна в коллективных мастерских. Малейшая неосторожность, пренебрежение этими правилами могут привести к непоправимым последствиям в работе студентов, дизайнеров, рабочих и других.

Глава 9. Насечка по металлу и дереву (инкрустация)

9.1. Общие сведения

Сам термин «инкрустация» имеет латинское происхождение: incrustation – покрывать. Инкрустация – это техника декорирования изделий путем врезания в поверхность (или насекания) различных материалов: металла, кости, драгоценных пород дерева и т. д. Очень часто для этого используются драгоценные и цветные металлы.

Сейчас этот вид художественного творчества снова возрождается во многих регионах России и есть все основания для того, чтобы в рамках данной книги остановиться на этом вопросе.

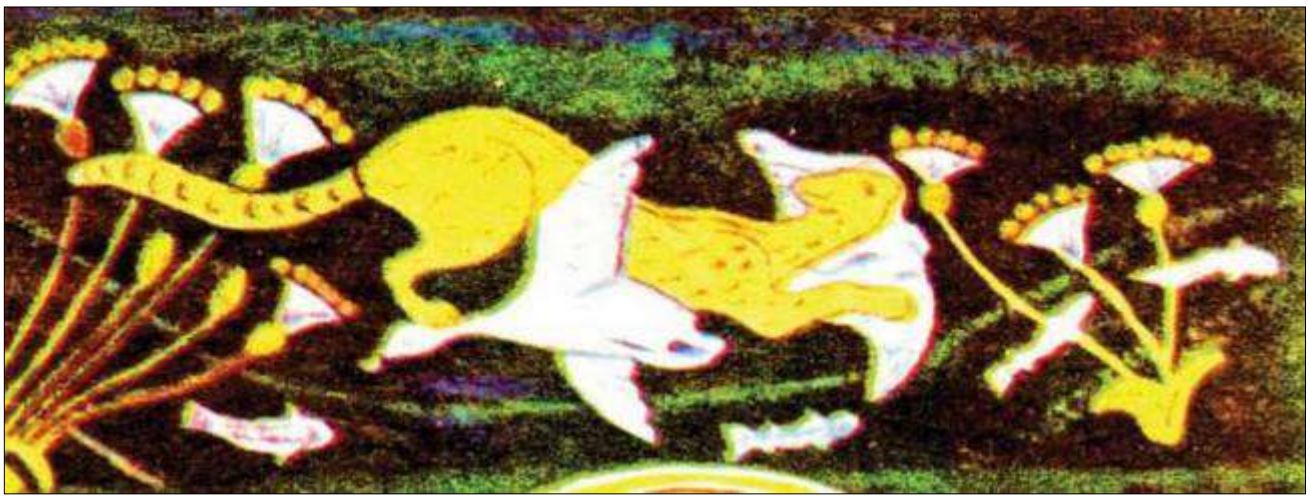
При открытии в 1922 году гробницы фараона Тутанхамона было обнаружено много хорошо сохранившихся изделий из мебели и прикладного искусства. Например, трон Тутанхамона – это деревянное кресло, обшитое листовым золотом, на фоне которого сверкают инкрустации из фаянса, цветного стекла и камней. Подлокотники ажурны и выполнены в виде крылатых змей, поддерживающих эмблему фараона. Передние ножки завершаются львиными головами из чеканного золота. Копия трона имеется в Париже (Лувр).

А вот, например, Гомер так описывает в знаменитой «Илиаде» изготовление богом-кузнецом Гефестом боевого щита герою Ахиллу:

> «Дальше из золота сделал он дивный, большой виноградник.
> Сладким плодом отягченный; висели в нем черные гроздья:
> Ветви держались кругом на серебреных длинных подпорках.
> За виноградником темный подставил он ров, обнесенный
> Вокруг оловянной оградой…».

Для инкрустации только небольшой части бронзового щита легендарный мастер использовал три разных металла: золото, олово и серебро. Щит был выполнен с таким мастерством, что в произведениях более поздних авторов он иносказательно стал означать непревзойденное произведение искусства.

Долго археологам не удавалось найти изделие, в котором с таким блеском была использована техника инкрустации одного металла другими. И только после раскопок гробниц в Микенах удалось найти бронзовые кинжалы, относящиеся к XVI веку до н. э. На поверхностях клинков были изображены сцены охоты на льва, стремительно бегущие дикие лошади, кошка, охотящаяся в зарослях папируса на уток (рис. 9.1).



Всего два металла были использованы в композициях – золото и серебро. Но благодаря тому, что художник использовал золото различных тональностей – от темно-желтого до почти белого, изображения обрели необыкновенную живописность. Древний мастер учел и то, что бронза со временем покрывается темно-зеленой патиной, а золото и серебро сохраняют первоначальный цвет и чем дальше, тем контрастнее выявляются на темном фоне бронзы.

История декоративной отделки стали в России.

Кроме перечисленных выше декоративных отделок, получила широкое распространение *инкрустация,* заключавшаяся в том, что на стальное оружие накладывались золотые или серебряные орнаменты и надписи; наряду с этим производилось огневое золочение.

Значительное место в декоративной отделке стального белого оружия занимало *таушированиe*, или так называемая золотая насечка. Сущность этого процесса заключалась в том, что в специально подготовленную поверхность металла, предварительно насеченную канавками, зачеканивалась в виде узоров или орнаментов золотая или серебряная тонкая проволока, которую потом посредством шлифования сравнивали с поверхностью изделия. Интересны примеры декоративной отделки изделий из стали, относящиеся к раннему периоду развития ремесел в Древней Руси. Шлем князя Ярослава Всеволодовича (IX–X вв.) изготовлен из цельного листа стали и декорирован чеканными накладками из серебра (см. рис. 4.5).

Производство оружия и военных доспехов на Руси к концу XII века получило особое развитие.



Мастера-оружейники изготавливали мечи, боевые топоры, копья, сабли, ножи, щиты и кольчуги. Сохранившийся до наших дней декоративный топорик (см. рис. 9.2), владельцем которого историки считают

князя Андрея Боголюбского, является образцом сочетания оружейной и ювелирной техники XII-XIII веков. Местом его производства исследователи считают Суздальскую Русь. Как известно из истории, внук Владимира Мономаха, Андрей Боголюбский поставленный на княжение своим отцом, Юрием Долгоруким, в Звенигород (близ Киева), самовольно ушел в Суздальскую землю, где он родился и правил ранее. После смерти в 1157 году Юрия Долгорукого, он стал Великим князем, но в Киев не переехал, а остался править в Суздальском княжестве, куда и переместился центр Руси. С тех пор Киев потерял значение столицы. Недалеко от г. Владимира в селе Боголюбово князь Андрей построил великолепный каменный дворец и поселился в нем. Отсюда его прозвище – Боголюбский. При Андрее Боголюбском г. Владимир, куда он перенес столицу княжества из Суздаля, становится крупным ремесленно-торговым центром. Город населяют тысячи искусных русских мастеров – архитекторы, строители, каменщики, резчики, ювелиры, живописцы. Не последнюю роль среди них играют кузнецы и мастера-оружейники.

Топорик, изготовленный суздальскими мастерами, легок, хотя и выполнен из стали. Он обладает звоном внутри полого обуха. На щеках обуха и на одной стороне лезвия изображена буква «А», что и дало основание историкам предположить, что князь Андрей Боголюбский имел к нему какое-то отношение. Поверхность металла покрыта насечками и на эти насечки (в горячем состоянии) набито листовое серебро, поверх которого нанесен орнамент гравировкой, позолотой и чернью с изображением дракона и птиц. Историк Б. Рыбаков в своем исследовании отмечает, что «… детали орнамента находят себе аналогии в русских вещах XII века. Так, например, сюжет двух птиц, сидящих у дерева, хорошо известен по ряду изделий. Своеобразный меандр (на теле змея в инициале на лезвии) имеется на колтах из Тереховского клада, а городчатый орнамент лезвия известен по эмалям XII века».

Из ранних памятников гравирования на стали, напоминающего резьбу, относится рогатина Бориса Александровича Тверского, изготовленная и декорированная в 1255 году.

Дошедшие до нас образцы художественной обработки стального оружия свидетельствуют о высоком искусстве древних русских мастеров, традиции этого искусства охранялись и развивались в дальнейшем знаменитыми тульскими и Златоустовскими оружейниками. Еще в допетровскую эпоху был создан Московский оружейный приказ, а с XVIII века уже работали казенные оружейные заводы в Туле, Златоусте, Сестрорецке, Ижевске. Тульский и Златоустовский заводы достигли высокой культуры в области художественной обработки стали. Работы этих заводов славятся не только в нашей стране, но и далеко за ее пределами.

Златоуст широко известен не только производством высококачественной стали, но и образцами декоративной отделки различных стальных изделий. В начале XIX века при Златоустовском оружейном заводе был создан декоративный, или, как его тогда называли, «украшенный», цех. В цехе насчитывалось более ста рабочих – художников, граверов, насекальщиков, резчиков по кости и дереву и других. Наиболее широко цех развернул работу в 60-х годах XIX века. В это время в Златоуст были завезены образцы испанского оружия: толедские клинки и навахи, декорированные золотой и серебряной насечкой и богатой гравировкой.

Златоустовские мастера изучили привезенные образцы и в последующей работе не только достигли уровня толедских мастеров, но и превзошли их, как по качеству стали, так и в искусстве декоративной отделки стальных изделий.

В Златоусте был восстановлен способ варки булатной стали, который был известен в России еще в XVII веке.

Кузнецы Оружейной палаты изготовляли булатные клинки и другие виды оружия, отличавшиеся особой твердостью и вязкостью, а также исключительной способностью принимать и держать заточку.

Пройдя термическую обработку, они получали очень красивый декоративный рисунок, состоящий из особых узоров: полосок, сеток или волнистых сплетающихся линий, переливающихся как шелк или муар.

Развитие способов декоративной отделки холодного оружия тесно связано с методами обработки булатной стали, использованные для декоративной отделки различного оружия. Муаровые узоры булатной стали прекрасно дополнили художественную насечку золотом и серебром. Золотая насечка – один из древних приемов декоративной отделки стали в России, и в частности в Златоусте, – стала развиваться в 60-х годах XIX столетия; ею особенно увлекались Златоустовские мастера художественной обработки металла.

На стальное изделие, обычно на клинок сабли или ножа, наносился контур рисунка, по которому специальным зубильцем делались бороздки. В образовавшуюся канавку укладывалась скрученная золотая или серебряная тонкая проволока (толщиной примерно 0,2 мм); в утолщениях орнамента прокладывалось несколько проволочек. Проволока зачеканивалась медным молотком в сталь, где удерживалась заусенцами, образовавшимися при изготовлении канавок. Такой прием назывался углубленной насечкой. После этого изделие полировали, и зачеканенную проволоку сравнивали, таким образом, с поверхностью стали.

Большого расцвета насечка достигла у оружейников Дагестана, они украшали ею клинки шашек, сабель, кинжалов и металлические части кремневых ружей. Мастера насечки (бейху уста) вначале гравировали или вырубали небольшим зубильцем узор, затем в углубления вкладывали и вколачивали жгутики золота или серебра. Чтобы рисунок контрастно выделялся на стали, ее воронили.

Искусными мастерами насечки, как вы уже узнали, были русские оружейники. Но их деятельность не ограничивалась только украшением оружия. В Государственном Историческом музее в Москве хранятся щипцы для раскалывания орехов, выполненные во второй половине XVIII тульскими мастерами. В этом небольшом изделии применены сразу два вида насечки: низкая («заподлицо») и высокая. При *низкой* насечке в металле вырубались гнезда-углубления, в которые вбивались вставки из более мягкого металла (см. рис. 9.3, 9.4). При *высокой* насечке гнезда не вырубались, и накладки из цветного металла рельефно выступали над поверхностью декорируемого изделия (см. рис. 9.5).

Постепенно трудоемкую технику насечки стали применять все реже и реже, но и сегодня есть мастера, например не только у нас в России, но и в Индии и в Дамаске (Сирия), из рук которых выходят прекрасные изделия из металла. Изделия из дамасской стали, украшенный насечкой и гравировкой – всегда славились во всем мире.

Применяют и другой способ нанесения насечки, которая в данном случае называется выпуклой. Он заключается в том, что на изделие, например из золота, ювелиры наносят мельчайшие зубчики, располагаемые в соответствии с предварительно размеченным орнаментом. Эти зубчики прихватывают проложенную в бороздках серебряную проволоку.

Насечка металлом по дереву – своеобразный вид декоративного народного искусства, встречающийся на территории нашей страны в Дагестане и в Закарпатье, краях чрезвычайно богатых самыми различными ремеслами. Особую известность получили изделия с насечкой, изготовленные в высокогорном дагестанском селении Унцукуль. Хотя давность унцукульского промысла не превышает 240 лет, слава этого оригинального ремесла уже в конце позапрошлого века перешагнула границы Кавказа и России (см. рис. 9.7–9.8).

Унцикуль, село в Дагестане. Производство художественных деревянных изделий с насечкой из серебра или мельхиора (промысел с 1-й половины XIX века, а с 20-х годов XX века фабрика художественной обработки дерева). Трости, портсигары, коробки, шкатулки, стаканы, украшенные геометрическим линейным узором.

Разнообразие свойств различных материалов, в том числе и металлов, служит основой, как вы уже поняли, возникновения инкрустации, одним из видов которой является насечка (инкрустация). Суть этой техники художественной обработки металла заключается в том, что на металлических предметах гравированием, чеканкой или травлением наносятся углубления, которые затем заполняются другими металлами, имеющими контрастный цвет и тональность. Художественная выразительность насечки достигается не только рисунком, органически связанным с поверхностью украшаемого предмета, но и противопоставлением естественного цвета одного металла другому или других материалов.

9.2. Материалы и инструменты

Если вы захотите заняться насечкой, вам не понадобится ни золото, ни серебро. Кубачинские мастера, обучая учеников, используют для насечки стали латунь и алюминий. Пригодны и другие мягкие и вязкие металлы, палитра которых достаточно разнообразна. Медь, латунь, сталь и алюминий перед применением необходимо отжечь, чтобы они стали более мягкими и вязкими Олово и свинец нужно расплавить в широкой металлической посуде, отлить листы, затем проковать молотком на наковальне до требуемой толщины. Для линейных элементов насечки можно применять проволоку различных сечений.

Основными элементами инкрустации являются также плоские круглые бляшки, гибкая полоса для насечки, гибкая полоса для контурных дорожек. Для отделки насечки подойдут чеканы и штихели. Нужно будет изготовить и специальные инструменты – зубильца и канфарники (см. главу «Чеканка»). Делают эти инструменты из инструментальной стали и закаляют, см. выше главу «Гравирование металлов». Если инструментальной стали нет, изготовьте зубильца и канфарники из старых сверл, кернеров, метчиков или надфилей. Правда, сталь у них хоть и прочная, но хрупкая. Поэтому ее следует слегка отпустить, нагрев на открытом огне до появления соломенного цвета побежалости. Угол заточки клиновидной режущей части зубилец и канфарников будет зависеть от твердости насекаемого металла – для работы по твердой стали, бронзе и чугуну примерно 70°, для стали средней твердости – 60°, для меди и латуни – 45°, для алюминия – 35°. Под рукой всегда должно быть два молотка: один для работы с зубильцами и канфарниками, другой для вбивания насекаемых элементов и проковки инкрустированной поверхности.

Если к первому молотку особых требований не предъявляется, лишь бы он был достаточно тяжелым, а рукоять удобно лежала в руке, то у второго боек нужно тщательно отшлифовать, отполировать, а затем закалить, чтобы на поверхности инкрустации не появились всякие случайные вмятины, которые трудно удалять.

Все работы производятся на наковальне – это массивная стальная плита, укрепленная на толстом кряже. Используют также любые другие наковальни, всевозможные оправки из массивного металла. Например, кольцо или перстень насаживают на массивный стальной стержень, который закрепляют в тисках. Отдельные небольшие плоские предметы закрепляют на мастике в полушаре из чугуна, имеющем вверху углубления. Шар располагают на кожаной гравировальной подушке (см. рис. выше).

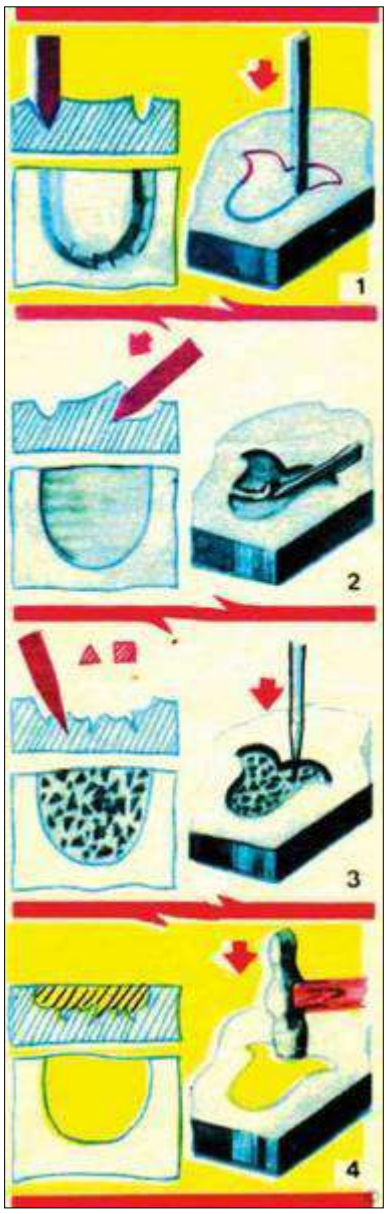
Осваивать приемы насечки нельзя сразу на изделии. Сначала нужно потренироваться на небольших кусочках металла. Только после того, как вы поймете, в чем заключается сущность этой техники, и добьетесь прочного соединения металлов, можно попытаться украсить насечкой какую-то вещь.

Учебную насечку нужно выполнить на листовом металле толщиной не менее 3 мм. При этом металл, украшаемый насечкой, должен быть тверже металла, применяемого в качестве вставок. Например, изделие из стали и бронзы можно инкрустировать медью, латунью, оловом, свинцом. Медь и латунь – алюминием, свинцом, оловом.

9.3. Насечка «заподлицо»

Вначале попробуйте выполнить насечку линии «заподлицо» (рис. 9.3). Положите стальную пластину на наковальню и проведите на ней карандашом какую-либо кривую линию. Установите зубильце в начале линии, нанесите по нему несколько равномерных и достаточно сильных ударов, чтобы его острие вошло в металл примерно на 1 мм. При этом запомните число и силу ударов. Установив зубильце на линии рядом с прорубленным углублением, нанесите то же число ударов и с той же силой. Тогда глубина канавки на всем протяжении будет одинакова. Понятно, что таким подсчетом придется заниматься только вначале. В дальнейшем рука как бы автоматически будет наносить нужное число ударов (см. рис. 9.3, позиции 3 и 4; рис. 9.4).

Готовую канавку обработайте канфарником с треугольным или четырехугольным сечением. При вхождении канфарника в металл образуются острые заусенцы – это нам и нужно. Чтобы заусенцы были более острыми, Канфарник нужно держать под углом к поверхности металла. Причем направление движения канфарника постоянно меняйте, наклоняя его то в одну, то в другую сторону.



Затем возьмите латунную проволоку, равную по толщине прорубленной канавке. Наложив конец проволоки на край канавки, легкими ударами молотка с полированным бойком постепенно вколачивайте проволоку в канавку, пока она не заполнится до конца. Затем более сильными ударами молотка нужно проковать всю инкрустированную поверхность, чтобы сгладить неровности. После проковки всю поверхность металла, чтобы она была идеально ровной, необходимо обработать шабером или напильником.

В заключение отшлифуйте поверхность и отполируйте наждачной бумагой, укрепленной на деревянном бруске, а затем полировочной пастой – например, пастой ГОИ.

9.4. Низкая насечка

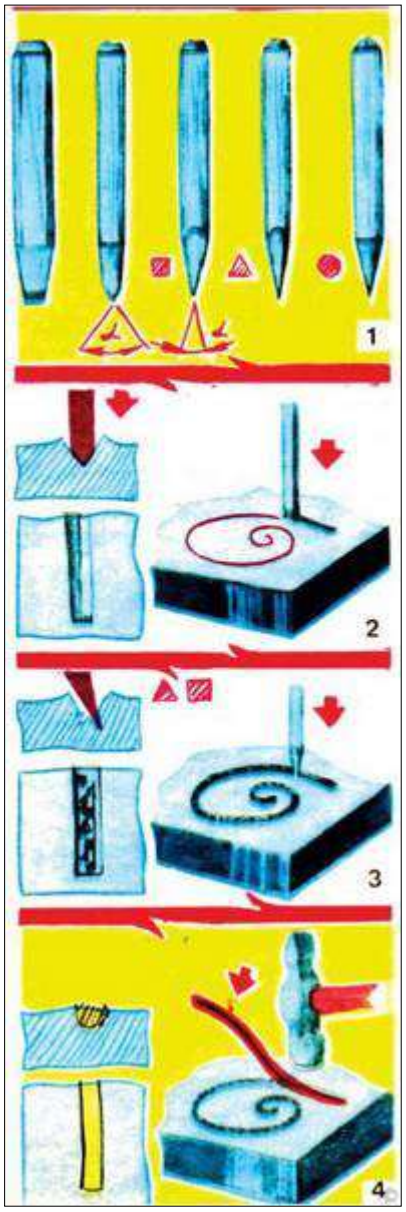
Инкрустировать «заподлицо» линейные элементы сравнительно просто, гораздо сложнее выполнять *низкую насечку* розеток, бутонов, лепестков, фигур человека и животных, потому что для каждого вставного элемента нужно вырубить гнездо (рис. 9.4)

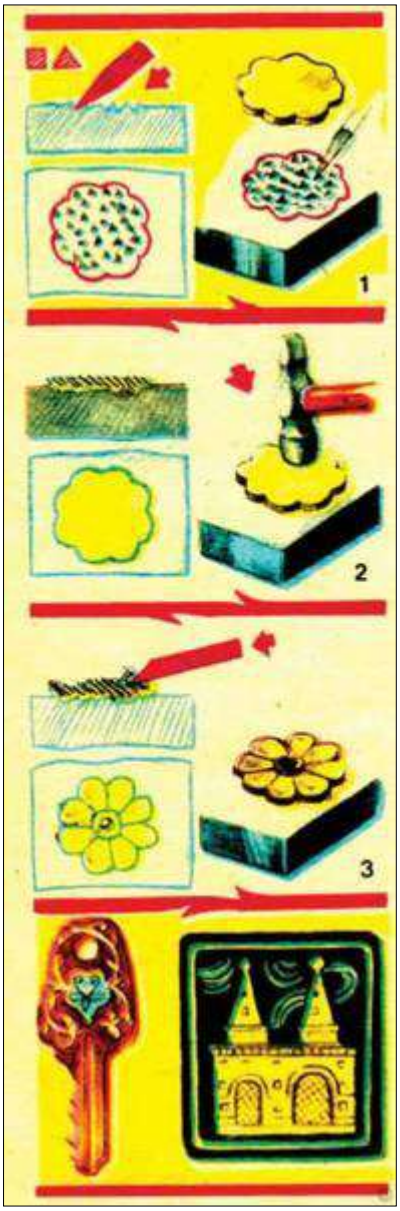
Вырежьте из тонкой латуни задуманную вставку, наложите ее на поверхность стальной пластины и обведите остро отточенным простым карандашом или чертилкой. Вдоль всего контура сделайте зубильцем зарубки на глубину примерно 0,5 мм. Затем в пределах контура снимите зубилом слой металла на ту же глубину. Особенно тщательно выравнивать дно гнезда не обязательно. Канфарником насеките на дне углубления с заусенцами. Наложите латунную вставку и сильными ударами молотка с полированным бойком вколотите ее в гнездо. Поверхность пластины тщательно прокуйте, сведя до минимума бугорки и вздутия. Затем обработайте поверхность напильником и отполируйте. Но на этом работа зачастую не оканчивается. Обычно мастер берет в руки штихели и украшает вставку гравированным рисунком (см. рис. 9.4).

9.5. Высокая насечка

Не менее интересна высокая насечка (см. рис. 9.5).

Соединять элементы высокой насечки с поверхностью украшаемого металла намного проще: отпадает необходимость вырубать гнезда. Вырезанный из латуни или меди элемент орнамента наложите на стальную пластину и обведите карандашом.





Канфарником насеките поверхность пластины внутри рисунка, ограниченного карандашной линией. Затем снова наложите элемент на свое место и сильными ударами молотка прокуйте его, начиная с середины и постепенно переходя к краям. После тщательной проковки два металла соединяют друг с другом так прочно, что не посвященному человеку трудно поверить, что для их соединения не были применены скрепляющие материалы. Попробуйте сковырнуть латунную накладку ножом или каким-нибудь другим острым инструментом. Если насечка выполнена по всем правилам, у вас ничего не получится. Теперь срубите зубилом накладку и рассмотрите место соединения. Вы увидите, что углубления от канфарника плотно забиты латунью. Значит, спайка двух металлов произошла благодаря тому, что более мягкая латунь, прокованная молотком, проникла в углубления, нанесенные на сталь. При этом стальные заусенцы под давлением металла слегка согнулись и словно крючками зацепили латунь. Прочность такого соединения проверена веками. Из дошедших до нашего времени изделий с насечкой не выпала ни одна вставка!

Линии в технике высокой насечки выполняют так же, как и при насечке «заподлицо». Вначале зубильцем делают небольшую канавку, канфарят, а затем вбивают проволоку. Чтобы линия выступала над поверхностью, проволока должна быть достаточно толстой и вмещаться в канавку только наполовину.

Чтобы насечь точку, пробойником с круглым сечением пробейте в металле углубление. Дно его обработайте канфарником для получения заусениц. Затем в углубление вбейте небольшой отрезок проволоки. Для инкрустации «заподлицо» отрезка проволоки должно хватить только на заполнение углубления, для высокой насечки длина отрезка несколько больше.

Когда все элементы высокой насечки закреплены на поверхности металла, чеканами и штихелями им придают необходимую форму, как это обычно делается при работе над гравированным рельефом. Например, в растительном орнаменте различными чеканами придают бутонам форму полусферы, а резцами обрабатывают лепестки.

Высокой насечкой инкрустируют только тщательно отшлифованные и отполированные изделия, потому что после выполнения насечки отполировать инкрустированную поверхность будет почти невозможно.

Иногда в насечке металлы меняются местами: мягкий служит основой для инкрустирования, а более твердый идет на вставки. Во всем остальном техника насечки остается неизменной, только заусенцы насекают не на инкрустируемом изделии, а на внутренних поверхностях вставок. Стальную проволоку насекают не канфарником, а зубильцем.

9.6. Декоративная отделка насечки по металлу

Изделие можно патинировать, то есть придать фону или отдельным элементам желаемую тональность. Чаще всего патинируют фон, делая его более темным. При этом элементы насечки контрастно выступают на фоне. Если стальное изделие, инкрустированное латунью нагревать паяльной лампой или горелкой, в тот момент, когда сталь станет иссиня-черной, латунь приобретает теплый золотистый оттенок. Контраст этих двух цветов придаст изделию особую красоту. Конечно, термическому патинированию не следует подвергать изделия, инкрустированные оловом, свинцом и алюминием. Олово и свинец расплавятся, а алюминий просто-напросто перегорит.

Присмотревшись к технологии, вы замечаете, что у мастера под рукой несколько листов стали разных размеров и форм (см. рис. 9.6). Он берет круглую или квадратную заготовку и принимается за работу. На стальной поверхности он вырезает пересекающиеся тонкие бороздки. Для этого он использует штихель, или резец из прочной закаленной стали. С его помощью мастер *гравирует* рисунок задуманного узора.

Справившись с первым этапом, мастер кладет заготовку на регулируемый деревянный верстачок со смоляной подложкой. На следующем этапе он служит опорой и своего рода амортизатором для заготовки.

Теперь начинается *инкрустирование.* Держа одной рукой золотую или серебряную проволоку, мастер аккуратно вбивает ее в стальную заготовку. Постепенно вырисовывается узор: удивительный арабесковый орнамент или узоры из геометрических фигур, птицы и цветы или панорама дагестанских селений Кубани и Унцукуль. Некоторые умельцы сочетают несколько таких элементов в одном большом узоре.



Следующий этап – *закрепление,* а для этого мастеру понадобится зубильце пошире. Легкими ударами он завершает инкрустирование золотой проволоки в бороздки на стали.

Контраст достигается на следующем этапе, называемом *воронение.* Заготовку погружают в раствор каустической соды и калиевой селитры при 800 °С, в результате металлическая основа окисляется и становится иссиня-черной. На таком бархатистом фоне золотые узоры дагестанского искусства выделяются особенно четко.

На завершающем этапе мастер на золоте *создает рельеф.* Теперь узоры оживают. Все мельчайшие детали, например перья птицы или лепестки цветка, обретают форму. Ну а *полировка* изделия кусочком агата придает золотым нитям сильный блеск, так что они четко выделяются на черном фоне. И перед нами – *настоящий шедевр!*

Уникальными и изысканными изделиями, украшенными золотыми и серебреными узорами, мы можем любоваться благодаря мастерам, которые донесли дагестанское, индийское и дамасское искусство из древности до наших дней.

При отделке таушировки всю поверхность гладко шлифуют и затем полируют. Если для основы берут сталь, то она тонируется в сине-серый цвет. Иногда насечку на изделии дополнительно рассекают туповатым зубилом. Углубления от рассечки придают всей работе своеобразный характер. Такой прием применен на китайском железном шлеме из Оружейной палаты, присланном в подарок русскому царю в 1637 году.

9.7. Таушировка с последующей наводкой

Для того чтобы скрыть отдельные ряды проволоки и придать орнаменту большую слитность и цельность, применяют последующую наводку. Золотой амальгамой слегка наращивают рельеф и придают своеобразный эффект всему рисунку, как бы написанному кистью. Амальгаму аккуратно накладывают по линиям рисунка, и изделие нагревают для испарения ртути, при этом всегда помните, пары ртути ядовиты. Операцию можно повторять несколько раз для получения желаемого рельефа.

Кроме насечки золотом, серебром и драгоценными сплавами применяют и обычные цветные металлы и их сплавы (медь, латунь и др.). В последнее время были проделаны опыты насечки рисунков на стали алюминием. Алюминиевая проволока хорошо держится в насечке, легко полируется и образует красивый своеобразный по цвету светлый рисунок на темном стальном фоне, несколько напоминающий насечку серебром.

Интересна в технологическом отношении насечка серебром и мельхиором (никелевый сплав) по твердым породам дерева – самшиту, кизилу, абрикосу. Эта техника издавна применялась в аварском ауле Унцукуль (Дагестан) для декорирования различных бытовых изделий (седла, трости, шкатулки, полки и т. и.).

В настоящее время Унцукульская художественная фабрика, расширяя ассортимент изделий, применяет эту технологию и для ювелирных изделий.

9.8. Насечка металлом по дереву

В наши дни насечка металлом по дереву широко применяется мастерами декоративно-прикладного искусства. Ассортимент изделий очень разный. Сюда входят ступки, бокалы, вазочки, женские украшения, блюда, шкатулки, орнаментальные и сюжетные панно. Наряду с древесиной кизила, абрикоса и груши применяется дерево грецкого ореха, яблони (старых засыхающих деревьев). Такое сравнительно малое число применяемых пород объясняется просто: в северо-восточном Дагестане нет другой пригодной для насечки древесины. Практически же можно использовать любое плотное, твердое и вязкое дерево: ясень, клен, граб, бук, вяз и даже березу. Все эти породы хорошо обрабатываются на токарном станке и прекрасно полируются.

Древесина пригодна только хорошо просушенная, влажность ее не должна превышать 20 %. В противном случае по мере высыхания насечной металл будет вытеснен сжимающимся деревом. Места, предназначенные для насечки, не должны иметь сучков, трещин и неровностей.

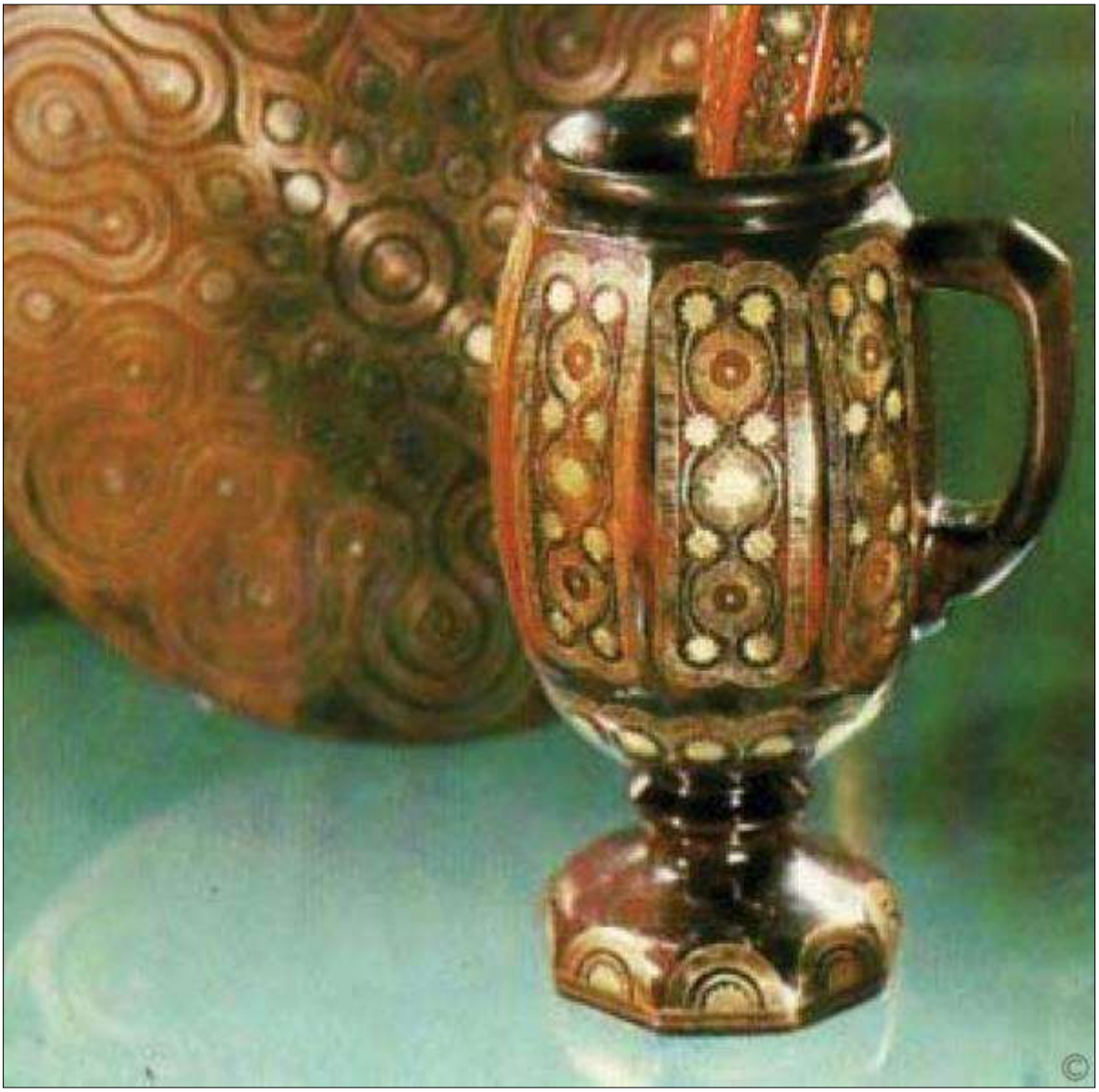
Выбрав одну из перечисленных пород дерева, сделайте заготовку, имеющую форму будущей вещи. Если это чашка, бокал, ваза или трубка, то внутреннюю часть их пока выбирать не надо, потому что тонкие стенки при насечке легко разрушатся. Эта операция делается уже после завершения насечки. А вот толстостенная тарелка, панно или трость могут иметь еще до насечки полностью законченные формы.

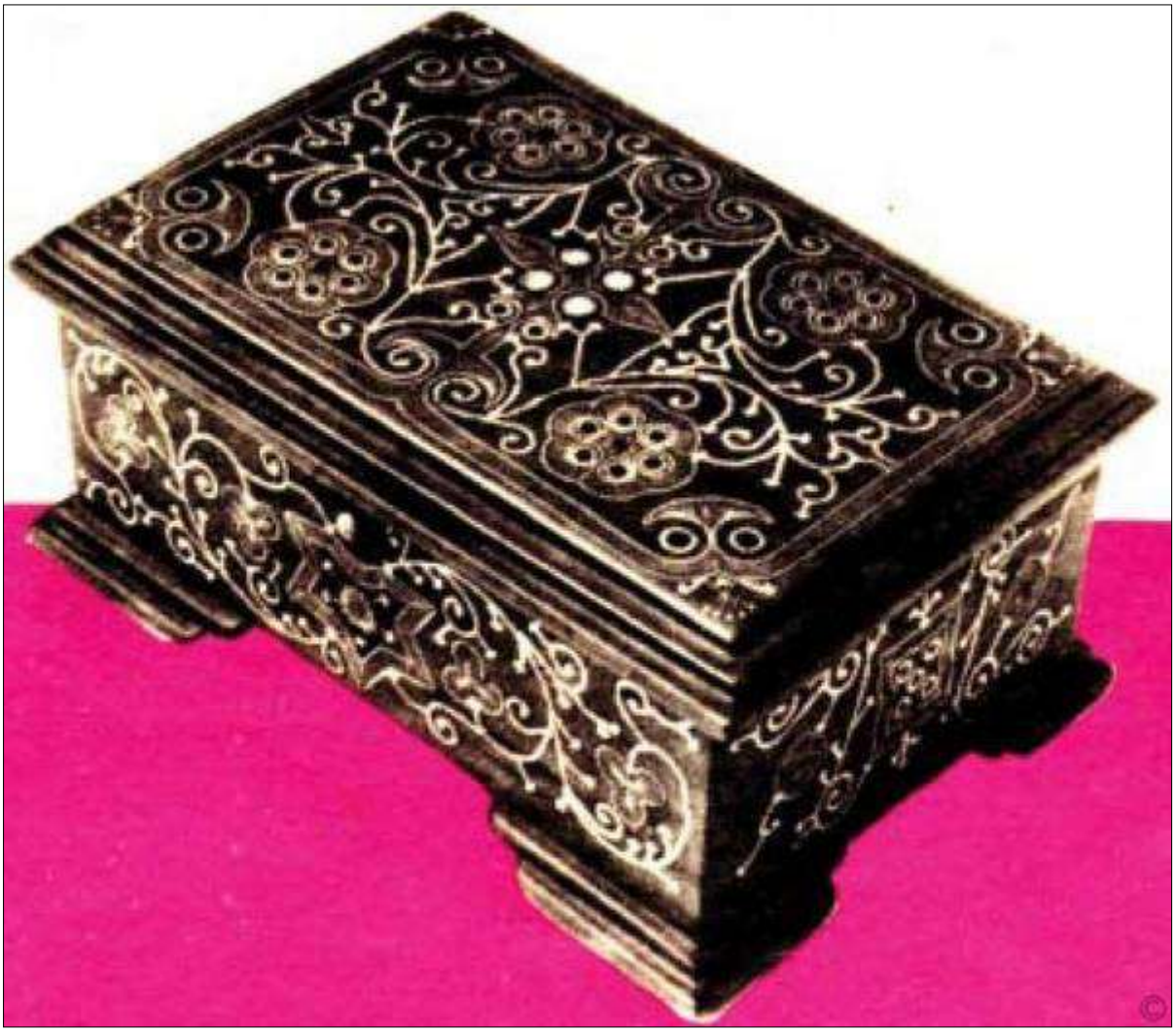
Трости выстругиваются из веток, токарные изделия вытачиваются, трубки вырезаются из чурбачков, панно и шкатулки делаются из обрезков досок. Заготовка обрабатывается рашпилем, драчевым напильником, рубанком. Для выглаживания поверхности дерева употребляется цикля и наждачная бумага различной зернистости.

Характер узора может быть самым различным. Для Унцукуля типичен орнамент, образованный циркулем (см. рис. 9.7, 9.8).

Это волнистые линии, круги, различные розетки, зигзаги. Приобретенный навык позволяет создавать более сложные сюжетные композиции.

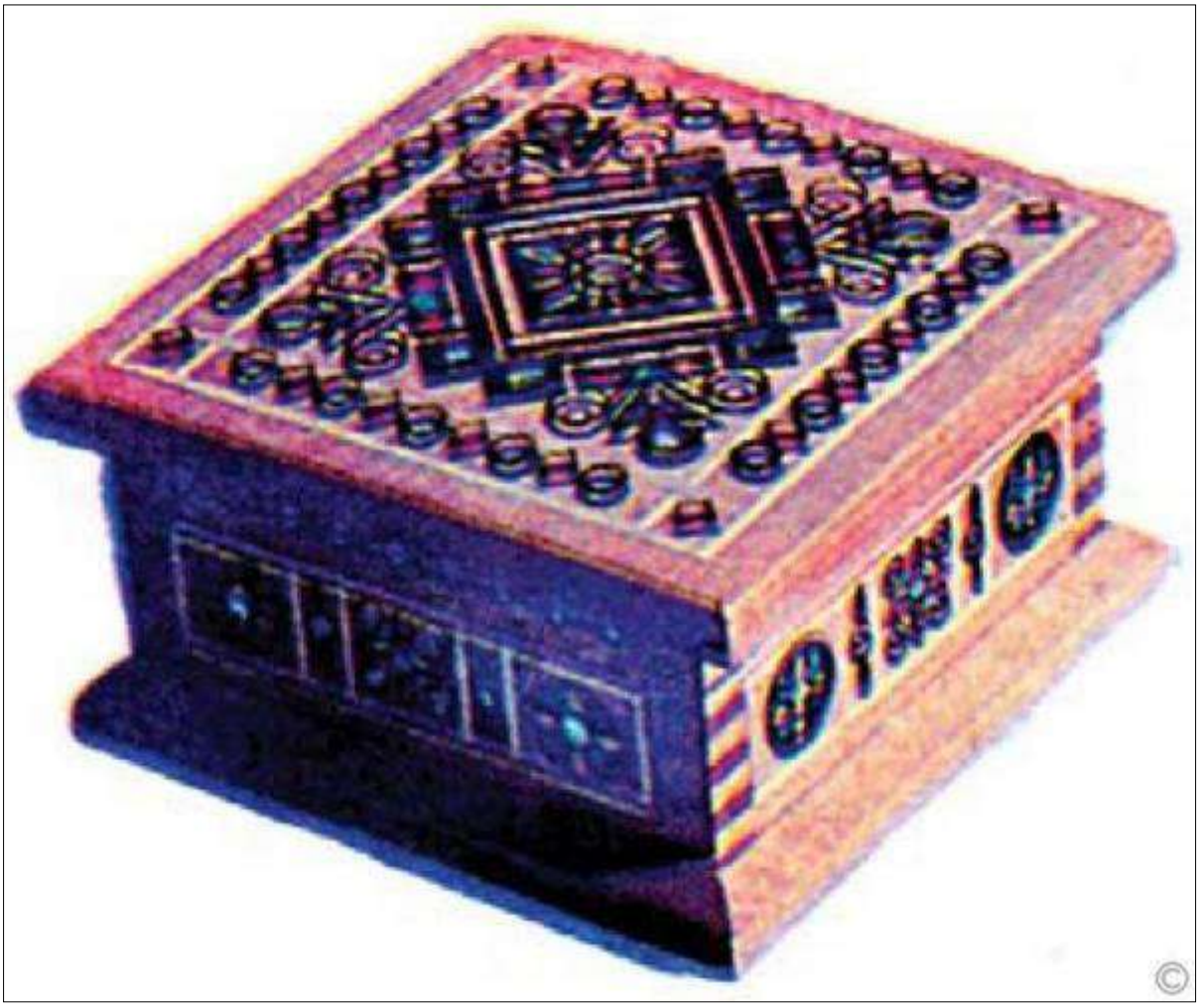
Работы гуцульских учащихся. Западная Украина. Известен также в Западной Украине гуцульский стиль художественной обработки дерева (см. рис. 9.9, 9.10).





Его своеобразие заключается в соединении плоскорельефной резьбы с трехгранно-выямчатой, особой манере композиционного построения орнамента, формах изделий, приемах исполнения. В резьбу вводят инкрустацию бараньим рогом, перламутром, бисером, металлом и разноцветным деревом. Для гуцульской резьбы и инкрустации характерен в основном геометрический орнамент, состоящий из ромбов, квадратов, кругов, полосок, полукругов и сложных розеток. Особенно распространена она в Львовской и Ивано-Франковской областей. Учащиеся школ и ОПТУ добились высоких результатов в овладении гуцульской резьбой и инкрустацией.





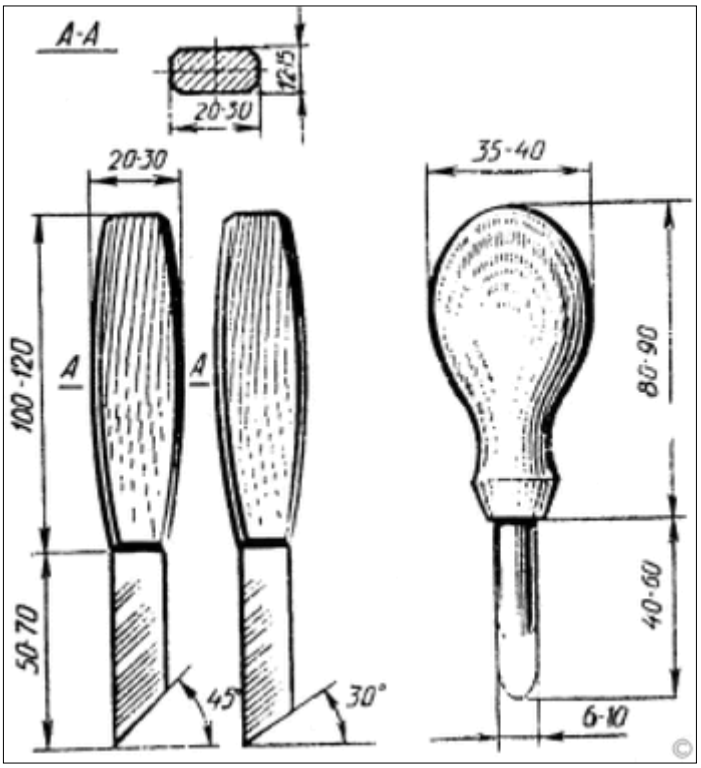
9.9. Материалы и инструменты

Металл для насечки должен быть мягким, хорошо полирующимся. Поэтому чаще всего применяется мельхиор, томпак, латунь, красная медь, алюминий. Исходным материалом служит проволока, которая вальцуется, то есть плющится, прокатываясь между металлическими валиками вальцов. Проволоку можно и не прокатывать, а просто плющить молотком на наковальне, но это хуже.

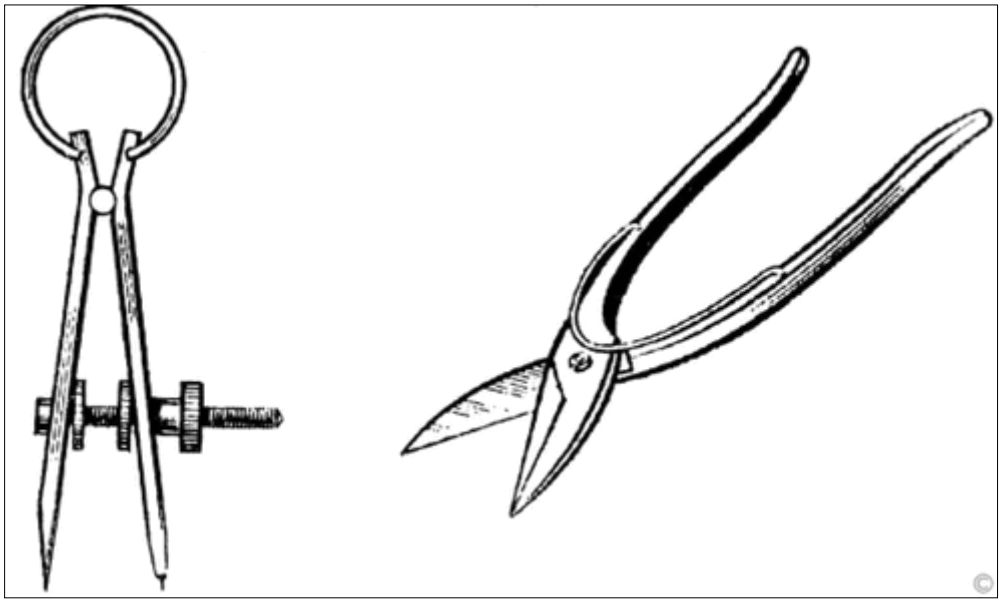
Ширина полученной ленты зависит от толщины проволоки. Проволока сечением 0,5–1,0 мм дает ленту шириной 2–3,5 мм.

Инструменты. Предметы под инкрустацию могут быть изготовлены токарным, столярным и комбинированным способами. В зависимости от этого нужны соответствующие инструменты и оборудование. Следует помнить, что инкрустация выглядит сочнее на выпуклых и сферических поверхностях. Поэтому плоскости нужно будет слегка заовалить от центра к краям напильником или рубанком.

Из специальных приспособлений (рис. 9.11) нужно выделить нож-резец для подготовки канавок под проволочную дорожку. Удобен нож-косячок, наточенный, как сапожный нож, издавна применяемый резчиками по дереву. Ножом-косячком делают продольные прорези. Для удобства работы лучше сделать деревянную ручку.



Канавки по окружности вставок выполняют циркулем резцом (рис. 9.12). Для этого годится обычный слесарный разметочный циркуль. Его ножки нужно укоротить и заточить. При необходимости таким инструментом можно сделать прорезь любого диаметра или дуги. При вращении игла циркуля резца вдавливается в дерево и разрушает его. Поэтому начало прорези часто не совпадает с ее окончанием. Чтобы этого избежать, под ножку циркуля следует подложить шайбу с отверстием для иглы.



Листы металла и срезанные от их кромок узкие полоски для инкрустации выпрямляются деревянным молотком (киянкой) из прочной, твердой породы: дуба, бука, граба, березы.

Углубление под бляшку выполняют перовым сверлом. Его вставляют в дрель или коловорот, которым и производят вращение. Можно поступить проще – не сверлить углубление, а сделать вмятину под бляшку. Для этого удобно использовать пуансон.

Элементы инкрустации вколачивают в древесину легким металлическим молотком на длинной ручке.

Обрезание проволоки и полосок металла производят небольшими слесарными ножницами (см. рис. 9.12). Обычные слесарные ножницы используют для нарезания тонких металлических лент – материала будущей инкрустации. Выполнение частой насечки требует быстроты и сноровки, и здесь необходимы специальные легкие ножницы с пружинными ручками.

Для скручивания проволочных элементов можно применить острогубцы-кусачки. В работе потребуется пинцет для удержания мелких деталей инкрустации.

9.10. Процесс выполнения инкрустации с насечкой

Процесс выполнения инкрустации с насечкой имеет свои технологические особенности этапов: подготовка рисунка и перевод его на деревянную основу, вколачивание элементов инкрустации, шлифование инкрустированной поверхности, окраска деревянной поверхности водным раствором протравы, высветление металлических элементов, прозрачная отделка. Рассмотрим несколько подробнее каждый из элементов.

Подготовка рисунка и перевод его на основу.

Элементы композиции должны быть четкими, подчиненными пластике металлической проволоки. Мелкие случайные изломы контуров обобщаются, т. к. их невозможно изогнуть в плавном ритме полосы металла. В инкрустации, также как в графике, линия имеет большое изобразительное значение. Она играет существенную роль в эмоционально-образном звучании композиции.

Очертания элементов должны быть ясными, как бы льющимися одним потоком, строго подчиненными общему ритму проволоки, изгибающейся в энергичные упругие формы.

Подготовительный рисунок к инкрустации целесообразнее выполнить в теплый тон белилами на темной бумаге. Можно использовать для этого коричневые или черные листы из комплектов для аппликации. На них можно рисовать не только краской, но и цветными карандашами светлых тонов (белым, желтым, оранжевым).

Перевод сложного рисунка на основу можно осуществлять по-разному, в зависимости от характера украшаемой поверхности. Если поверхность плоская или слегка заоваленная, то переводят его обычным путем – через копировальную бумагу. Замечено, что передавливать контуры рисунка на предмет через копировальную бумагу лучше не карандашом, а какой-либо заостренной палочкой. Ведь карандашом можно «забить» рисунок или испортить его случайной, неверной линией. Палочка может быть костяной или деревянной, сделанной из прочной породы (самшит, бук, дуб, граб или береза). Удобны также чернильные стержни от шариковых ручек, только паста из них должна быть израсходована, иначе жирные линии погубят рисунок.

Если инкрустированный предмет представляет собой поверхность вращения или не сложный рисунок, то орнамент можно перерисовать с эскиза непосредственно на древесину.

В этом случае избранный узор сначала воспроизводится на дереве карандашом. Контур рисунка должен быть четким, простым и выразительным, внутреннее заполнение – более мелким.

Вколачивание элементов инкрустации.

Процесс выполнения инкрустации из металла на деревянной поверхности зависит от характера вставки, так как бляшки, гвоздики, продольную контурную проволоку и штрихи насечки вколачивают по-разному.

Рассмотрим подробно последовательность исполнения каждого из перечисленных элементов.

Бляшки. Способ их врезания в дерево зависит от их формы. Если бляшки круглые, задача решается просто. На место, где их будут крепить, сверлами типа «перка», вставленными в ручную дрель, делают круглые углубления по диаметру бляшки. Глубина гнезда должна равняться примерно 3/4 толщины металлической вставки. Бляшку вкладывают в готовое углубление. Иногда в мягком и тонком металле шилом делают накол. Главное, чтобы при этом бляшка не прогнулась, а оставалась ровной. Если бляшки из прочного металла и их шилом не проколоть, отверстия нужно сделать тонким сверлом, а затем, чтобы закрепить на изделии, в отверстия вколачивается отрезок сплющенной проволоки, образующий точку. Удобнее проколоть (или просверлить) сначала одно отверстие, в него забить проволоку, а затем делать

второе. Чтобы заклепки не были заметны на металлическом теле бляшки, они должны быть из одинакового металла. Чем плотнее и тверже дерево, тем проволока короче, и, наоборот, чем мягче материал, взятый за основу, тем проволока должна быть длиннее (например, для липы не менее 10–15 мм).

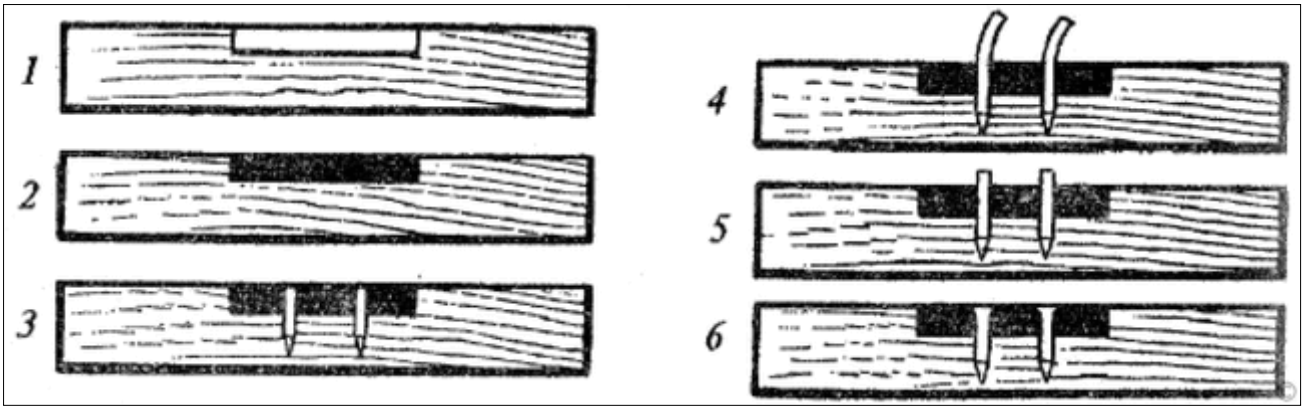
Чтобы бляшки держались прочно, не дребезжали и не отскакивали, диаметр прокалываемого отверстия должен быть равен сечению проволоки, которая идет на закрепление металла к основе. При вколачивании проволока несколько расплющивается и наглухо скрепляет бляшку с основой. Еще одно условие: если гвоздики отрезают от слишком упругой и твердой проволоки, они не будут держать бляшку, так как легко войдут в дерево, не расклепавшись под ударами молоточка. Поэтому, чтобы гвоздики прочно держали бляшку, нужно проволоку предварительно отжечь. Став мягкой, она при вколачивании легко расклепается. Это особенно важно, если основа предмета сделана из мягкой древесины. При вбивании проволоки в отверстия не нужно слишком усердствовать, так как может сильно прогнуться плоскость металла и ее не удается вышлифовать. Работа будет небрежной.

Бляшки можно не только заклепать, но и приклеить. Работа от этого будет идти с перерывами – клей должен сохнуть. Но при этом есть преимущества. Отпадает необходимость просверливать толстые бляшки, подбирать гвоздики того же цвета, не нужно следить за тем, чтобы при вколачивании гвоздиков не прогнуть бляшку и т. д.

Для склеивания дерева с металлом можно рекомендовать нитроцеллюлозный клей, синтетические клеи типа БФ, «Момент», эпоксидную смолу, и некоторые другие, способные отвердевать при комнатной температуре. Эти универсальные клеи успешно склеивают различные материалы, обеспечивают высокую прочность соединений.

Если бляшка не круглая, а другой формы, ее вырезают ножницами, опиливают заусенцы, накладывают на предмет и аккуратно обводят ножом. Затем узкой стамеской делают углубление по ее форме и толщине. Закрепляют так же, как и круглые вставки.

Некоторую сложность представляет закрепление бляшек на поверхностях вращения. Вставленную в лунку бляшку слегка ударяют по выступающим краям, изгибая по форме поверхности, а затем закрепляют обычным путем с помощью проволоки или клея. На рис. 9.13 дан ряд последовательных операций по закреплению бляшек в дереве с помощью гвоздиков.

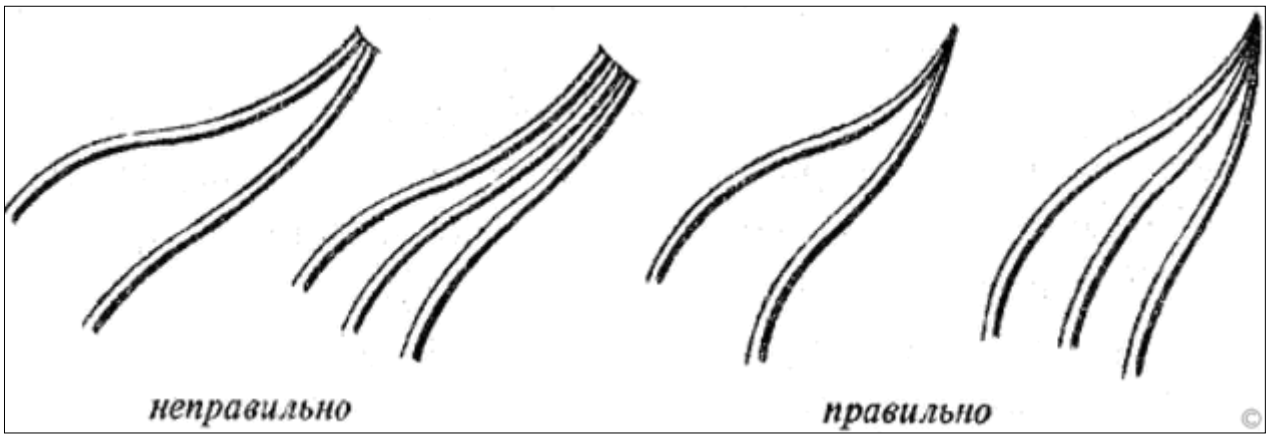


Гвоздики. Круглые гвоздики используют не только в качестве заклепок на бляшке. Они непременный дополнительный декор к дорожкам, насечкам, круглым вставкам. Иногда только гвоздики заполняют большие плоскости предметов или обозначают контур изобразительного мотива.

Точеные вставки делают так. Шилом накалывают отверстие в нужном месте, в него вставляют торцом круглую проволоку. Лишнюю часть проволоки срезают небольшими слесарными ножницами или кусачками, а затем ударом молотка загоняют в дерево выступающий край. Удар должен быть не слишком сильным, иначе верхний торец проволоки утонет в дереве. При шлифовке напильник или наждачная бумага не зацепит металл, не высветлит его, и грязно-окисный цвет гвоздиков будет портить общее впечатление. Лучше, чтобы каждый гвоздик едва заметно выступал над поверхностью дерева. При шлифовке излишек снимется, и плоскости гвоздиков будут сверкать чистым цветом металла. Это условие относится и к другим элементам инкрустации: полоскам, бляшкам, насечкам.

Несколько последовательно расположенных точек от гвоздиков могут образовать любой узор, дополняющий, например линейный.

Продольные проволочные вставки. По линиям продольных контуров ножом-косячком делают углубленную прорезь, а канавки под окружности и дуги прорезают циркулем-резаком или вертикальными проколами торцевого ножа. В плоскости резания нож должен быть вертикальным; если нож наклонится, во-первых, может сколоться древесина, во-вторых, в косую прорезь значительно труднее вколотить металлическую полоску (см. рис. 9.14).



В проделанную прорезь вставляют ребром и постепенно вколачивают тонкую полоску металла, отрезанную от листа. Инкрустация выглядит более качественно, если металлический контур тянется непрерывной нитью без разрывов с одним соединительным швом. Это создает впечатление цельности изображения и говорит о профессионализме мастера.

Вколачивать нужно аккуратно, чтобы лента полностью вошла в древесину. На поверхности должна быть видна только блестящая линия. Здесь есть некоторые технологические особенности:

1. При срезании с кромки листового металла узкая лента под ножницами скручивается в спираль. Перед вколачиванием в дерево ее нужно выровнять и выпрямить деревянным молотком на поверочной плите или на наковальне.

2. Если металл полоски слишком мягкий и при вколачивании мнется и не входит в прорезь, можно слегка постучать по полоске на поверочной плите маленьким металлическим молоточком. Металл нагартуется, станет более жестким и легче войдет в дерево.

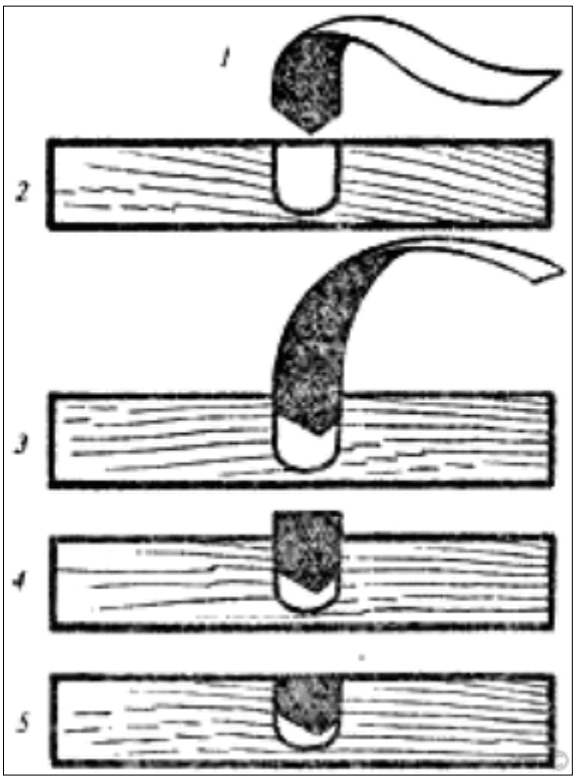
3. Чтобы металл прочнее держался в деревянной основе, нужно полоску при вколачивании вдоль волокон брать шире той, которая вбивается поперек волокон или под углом к ним. Это особенно важно в работе с мягкими породами: ольхой, осиной, липой.

4. Чтобы полоса равномерно, без загибов, не заминая дерева, заходила в прорези и прочно держалась в них, нужно ширину развала прорезей делать равной сечению металла, а глубину прорези – несколько больше, чем ширина вколачиваемой ленты.

5. При соединении полосок металла на острый угол (например, при выполнении очертания листка – рис. 9.14) необходимо перед вбиванием их в дерево расклепать соединяющиеся концы. Иначе толщина пластинок не позволит грамотно выполнить такого рода элементы инкрустации.

6. Продольные прорези под дорожку можно выполнять не только косячком, но и торцевым ножом.

По карандашным рисункам делается надрез резцом или ножом. Надрез должен быть достаточно глубоким, чтобы лента при вколачивании не смялась и в то же время заподлицо проникла в древесину. Обычно при работе моток ленты надевается на указательный палец левой руки. Конец ленты вставляется в надрез дерева, отрезается ножницами и вколачивается легкими ударами небольшого молотка. За отрезком следует другой отрезок, постепенно образуя задуманный художником рисунок (см. рис. 9.15).



Более толстая и прочная проволока контура закрепляет тонкие линии заполнения, удерживает их от выпадения.

Помимо линейных элементов, существуют и другие. Узор может быть выполнен вколоченным в заготовку подкрашенным деревом, костью, пластмассой. Операцию эту выполнить легче, если перечисленным материалам придана цилиндрическая форма. Этот технологический прием очень часто применяют мастера-косторезы и гуцульские мастера (см. рис. 9.9, 9.10).

Выполнение насечки – трудоемкое и капризное дело, но декоративный эффект ее очень велик.

Первые насечки надо выполнять предельно внимательно, не торопясь, соблюдая последовательность всех рассмотренных операций.

Приемы выполнения насечки требуют большого навыка. Вначале почти каждая пластинка будет загибаться под ударом молотка. Так бывает у всех начинающих. Чтобы сделать хорошую инкрустацию, нужно основательно потренироваться и вбить не одну сотню насечек. Опыт приобретается постепенно. В конце концов, пластинки под ударом молотка начнут входить без загиба, и работа доставлять наслаждение.

На начальной стадии обучения нередко при выполнении насечки поперек волокон промежутки дерева между соседними полосками металла выкрашиваются. Бывает, что они выкрашиваются еще при накалывании прорези торцевым ножом.

Причин этого дефекта несколько:

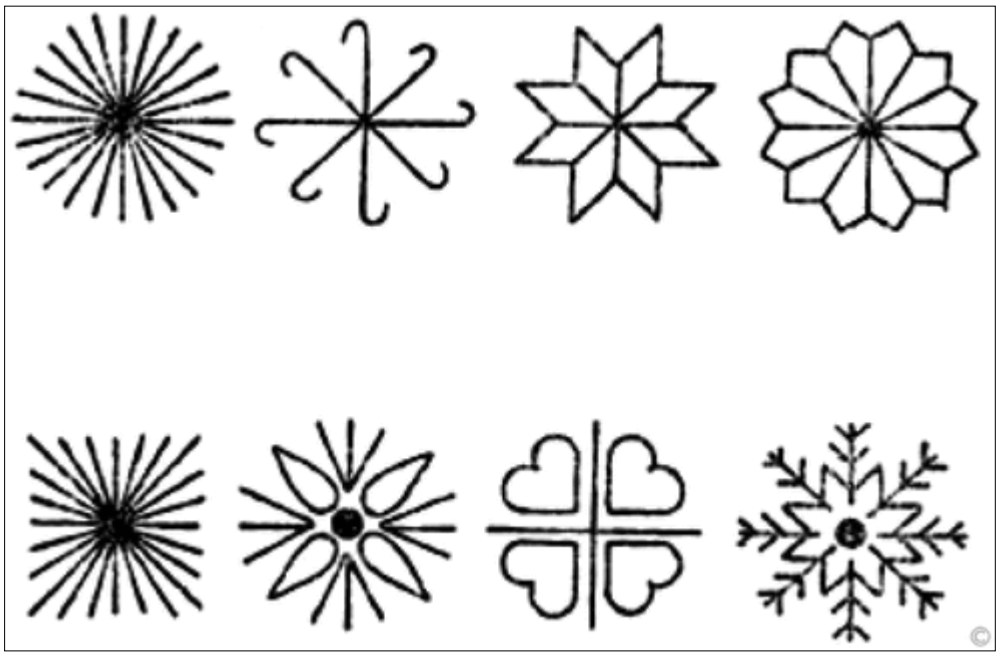
– для выбранной породы древесины насечка выполняется слишком часто;

– лезвие ножа не отполировано;

– наколка прорези выполняется не вертикально, а под наклоном.

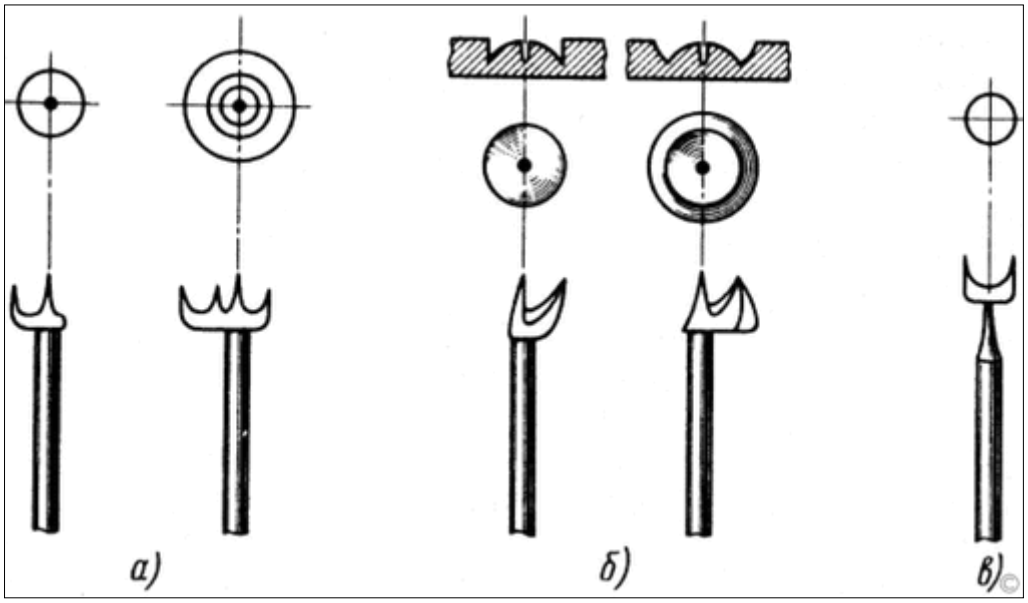
Любой из этих причин достаточно, чтобы вызвать названный дефект. Чтобы исправить инкрустацию с выкрошившимися элементами, придется прибегнуть к шпатлеванию поверхности.

Научившись вколачивать в предмет рассмотренные нами элементы, можно составлять разнообразные композиции (см. рис. 9.16).

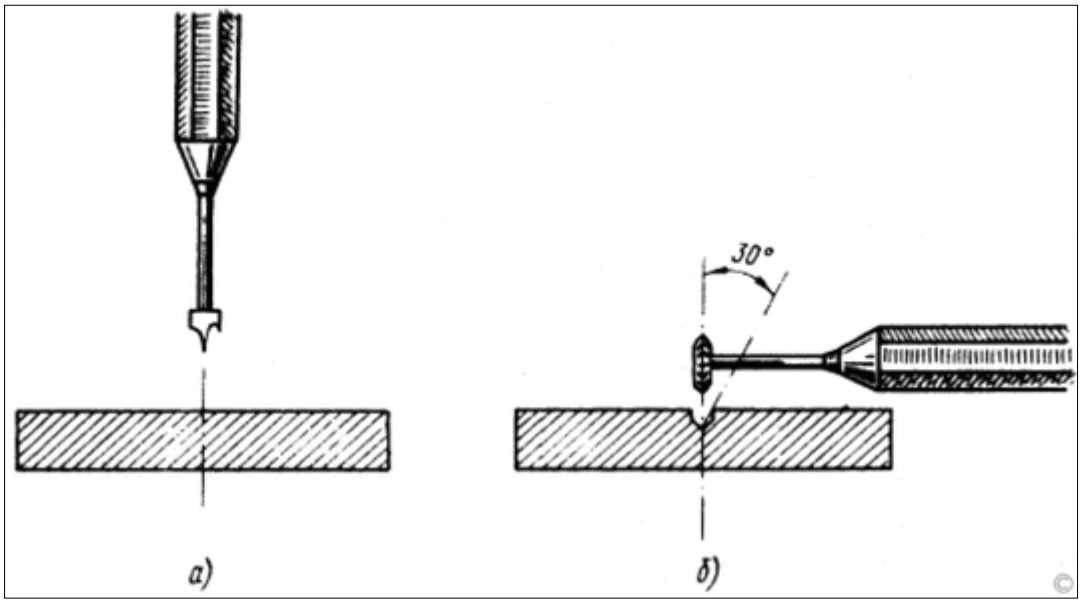


Гравировка бормашиной.

Успешная гравировка по инкрустированной поверхности древесины, кости и рога зависит от режущих боров и навыка мастера. Наиболее широко распространена гравировка бормашиной глазков (окружностей с ярко выраженным центром) и прямых линий, из которых составляют рисунок. Глазки и кружочки выполняют специальными самодельными борами – *выкрутками*, которые могут иметь до трех ободков – окружностей (рис. 9.17).



Узор, наносимый выкруткой, может быть плоским и с поднутрением. Во время работы выкрутка должна находиться в положении, строго перпендикулярном обрабатываемой поверхности (рис. 9.18, а). Прямые и скругленные линии проводят бормашиной с помощью специально выполненного приспособления – колесика (рис. 9.18, б). При гравировке резец ведут на себя.



9.11. Шлифование инкрустированной поверхности

После набивки орнамента поверхность заготовки опиливается заподлицо напильником с мелкой насечкой, не оставляющей на металле борозд. Затем шлифуется мелкой шкуркой, навернутой на деревянный брусок, а поверхности вращения обматывают шкуркой и прокручивают в ладонях – до устранения на дереве и металле всех царапин и неровностей.

При условии, если механических приспособлений для шлифовки в мастерской нет, поверхность отшлифовывается вручную.

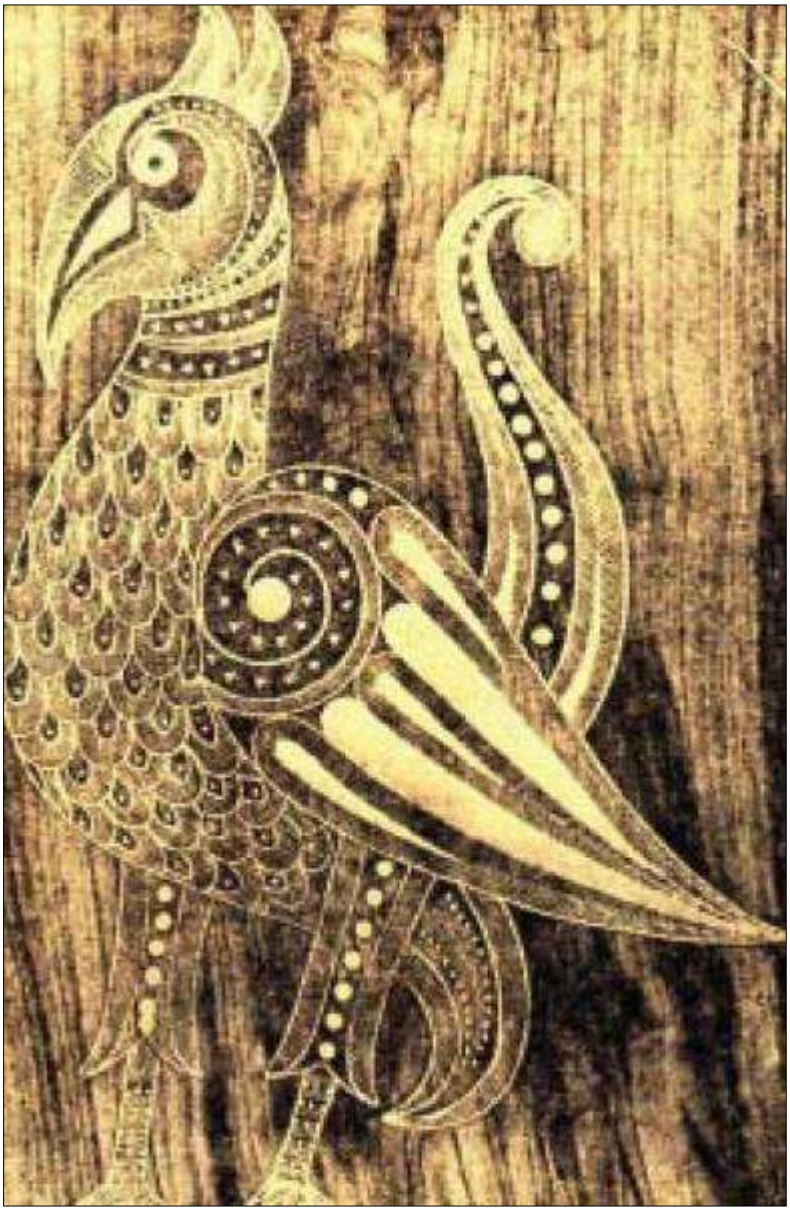
После шлифовки металлическую и древесную пыль смахивают щетинистой щеткой. Ни в коем случае нельзя допускать удаление пыли пальцами или ладонью, так как при этом почти неизбежны порезы рук об острые края металлических инкрустаций. Краска при тонировании не ляжет на жирные пятна, оставленные пальцами и ладонями. При шлифовании изделие надо придерживать через чистую ткань.

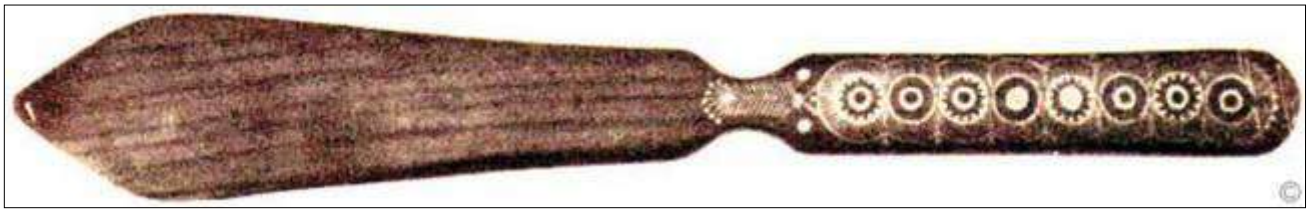
Затем изделие может быть покрыто нитролаком. Для этой цели используют лаки марок НЦ-222, НЦ-228, имеющие повышенную светостойкость и хорошие физико-механические характеристики. Покрытие лаком НЦ-222 можно выполнять многослойным (10–15 слоев), при этом получают ровную, умеренно блестящую поверхность.

Отшлифованное изделие можно натереть воском с помощью жесткой щетки, а в углублениях и других трудно доступных местах наносят его кисточкой. Предварительно воск разбавляют удвоенным количеством скипидара. Затем изделие сушат при комнатной температуре в течение суток. После просушки изделие полируют (вощат) волосяной щеткой или суконкой до блеска. Иногда восковое покрытие защищают слоем бесцветного лака.

Эти покрытия предохраняют поверхность металла от окисления и дают возможность выявить красивую структуру дерева. Изделия, на которые будет действовать влага и солнечный свет (например, трости), лучше покрывать лаком. А предметы интерьера смотрятся лучше, если они натерты воском.

Перед покрытием светлые породы дерева могут быть окрашены морилкой в темно-коричневый цвет, контрастно подчеркивающий блеск светлого полированного металла, например смотрите некоторые из учебных работ российских студентов (рис. 9.19, 9.20).





При изучении приемов насечки наберитесь терпения и не остывайте при временных неудачах. Только практика научит вас чувствовать металл, дерево с металлом, другими материалами и успешно использовать их свойства.

Словарь специальных терминов

Абразив, абразивный порошок – шлифовальный порошок, состоящий из толченого стекла, наждака, окиси хрома и других веществ, определенной зернистости.

Абразивная обработка – обработка металлов и неметаллических материалов резанием посредством абразивных зерен с целью повышения точности и качества поверхности. К абразивной обработке относятся операции обдирки, шлифования, доводки, притирки, полирования.

Акант – украшение в форме стилизованных листьев и стеблей в различных видах орнамента.

Амальгама – смесь золота с ртутью.

Бабка – часть металлического или деревообрабатывающего станка. Служит опорой для шпинделя. Передающего вращение заготовке, инструмента или устройства, поддерживающего заготовку.

Барельеф – скульптурное изображение (орнамент) на плоскости, выступающее над ней не более чем на половину своего объема. Выполняется из металла, камня, кости, керамики, дерева.

Басменное тиснение (басма) – вид художественной обработки металла. Вначале выполняется матрица, затем под давлением или ударами деревянного молотка изображение переводится через свинцовую прослойку на тонкий металлический лист. С одной матрицы можно делать многократные оттиски.

Битумные мастики – матики на основе нефтяных битумов, применяемые для приклейки различных материалов. Различают горячие и холодные мастики.

Бормашина – устройство для привода во вращательное движение бора – режущего инструмента.

Бляшка – металлическая листовая заготовка в технологии чеканки; в инкрустации это плоские элементы композиции, вырезанные из металла.

Бобошник – чекан с выпуклой полукруглой рабочей частью. Используется для создания выпуклых частей рельефа. Другое название – облый чекан.

Вазелин – смесь нефтяных масел и твердых углеводородов. Вырабатывается несколько сортов вазелина, в том числе технический (смазочный материал).

Верстак – рабочий стол с приспособлениями для закрепления обрабатываемых деталей и изделий, различают, например, столярный, слесарный, ювелирный и т. д. – верстаки.

Верхник – общее название парного верхнего подкладного инструмента. Им работают с подкладыванием соответствующего нижника.

Вколачивание – закрепление металлических элементов инкрустации в деревянной основе легкими ударами молоточка.

Вощение (восковая отделка) – отделка деревянной поверхности восковыми мастиками, которые готовят обычно сами мастера. Дает мягкий, спокойный блеск, без резких бликующих пятен.

Вылащивать – выравнивать фон у чеканки чеканом-лощатником.

Вытяжка или протяжка – увеличение длины заготовки за счет уменьшения площади поперечного сечения.

Вычеканивать – создавать рельеф на металлическом листе специальными инструментами.

Галтовка – способ очистки деталей и отделки их поверхностей во вращающихся барабанах в присутствии абразивных материалов.

Гипс – минерал белого или желтоватого цвета, твердость 1,5–2. применяется как облицовочный материал, используется в художественной резьбе.

Горельеф – скульптурное изображение (орнамент) на плоскости, выступающее над ней более чем на половину своего объема.

Гравирование – нанесение на поверхность твердых материалов надписей, рисунков, узоров и т. п. режущими граверными инструментами.

Декор – совокупность украшений сооружения (фасада, интерьера) или изделия.

Декапир – протравленная и отожженная низкоуглеродистая сталь. Дважды декапир – сталь, протравленная и после отжига.

Декоративная фактура – материальные, осязаемые свойства поверхности. Используется для большей выразительности в декоративно-прикладном искусстве. Может быть гладкой, рельефной, матовой, сверкающей, шероховатой.

Державки – приспособления для закрепления режущего инструмента или детали во время обработки.

Доводка – окончательная обработка деталей и изделий для получения малой шероховатости поверхностей.

Дихлорэтан – бесцветная жидкость, растворитель. Используется для склеивания органического стекла и других пластмасс.

Дифовка (выколотка) – прием работы с листовым металлом, в результате изделию придается нужная форма.

Заготовка – материал или полуфабрикат, из которого в результате последующей обработки получают готовую деталь, изделие.

Закалка – способ температурной обработки металлов, повышающий их твердость.

Зерно – вид декоративной отделки изделия мелкими металлическими шариками.

Зубило (секач) – подкладной кузнечный инструмент, используемый для рассекания металла. Им работают в паре с подсечкой.

Инкрустация – украшение изделий узорами и изображениями из кусочков малахита, мрамора и др., керамики, металла, дерева, перламутра кости и т. п., врезанных в поверхность вровень с фоном и отличающихся по цвету и материалу. Название от латинского «incrusto» – покрываю слоем, выкладываю мрамором.

Инструментальная сталь – износостойкая, твердая, прочная сталь, применяемая для изготовления различных инструментов или их рабочих частей.

Интерьер – внутреннее пространство здания, помещения, комнаты с его художественным и архитектурным изображением.

Калька – прозрачная или полупрозрачная бумага или специально обработанная ткань для копирования чертежей и рисунков карандашом или тушью.

Канфарник – чекан с игловидным концом, который применяется для выбивания точек. Используется также для переноса рисунка на металлическую поверхность.

Канфарение – перевод рисунка в чеканке с бумаги на металлическую заготовку с помощью чекана-канфарника и молотка. В результате получается пунктирная линия.

Киянка – деревянный молоток, сделанный из твердых пород дерева. Размер и форма различны.

Композиция – структурное построение художественного произведения, соединение всех его компонентов в единое целое.

Кокиль – металлическая литейная форма.

Крацевание – способ обработки поверхности изделия с помощью металлической щетки. В чеканке это промежуточная, подготовительная стадия перед патинированием рельефа. Стадия декоративной отделки резного рельефа после отжига.

Кулон – украшение с камнями или вставками из другого драгоценного металла на цепочке для ношения на шее.

Левкас – грунт деревянных изделий, предназначенный для окраски и позолоты. Состоит из осажденного мела, замешанного на мездровом или костном клее.

Легирование – внесение в металл различных добавок, улучшающих те или иные его свойства.

Ликвация – появление в сплаве мест с измененным химическим составом.

Литниковая система – приспособление, обеспечивающее равномерное заполнение формы металлом.

Лощатник – чекан с плоской рабочей поверхностью, служащий для выравнивания поверхности, удаления следов инструментов и пр.

Масла – веретенное (швейное), трансформаторное находят применение в технике чеканки. Веретенным и швейным протирают чеканные рельефы после патинирования или оксидирования, чтобы вернуть металлу блеск. Трансформаторное – охлаждает стальные инструменты при закалке.

Маскарон – скульптурное изображение человеческого лица или головы животного, срезанное сзади плоскостью.

Медная кислая ванна – водный раствор сернокислой меди и серной кислоты.

Мотив типа розетки – узор в виде стилизованного цветка. Применяется в декоративном искусстве.

Муар – рисунок в виде разводов с переливающимися по цвету оттенками.

Муфельная печь (муфель) – нагревательный прибор, сделанный из огнеупорного материала и заключенный в металлический кожух. Внутри – камера для обжига. Электрические муфели можно использовать для закалки и отпуска стали при изготовлении инструмента. Температура в муфельной печи регулируется и может достигать 1000–1200 °С.

Нагартоваться (получить наклеп) – мягкий металл в процессе механической обработки под ударом чеканов превращается в жесткий и хрупкий. Наклеп снимается отжигом металла.

Насечка – украшение драгоценными и цветными металлами изделий из дерева. Насечка серебром, золотом, латунью, медью, бронзой, мельхиором.

Насмолка – закрепление на смоле металлической пластины перед выполнением чеканного рельефа.

Обезжиривание – удаление с поверхности материала жировых загрязнений с помощью щелочных растворов.

Обжимка – чекан с вогнутой сферической формой рабочей части, предназначен для проглаживания частей рельефа.

Оброн – (обронное гравирование) – декоративный рельеф на металле, выполненный специальными стальными резцами.

Окалина – тонкий слой окиси металла на поверхности детали, ухудшающий его пластичность.

Оксидирование – образование на поверхности металла окисей и закисей металла в процессе химических реакций.

Орнамент – узор из ритмически упорядоченных элементов для украшения предметов или зданий.

Оселок – мелкозернистый брусок естественного или искусственного происхождения, применяемый для правки заточенных режущих инструментов.

Опока – часть формы, служащая для удержания и уплотнения формовочной смеси.

Отбеливание – удаление с поверхности металла случайных цветовых наслоений в слабых растворах соляной или серной кислот.

Отбортовка – отгиб края металлического листа (бляшки) перед насмолкой, а также для придания жесткости изготовленной чеканки.

Отжиг – применяют для снижения жесткости и повышения пластичности металлического листа. Металл нагревают до определенной температуры, выдерживают и медленно охлаждают.

Отпуск стали – конечная операция термической обработки закаленных сталей. Повышает вязкость металла при сохранении прочности.

Пасты ГОИ – полировочные пасты (по буквам: Государственный оптический институт, разработавший рецепт). Три вида пасты: грубая, средняя, тонкая. Имеют зеленоватый цвет.

Пальметта – скульптурный или живописный орнамент, напоминающий пальмовые листья.

Патина – налет различных цветовых оттенков на произведениях декоративно-прикладного искусства, а также скульптурах, выполненных из цветных металлов и их сплавов.

Парафин – бесцветная воскоподобная смесь твердых насыщенных углеводородов. Используется как пропиточный материал, для парафинирования древесины, медицине и т. д.

Пемза – пористая, легкая вулканическая горная порода. Применяется как абразивный материал при тонком шлифовании и полировании поверхностей.

Патинирование – процесс образования на поверхности металла сернистых или хлористых соединений.

Перовое сверло – инструмент для сверления круглых отверстий. Сверла бывают ложечные и центровые (для сверления отверстий большого диаметра). Рабочая часть имеет две кромки – одну направляющую, другую режущую. Сверла работают при вращении в одну сторону и образуют отверстия с плоским дном. Используются в технике инкрустации для подготовки углубленных гнезд под металлические бляшки.

Пинцет монтировочный – небольшие пружинные щипцы, способные удержать мелкие предметы. Используются при паянии и отжиге чеканок, в ювелирных, филигранных и других работах, связанных с операциями, опасными для рук.

Перекаливание, или пережог – превышение температуры нагрева металла при закалке (почти плавится), после которого окисление происходит в толще металла. Исправить этот дефект почти невозможно.

Пигменты – высокодисперсные порошки различных цветов, нерастворимые в воде и органических растворителях. Применяются для крашения пластмассы, резины, изготовления красок.

Плаке – изделие, украшенное пластинкой из металла, керамики и т. п. с рельефным изображением.

Пластика – пластичность, выразительность объемной формы. Гармония, изящество.

Поднутрение – прием, создающий зрительный отрыв чеканного рельефа от плоского фона путем углубления контура. Выполняется чеканом-сапожком или чеканом-расходником.

Подложка – устройство, в котором закрепляется чеканка во время обработки.

Полирование – обработка поверхности изделия до получения блеска. Выполняется с помощью быстро вращающихся мягких кругов из фетра, сукна и т. п. с применением полировочных паст, а также вручную.

Припуск – толщина слоя материала, удаляемая с поверхности заготовки при обработке режущим инструментом.

Притирка – обработка сопрягаемых деталей для обеспечения плотного контакта их поверхностей.

Пробойник – подкладной инструмент, используемый для пробивки отверстий кузнечным, а также и ручным слесарным способом.

Прибыль – устройство литейной формы, позволяющее компенсировать усадку при остывании.

Пуансон – деталь инструмента, используемого при штамповке и прессовании: штамп с рельефным изображением буквы, знака и т. п.

Пурошник (пурочник) – чекан с выпуклой сферической рабочей частью, предназначен для выбивания ямок и полукруглых форм рельефа.

Разметка – нанесение на заготовку линий, указывающих контуры поверхностей, подлежащих механической обработке (обдирке, опиливанию и т. д.).

Разновидности чеканки: плоскостная – фон вокруг узора уплотненный, расплющенный; орнаментально-пуансонная – орнаменты на металле выполнены пуансоном; рельефная (объемная) – выполняется попеременно то с лицевой, то с оборотной стороны.

Раппорт – повторяющийся мотив рисунка (узора).

Расходник, или обводной чекан – инструмент, рабочая поверхность которого напоминает отвертку. Используется для чеканки линий.

Рельеф – вид скульптуры, в котором изображение является выпуклым или углубленным относительно плоскости фона.

Розетка – орнаментальный мотив в виде стилизованного распустившегося цветка (например, розы).

Рококо – стиль в европейском искусстве в XVIII веке. Декоративное искусство характеризуется изысканностью, красотой асимметричных композиций.

Рольверк – узор из переплетенных лент, дополненный фигурными мотивами.

Ручник – небольшой молоток, предназначенный для мелких работ.

Слесарные ножницы – режут листовой металл толщиной до 1 мм. Бывают с прямыми и кривыми лезвиями. Кривые вырезают заготовки с фигурными очертаниями.

Стали, например У7, У8 – применяются в декоративно-прикладном искусстве главным образом для изготовления специальных инструментов (чеканов, молотков, резцов, штихелей, стамесок и т. д.). Буква «у» указывает на углеродистость. Цифра после буквы определяет содержание углерода в десятых долях процента. Например, У7 обозначает углеродистую инструментальную сталь с содержанием углерода 0,7 %.

Сечка – острый чекан, используемый для просекания сквозных отверстий.

Скань – вид отделки изделий из металла путем припайки узоров из скрученных проволочек из чистого металла (золота, серебра, меди).

Старение – охлаждение металла на открытом воздухе в течение нескольких суток.

Стекло органическое – прозрачная твердая пластмасса на основе полиакрилатов (полиметилметакрилата). Имеет невысокую прочность, малую хрупкость, размягчается при более низкой температуре, чем силикатное стекло. Используется как конструкционный материал, а также для поделок.

Стилизация – в декоративном искусстве обобщение изображенных фигур и предметов с помощью условных приемов. Применяется в орнаменте.

Стиль – общность средств художественной выразительности, творческих приемов, обусловленная единством идейно-художественного содержания. Различают стиль произведения, индивидуальный стиль автора, стиль эпохи и др.

Суппорт – рабочий орган станка, служащий для закрепления и перемещения при обработке деталей или изделия.

Суспензия – взвесь в жидкости мелких твердых частиц.

Тауширование – вколачивание в поверхность металла проволок различных цветов.

Темпера – художественные краски, приготовленные на основе эмульсий – натуральных (яйцо, сок растений и др.) и искусственных (водный раствор клея с маслом и др.).

Тиснение – нанесение текстовых и изобразительных элементов на материал с помощью пресса. Различаю тиснение рельефное и плоско-углубленное.

Тонирование – изменение естественного цвета древесины с помощью красителей. Применяется, например, в инкрустации.

Торцовый нож-резец – инструмент для выполнения проколов под металлическую просечку в технике инкрустации дерева металлом. Представляет собой узкую стальную пластинку, вставленную одним концом в шаровидную ручку. Другой конец пластинки остро отточен.

Травленый узор – узор на металле, полученный путем химического вытравления (например, азотной кислотой) углубленных участков.

Трафарет – тонкий лист картона, металла, пластмассы и т. п. с отверстиями, форма которых повторяет орнамент или текст, переводимый на обрабатываемую поверхность.

Усадка – величина, на которую металл сжимается при охлаждении.

Фаска – скошенный край бруска или листа.

Фехраль – жаростойкий сплав с высоким удельным сопротивлением. Применяется для изготовления элементов сопротивления, нагревательных элементов, например муфельных печей. Рабочая температура до 1100 °С.

Филигрань (скань) – техника создания изделия из скрученных металлических проволочек, изогнутых и сплетающихся в сложный ювелирный узор. Филигранный узор может быть сквозным и напаянным на фон – гладкую пластинку.

Фольга – тонкие листы или ленты металлов и сплавов толщиной от 2 до 100 мкм.

Формовка – процесс изготовления формы для литья.

Фреза – многолезвийный режущий инструмент для обработки плоскостей, пазов, криволинейных поверхностей, резки материалов.

Флюс – состав, которым покрывают деталь при нагревании, паянии и сварке. Предотвращает образование окалины.

Цанга – пружинящая разрезная втулка для зажима цилиндрических и призматических деталей (пример – цанговый карандаш).

Цвета побежалости – цвет окисных пленок при разогреве металлического изделия. Зная соответствие цветов, температуру, можно определить границы нагревания.

Цвета каления – цвета, в которые последовательно окрашивается поверхность металла после достижения порога 500–600 °С и до плавления.

Цепочка – различают металлические цепочки: панцирная и витая; различные варианты якорных цепочек; цепочки из «восьмерок»; витую многожильную цепь. Нанизанные из бисера ажурные или плотные заготовки.

Циркульный узор – композиционное сочетание различных окружностей, сопряженных дуг и круговых элементов. Создается с помощью циркуля.

Частота вращения – отношение числа оборотов, совершенных телом, ко времени вращения. В системе СИ измеряется 1/с, внесистемные единицы – об/мин, об/с.

Чекан – основной инструмент чеканщика, которым ведется обработка изделия. Чеканы отличаются размерами и формой рабочей поверхности.

Чернь: 1. Техника декорировки металлических изделий особым сплавом черного цвета. 2. Изделия, декорированные этой техникой, также называют чернью.

Шарошка – инструмент для ручной правки шлифовальных кругов в виде нескольких металлических звездочек, закрепленных на одной оси.

Шеллак – природная смола. Применяется для приготовления спиртовых лаков и политур.

Шлам – осадок в виде мелких частиц, образующихся при работе на абразивном круге, охлаждаемом водой, из частиц круга и обрабатываемого материала.

Шлифовальный станок – станок для обработки заготовок абразивными инструментами. В камнеобработке и обработке кости, рога – для шлифования и полирования плоских поверхностей. Применяется также при шлифовании древесины.

Шпатель – ручной инструмент (металлический или деревянный) в виде пластинки с ручкой, служит для нанесения шпатлевки и других целей.

Шпераки – маленькие наковальни различной формы, предназначенные для выполнения специальных операций в основном в ювелирном деле.

Эпоксидная смола. – полимерный, самотвердеющий при комнатной температуре материал. Используется нередко в качестве клея. При затвердевании накрепко сцепляет металл с деревом, камень с камнем, кость с костью и др. можно применить для вклеивания деталей инкрустации в деревянную основу.

Список использованной и рекомендуемой литературы к IV разделу

1. Бардина Р. А. Изделия народных художественных промыслов и сувениры: Учеб, пособие. М.: Высшая школа, 1990.

2. Барышников А. П., Лямин И. В. Основы композиции. – М.: Трудрезерв, 1951.

3. Борисова Л. Ф. Ковка, чеканка, инкрустация, эмаль. ООО «Аделант», 2004.

4. Бреполь Э. Теория и практика ювелирного дела. Пер. с нем. В. П. Кузнецова, Л., «Машиностроение», 1973.

5. Бродерсен Г. Г. Золотая рецептура. – СПб: НИЦ «Альфа», 1991.

6. Глинкин М. Д. Златоустовская гравюра из стали. Челябинск: Южноуральское книжное издательство, 1967.

7. Гольтберг Т. Г. Черневое серебро Великого Устюга. Труды Государственного исторического музея, 1952, вып. 5.

8. Глозман Е. С., Навроцкий А. Г. Технология. Слесарное и кузнечное искусство. 10–11 кл. М.: Мнемозима, 2002.

9. Григорьев В. Изящных линий мастера. // «Наука и жизнь», № 2, 1977.

10. Декоративно-прикладное направление в обучении техническому труду. // Ж-л «Школа и производство», № 1, 2005, с. 52.

11. Закалка изделий в школьных мастерских. // Ж-л «Школа и производство», № 2, 1965.

12. Званцев М. П., Заволжье. М., «Искусство», 1972.

13. Злобинский Б. М. Техника безопасности. М., Учпедгиз, 1960.

14. Кильчевская Э. В., Иванов А. С. Художественные промыслы Дагестана. М.: Всесоюзное издательство, 1959.

15. Кильчевская Э. В. От изобразительности к орнаменту. М., «Наука», 1968.

16. Кильчевская Э. В. Декоративное искусство аула Кубачи. М., Госиздатместпром, 1962.

17. Коваль Е. Работы по металлу. Пособие для начинающего мастера. Ростов-на-Дону: «Феникс», 1999.

18. Ковка и чеканка. // Сост. А. С. Лихонин. – Нижний Новгород: «Времена», 1998.

19. Константинов В. В. Материаловедение для гальваников. – М., 1989.

20. Кулебякин Г. И. Рисунок и основы композиции. – М.,1988.

21. Левинсон Н. R, Гончарова Л. Н. Русская художественная бронза. М.: Советская Россия, 1958.

22. Лобанов С. А. Практические советы гальванику. Л.: Машиностроение, 1083.

23. Лямин И. В. Художественная обработка металлов. – М.: Машиностроение, 1988.

24. Марченков В. И. Ювелирное дело / Учебное пособие для среды, проф-техн. учебы. завед. М.: Высшая Школа, 1984.

25. Максимов Ю. В. У истоков мастерства: Из опыта работы. М.: Просвещение, 1983.

26. Мельников И. В. Художественная обработка металлов. – Ростов н/Д: «Феникс», 2005.

27. Мигур П. Х., Рихвк Э. В. Обработка металла в школьных мастерских: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1991.

28. Музей народного искусства и художественные промыслы. (Сборник трудов НИИХП), вып. 5. М., 1975.

29. Народные мастера: Традиции, школы. Вып. I. – М., 1985.

30. Некрасова М. А. Народное искусство, как часть культуры. – М., 1983.

31. Одноралов Н. В. Декоративная отделка скульптур и художественных изделий из металла, М., «Искусство», 1954.

32. Одноралов Н. В. Гальванопластика дома. // Ж-л «Сделай сам», № 2, 1990.

33. Основы художественного ремесла. Ч. II. – М., 1987.

34. Основы художественного ремесла / под ред. В. А. Барадулина. М., «Просвещение», 1979.

35. Павловский Б. В. Декоративно-прикладное искусство промышленного Урала. М.: Искусство, 1957.

36. Паньшина И. Н. Декоративно-прикладное искусство. – Минск.: Народная Асвета, 1975.

37. Прекрасное – своими руками. // Сост. С. С. Газарян; Цв. фото Н. Зимина. – М.: Дет. лит., 1979.

38. Простаков С. В. Ювелирное дело. Ростов н/Д.: «Феникс», 2000.

39. Работы по металлу (чеканка, ковка, литье). – М.: Вече, 2004.

40. Ремесла древнего Косова. // Ж-л «Наука и жизнь», № 9, 1979.

41. Рондели Л. Д. Народное прикладное искусство: Книга для учителей. М., Просвещение, 1984.

42. Роль искусства в развитии способностей школьников / Под ред. С. К. Чухлан. М., Педагогика, 1985.

43. Русские художественные промыслы (вторая половина XIX–XX вв.). М., 1965.

44. Русское декоративное искусство. Т. I–III. М., 1962–1963.

45. Справочник по ювелирному делу / С. Н. Зубрилина. Ростов н/Д: Феникс, 2006.

46. Семарк Г., Ботман К. Художественная ковка и слесарное искусство, пер. с чешского, М.: Машиностроение, 1990.

47. Сельскому учителю о народных художественных промыслах Сибири и Дальнего Востока: Научно-популярная книга для учителя // Сост. Т. Б. Митлянская. М.: Просвещение, 1982.

48. Сокольникова Н. М. Краткий словарь художественных терминов. 5–8 кл. – Обнинск: Титул, 1996.

49. Скворцов К. А. Чеканка на резиновой подкладке. // Ж-л «Школа и производство, № 5, 1983.

50. Скворцов К. А. Декоративно-прикладное направление в обучении техническому труду. // Ж-л «Школа и производство», № 1, 2005.

51. Скворцов К. А. Открытка, картинка или простейшая полочка с использованием технологии выколотки (дифовки). // Ж-л «Школа и производство», № 8, 2005.

52. Ермаков М. П. Технология декоративно-прикладного искусства. Основы дизайна. Художественное литье. Учебное пособие. – М.: Lennx Corp. – Подготовка макета: Издательство Нобель Пресс, 2013.-396 с.

53. Строганов Г. Б. Общая металлургия и технология обработки цветных металлов. – М.: 1972.

54. Способы химической отделки декоративных изделий из металла. Декоративное покрытие деталей. // Ж-л «Школа и производство», № 3, 1975, с. 28; № 6, 1975, с. 65.

55. Сулла М. Б. Охрана труда: Учебное пособие для студентов пед. ин-тов и уч-ся пед уч-щ. М., Просвещение, 1989.

56. Толстой М. Г., Демидов М. Д. Техника безопасности и противопожарные мероприятия на строительстве. М.: Высшая школа, 1975.

57. Уткин П. И. Современная народная скульптура. – М.: Легкая индустрия, 1974.

58. Ухин С. В. Чеканка. Донецк: «Сталкер», 2003.

59. Рондели Л. Д. Народное прикладное искусство: Книга для учителей. М.: Просвещение, 1984.

60. Федотов А. И., Улановский О. О. Граверное дело. – Л., 1981.

61. Федотов Г. Я. Дарите людям красоту. (Из практики народных художественных промыслов): Кн. для учащихся ПТУ М.: Просвещение, 1985.

62. Федотов Г. Я. Чеканка, басма, насечка. // Ж-л «Сделай сам», № 5, 1989.

63. Федотов Г. Я. Гравировка. // «Юный техник», № 12, 1975.

64. Федотов Г. Я. Художественная гравировка. // Ж-л «Юный техник, № 4, 1986; № 5, 1986.

65. Федотов Г. Я. Насечка по металлу. //»Ж-л «Юный техник», № 9, 1979.

66. Флеров А. В. Технология художественной обработки металлов, М.: Высшая школа, 1968.

67. Флеров А. Художественная чеканка. // Ж-л «Наука и жизнь», № 4, 1975.

68. Флеров А. В. Художественная обработка металлов. М.: Высшая школа, 1976.

69. Флеров В. А. Материаловедение и технология художественной обработки металлов. М.: Высшая школа, 1991.

70. Хворостов А. С. Чеканка, инкрустация, резьба по дереву. Пособие для учителей. М., Просвещение, 1977.

71. Хворостов А. С. Декоративно-прикладное искусство в школе: Пособие для учителей. М.: Просвещение, 1983.

72. Хворостов А. Чеканка, инкрустация. // Ж-л «Наука и жизнь», № 12, 1974.

73. Холмянский Л. М., Щипанов А. С. Дизайн: Книга для учащихся старших классов. М.: Просвещение, 1984.

74. Художественные промыслы РСФСР. Справочник. М., 1973.

75. Чирков Д. Насечка. // Ж-л «Юный техник», № 9, 1974.

76. Справочник по техническому труду: Обраб. древесины, металла, электртехн. и др. работы: Кн. для учителя / А. Н. Ростовцев, А. П. Надточий, Ф. А. Фурманов и др.; Под ред. А. Н. Ростовцева и др. – М.: Просвещение, 1996. – 319 с.

77. Алексии М. Н. Работа художника в некоторых техниках офорта. Школа изобразительного искусства, вып. VII, М., 1963.

78. Сомов А. И. Краткое руководство к гравированию по меди крепкою водкою, Спб., 1885.

79. Звонцов В. М, Шистко В. И. Офорт. – М.: Искусство, 1971. – 118 с.

80. Фалилеев В. Д. Офорт и гравюра резцом, М. – Л., 1925.

81. Федотов Г. Я. Большая энциклопедия ремесел / Геннадий Федотов. – М.: Эксмо, 2009. – 608 с.

82. Турова В. В. Что такое гравюра. – М.: Изобраз. искусство, 1986. – 160 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

СГ.01 ИСТОРИЯ РОССИИ

Специальность

54.02.02 Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы (по видам)
Направленность: Художественная обработка металла

Автор: Железникова А.В.

Одобрена на заседании кафедры

Управление персоналом
(название кафедры)

Зав.кафедрой _____
(подпись)

Абрамов С.М.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 10.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией
Горно-технологического факультета

_____
(название факультета)

Председатель _____

Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....3

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ..... 6

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ… 10

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ 12

ПОДГОТОВКА К ДОКЛАДУ 16

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ. 20

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ… 24

ПОДГОТОВКА ЭССЕ 25

ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ… 28

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....30

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа– это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;

- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;

- объем задания должен соответствовать уровню студента;

- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны – это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – практические занятия;

2. внеаудиторная самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям, подготовка к устному опросу, участию в дискуссиях, решению практико-ориентированных задач и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;

- уровень образования и степень подготовленности студентов;

- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «*История России*» обращаю внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к выполнению *контрольной работы* и к сдаче *зачета*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и

навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «*История России*» являются:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение тем курса (в т. ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т. ч. подготовка доклада, подготовка к выполнению практико-ориентированного задания);
- подготовка к тестированию;
- подготовка эссе;
- подготовка к зачету.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Тема 1. Объект, предмет, основные понятия и методы исследования истории

1.История как наука. Сущность, формы, функции исторического знания.

2.Методы и источники изучения истории. Понятие и классификация исторического источника.

3.Концепции исторического процесса.

4.История России - неотъемлемая часть всемирной истории.

5.Историография отечественной истории.

Тема 2. Россия и мир в начале XX века.

1. Каковы били причины, характер, движущие силы, основные этапы и итоги революции 1905-1907 гг.

2. В чем состояла необходимость проведения реформ в России?

3. Расскажите о Февральской буржуазно-демократической революции и Октябрьской революции.

4. Основные мероприятия советской власти.

5. Гражданская война: основные этапы, последствия. Причины побед большевиков.

6. Экономическая и социальная политика в Советской России

Тема 3. Советское государство и мир в 20-30 е годы

1. Чем был вызван экономический и политический кризис в стране в конце 1920 г.

2. Что такое новая экономическая политика?

3. Формирование однопартийной системы и идеологического единообразия в стране.

4. Раскройте сущность индустриализации и коллективизации.

5. Каковы механизмы и роль культурной революции.

6. Формирование культа личности И.В. Сталина

Тема 4. СССР в годы Второй мировой войны

1. В чем состояли причины Второй мировой войны? Великой Отечественной войны?

2. Дайте характеристику основным периодам войны.

3. Расскажите о жизни в тылу.

4. Какова роль партизанского движения и движения Сопротивления.

5. В чем состояли итоги и уроки войны.

6. Роль советского народа в разгроме фашизма.

Тема 6. Основные тенденции развития СССР и мира в 60-80 е годы.

1. Чем характеризовалось политическое развитие страны в 1965-1984 гг.

2. Каковы его итоги?

3. В каком состоянии находилась советская экономика к середине 1960-х гг. В чем причины такого положения?

4. Каковы были основные направления предпринятого властью в 1965 году реформирование промышленности и сельского хозяйства.

5. Каковы результаты социально-экономического развития страны.

6. Расскажите о достижениях в культурной жизни этого периода.

Тема 8. Россия и мир на рубеже веков. Современная Россия. Перспективы развития.

1. Геополитические последствия распада СССР.
2. Как происходил процесс формирования суверенитета Российской Федерации.
3. Складывание новой государственности. Конституция 1993 г.
4. Социально-экономические преобразования. Рыночная модернизация страны.
5. Внешнеполитическая деятельность в условиях новой геополитической ситуации.
6. Охарактеризуйте положение России на рубеже XX– XXI.

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Исторический факт
Исторический источник
Интерпретация
Этнос
Менталитет
Государство
Цивилизация
Формация
Классы
Прогресс
Регресс
Общественно-экономическая формация
Геополитика
Монополия
Промышленный подъем
Депрессия
Модернизация
Революция
Манифест
Конституционная монархия
Политическая партия
Государственная Дума
Прогрессивный блок
Революционные партии
Антанта
Тройственный союз
Аграрная реформа
Отруб, хутор
Советы
Большевики, меньшевики
Временное правительство
Республика
Двоевластие
Учредительное собрание
Первая Мировая война

Совет народных комиссаров
Красная Армия
Белое движение
Гражданская война
Сепаратный мирный договор
Иностранная интервенция
Мировая революция

Декреты
Военный коммунизм
Продразверстка
Авторитаризм
Тоталитаризм
Коминтерн
Новая экономическая политика
Продналог
Индустриализация
Коллективизация
Культурная революция
«Мюнхенский сговор»
Лига Наций
Коллективная безопасность
Вторая Мировая война
Пакт о ненападении
Государственный Комитет обороны, Ставка Верховного главнокомандования
Эвакуация
Антигитлеровская коалиция
Второй фронт
Коренной перелом
Партизанское движение, подпольное движение
Сопротивление
Фашизм, японский милитаризм
Ленд-лиз
Капитуляция
ООН
НАТО, ОВД
Репрессии
Либерализация политического режима
Десталинизация
Денежная реформа
Мировая социалистическая система
«Оттепель»
ГУЛАГ
Реабилитация
«Холодная война»
Совхоз
Целина
Мелиорация
Спутник
Освоение космоса
Паритет
Правозащитное движение

Диссиденты
Развитой социализм
Герантократия
Разрядка
«Теневая экономика»
Концепция развитого социализма
Разрядка международной напряженности
Стабильность кадров
Реформа хозяйственного механизма
Экстенсивный путь развития
Страны социалистической ориентации
Перестройка
Гласность
«Новое политическое мышление»
Плюрализм
СНГ
Приватизация
Прибыль и рентабельность
Госприемка
«Шоковая терапия»
Ваучер
Распад СССР
Многопартийность
Возрождение парламентаризма
Рыночная экономика
Борьба с экстремизмом и терроризмом
Дефолт
Стабилизация
Финансовый кризис
Содружество Независимых государств
Правовое государство
Гражданское общество
Рыночная экономика
Дефолт
Вертикаль власти
Олигархи
Глобализация
Совет Федерация
Государственная Дума
Совет Европы
ВТО

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный,

поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис -

это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА

Одной из форм текущего контроля является доклад, который представляет собой продукт самостоятельной работы студента.

Доклад - это публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Как правило, в основу доклада ложится анализ литературы по проблеме. Он должен носить характер краткого, но в то же время глубоко аргументированного устного сообщения. В нем студент должен, по возможности, полно осветить различные точки зрения на проблему, выразить собственное мнение, сделать критический анализ теоретического и практического материала.

Подготовка доклада является обязательной для обучающихся, если доклад указан в перечне форм текущего контроля успеваемости в рабочей программе дисциплины.

Доклад должен быть рассчитан на 7-10 минут.

Обычно доклад сопровождается представлением презентации.

Презентация (от англ. «presentation» - представление) - это набор цветных слайдов на определенную тему, который хранится в файле специального формата с расширением PP.

Целью презентации - донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации, изложенной в докладе, в удобной форме.

Перечень примерных тем докладов с презентацией представлен в рабочей программе дисциплины, он выдается обучающимся заблаговременно вместе с методическими указаниями по подготовке. Темы могут распределяться студентами самостоятельно (по желанию), а также закрепляться преподавателем дисциплины.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления.

Для этого, остановитесь на теме, которая вызывает у Вас больший интерес; определите цель выступления; подумайте, достаточно ли вы знаете по выбранной теме или проблеме и сможете ли найти необходимый материал;

- осуществить сбор материала к выступлению.

Начинайте подготовку к докладу заранее; обращайтесь к справочникам, энциклопедиям, научной литературе по данной проблеме; записывайте необходимую информацию на отдельных листах или тетради;

- организовать работу с литературой.

При подборе литературы по интересующей теме определить конкретную цель поиска: что известно по данной теме? что хотелось бы узнать? для чего нужна эта информация? как ее можно использовать в практической работе?

- во время изучения литературы следует: записывать вопросы, которые возникают по мере ознакомления с источником, а также ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;

- обработать материал.

Учитывайте подготовку и интересы слушателей; излагайте правдивую информацию; все мысли должны быть взаимосвязаны между собой.

При подготовке доклада с презентацией особо необходимо обратить внимание на следующее:

- подготовка доклада начинается с изучения источников, рекомендованных к соответствующему разделу дисциплины, а также специальной литературы для докладчика, список которой можно получить у преподавателя;

- важно также ознакомиться с имеющимися по данной теме монографиями, учебными пособиями, научными информационными статьями, опубликованными в периодической печати.

Относительно небольшой объем текста доклада, лимит времени, отведенного для публичного выступления, обусловливает потребность в тщательном отборе материала, умелом выделении главных положений в содержании доклада, использовании наиболее доказательных фактов и убедительных примеров, исключении повторений и многословия.

Решить эти задачи помогает составление развернутого плана.

План доклада должен содержать следующие главные компоненты: краткое вступление, вопросы и их основные тезисы, заключение, список литературы.

После составления плана можно приступить к написанию текста. Во вступлении важно показать актуальность проблемы, ее практическую значимость. При изложении вопросов темы раскрываются ее основные положения. Материал содержания вопросов полезно располагать в таком порядке: тезис; доказательство тезиса; вывод и т. д.

Тезис - это главное основополагающее утверждение. Он обосновывается путем привлечения необходимых цитат, цифрового материала, ссылок на статьи. При изложении содержания вопросов особое внимание должно быть обращено на раскрытие причинно-следственных связей, логическую последовательность тезисов, а также на формулирование окончательных выводов. Выводы должны быть краткими, точными, достаточно аргументированными всем содержанием доклада.

В процессе подготовки доклада студент может получить консультацию у преподавателя, а в случае необходимости уточнить отдельные положения.

Выступление

При подготовке к докладу перед аудиторией необходимо выбрать способ выступления:

- устное изложение с опорой на конспект (опорой могут также служить заранее подготовленные слайды);
- чтение подготовленного текста.

Чтение заранее написанного текста значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию. Запоминание написанного текста заметно сковывает выступающего и привязывает к заранее составленному плану, не давая возможности откликаться на реакцию аудитории.

Короткие фразы легче воспринимаются на слух, чем длинные.

Необходимо избегать сложных предложений, причастных и деепричастных оборотов. Излагая сложный вопрос, нужно постараться передать информацию по частям.

Слова в речи надо произносить четко и понятно, не надо говорить слишком быстро или, наоборот, растягивать слова. Надо произнести четко особенно ударную гласную, что оказывает наибольшее влияние на разборчивость речи.

Пауза в устной речи выполняет ту же роль, что знаки препинания в письменной. После сложных выводов или длинных предложений необходимо сделать паузу, чтобы слушатели могли вдуматься в сказанное или правильно понять сделанные выводы. Если выступающий хочет, чтобы его понимали, то не следует говорить без паузы дольше, чем пять с половиной секунд.

Особое место в выступлении занимает обращение к аудитории. Известно, что обращение к собеседнику по имени создает более доверительный контекст деловой беседы. При публичном выступлении также можно использовать подобные приемы. Так, косвенными обращениями могут служить такие выражения, как «Как Вам известно», «Уверен, что Вас это не оставит равнодушными». Выступающий показывает, что слушатели интересны ему, а это самый простой путь достижения взаимопонимания.

Во время выступления важно постоянно контролировать реакцию слушателей. Внимательность и наблюдательность в сочетании с опытом позволяют оратору уловить настроение публики. Возможно, рассмотрение некоторых вопросов придется сократить или вовсе отказаться от них.

После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

Стоит обратить внимание на вербальные и невербальные составляющие общения. Небрежность в жестах недопустима. Жесты могут быть приглашающими, отрицающими, вопросительными, они могут подчеркнуть нюансы выступления.

Презентация

Презентация наглядно сопровождает выступление.

Этапы работы над презентацией могут быть следующими:

- осмыслите тему, выделите вопросы, которые должны быть освещены в рамках данной темы;
- составьте тезисы собранного материала. Подумайте, какая часть информации может быть подкреплена или полностью заменена изображениями, какую информацию можно представить в виде схем;
- подберите иллюстративный материал к презентации: фотографии, рисунки, фрагменты художественных и документальных фильмов, материалы кинохроники, разработайте необходимые схемы;
- подготовленный материал систематизируйте и «упакуйте» в отдельные блоки, которые будут состоять из собственно текста (небольшого по объему), схем, графиков, таблиц и т.д.;
- создайте слайды презентации в соответствии с необходимыми требованиями;
- просмотрите презентацию, оцените ее наглядность, доступность, соответствие языковым нормам.

Требования к оформлению презентации

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS Power Point.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал.

Количество слайдов должно быть пропорционально содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

На первом слайде обязательно представляется тема выступления и сведения об авторах.

Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:

1-я стратегия: на слайды выносится опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- объем текста на слайде – не больше 7 строк;
- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;
- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации.

Особо внимательно необходимо проверить текст на отсутствие ошибок и опечаток. Основная ошибка при выборе данной стратегии состоит в том, что выступающие заменяют свою речь чтением текста со слайдов.

2-я стратегия: на слайды помещается фактический материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) соответствуют содержанию;
- использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением (как правило, никто из присутствующих не заинтересован вчитываться в текст на ваших слайдах и всматриваться в мелкие иллюстрации).

Максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому). Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Обычный слайд, без эффектов анимации, должен демонстрироваться на экране не менее 10 - 15 секунд. За меньшее время аудитория не успеет осознать содержание слайда.

Слайд с анимацией в среднем должен находиться на экране не меньше 40 – 60 секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение). В связи с этим лучше настроить презентацию не на автоматический показ, а на смену слайдов самим докладчиком.

Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24 пунктов, для информации - не менее 18.

В презентациях не принято ставить переносы в словах.

Наилучшей цветовой гаммой для презентации являются контрастные цвета фона и текста (белый фон – черный текст; темно-синий фон – светло-желтый текст и т. д.).

Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации.

Рекомендуется не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными задания понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задания от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;

- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;

- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;

2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;

3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

Примером практико-ориентированного задания по дисциплине «*История России*» выступает **анализ исторического документа.**

Алгоритм анализа исторического документа:

1. Происхождение текста.

1.1. Кто написал этот текст?

1.2. Когда он был написан?

1.3. К какому виду источников он относится: письмо, дневник, официальный документ и т.п.?

2. Содержание текста.

Каково содержание текста? Сделайте обзор его структуры. Подчеркните наиболее важные слова, персоналии, события. Если вам не известны какие-то слова, поработайте со словарем.

3. Достоверна ли информация в тексте?
3.1. Свидетелем первой или второй очереди является автор текста? (Если автор присутствовал во время события, им описываемого, то он является первоочередным свидетелем).
3.2. Текст первичен или вторичен? (Первичный текст современен событию, вторичный текст берет информацию из различных первичных источников. Первичный текст может быть написан автором второй очереди, то есть созданным много позже самого события).
4. Раскройте значение источника и содержащейся в ней информации.
5. Дайте обобщающую оценку данному источнику.
- Когда, где и почему появился закон (сборник законов)?
- Кто автор законов?
- Чьи интересы защищает закон?
- Охарактеризуйте основные положения закона (ссылки на текст, цитирование).
- Сравните с предыдущими законами.
- Что изменилось после введения закона?
- Ваше отношение к этому законодательному акту (справедливость, необходимость и т.д.).

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответна имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

1. готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

2. четко выяснить все условия тестирования заранее. Студент должен знать, сколько тестов ему будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т. д.;

3. приступая к работе с тестами, внимательно и до конца нужно прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов; выбрать правильные (их может быть несколько); на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант;

- не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, нужно переходить к другим тестовым заданиям; к трудному вопросу можно обратиться в конце;

- обязательно необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

ПОДГОТОВКА ЭССЕ

Эссе - прозаическое сочинение небольшого объема и свободной композиции на частную тему, трактуемую субъективно и обычно неполно. (Словарь Ожегова)

Жанр эссе предполагает свободу творчества: позволяет автору в свободной форме излагать мысли, выражать свою точку зрения, субъективно оценивать, оригинально освещать материал; это размышление по поводу когда-то нами услышанного, прочитанного или пережитого, часто это разговор вслух, выражение эмоций и образность.

Уникальность этого жанра в том, что оно может быть написано на любую тему и в любом стиле. На первом плане эссе − личность автора, его мысли, чувства, отношение к миру. Однако необходимо найти оригинальную идею (даже на традиционном материале), нестандартный взгляд на какую-либо проблему. Для грамотного, интересного эссе необходимо соблюдение некоторых правил и рекомендаций.

Особенности эссе:

- - наличие конкретной темы или вопроса;
- - личностный характер восприятия проблемы и её осмысления;
- - небольшой объём;
- - свободная композиция;
- - непринуждённость повествования;
- - внутреннее смысловое единство;
- - афористичность, эмоциональность речи.

Эссе должно иметь следующую структуру:

1. Вступление (введение) определяет тему эссе и содержит определения основных встречающихся понятий.

2. Содержание (основная часть) - аргументированное изложение основных тезисов. Основная часть строится на основе аналитической работы, в том числе - на основе анализа фактов. Наиболее важные обществоведческие понятия, входящие в эссе, систематизируются, иллюстрируются примерами. Суждения, приведенные в эссе, должны быть доказательны.

3. Заключение - это окончательные выводы по теме, то, к чему пришел автор в результате рассуждений. Заключение суммирует основные идеи. Заключение может быть представлено в виде суммы суждений, которые оставляют поле для дальнейшей дискуссии.

Требования, предъявляемые к эссе:

1. Объем эссе не должен превышать 1–2 страниц.

2. Эссе должно восприниматься как единое целое, идея должна быть ясной и понятной.

3. Необходимо писать коротко и ясно. Эссе не должно содержать ничего лишнего, должно включать только ту информацию, которая необходима для раскрытия вашей позиции, идеи.

4. Эссе должно иметь грамотное композиционное построение, быть логичным, четким по структуре.

5. Эссе должно показывать, что его автор знает и осмысленно использует теоретические понятия, термины, обобщения, мировоззренческие идеи.

6. Эссе должно содержать убедительную аргументацию для доказательства заявленной по проблеме позиции. Структура любого доказательства включает по меньшей мере три составляющие: тезис, аргументы, вывод или оценочные суждения.

- Тезис — это сужение, которое надо доказать.
- Аргументы — это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса.
- Вывод — это мнение, основанное на анализе фактов.
- Оценочные суждения — это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах.

Приветствуется использование:

- Эпиграфа, который должен согласовываться с темой эссе (проблемой, заключенной в афоризме); дополнять, углублять лейтмотив (основную мысль), логику рассуждения вашего эссе. Пословиц, поговорок, афоризмов других авторов, также подкрепляющих вашу точку¬ зрения, мнение, логику рассуждения.
- Мнений других мыслителей, ученых, общественных и политических деятелей.
- Риторические вопросы.
- Непринужденность изложения.

Подготовка и работа над написанием эссе:

- изучите теоретический материал;
- уясните особенности заявленной темы эссе;
- продумайте, в чем может заключаться актуальность заявленной темы;
- выделите ключевой тезис и определите свою позицию по отношению к нему;
- определите, какие теоретические понятия, научные теории, термины помогут вам раскрыть суть тезиса и собственной позиции;
- составьте тезисный план, сформулируйте возникшие у вас мысли и идеи;
- для каждого аргумента подберите примеры, факты, ситуации из жизни, личного опыта, литературных произведений;
- распределите подобранные аргументы в последовательности;
- придумайте вступление к рассуждению;

- изложите свою точку зрения в той последовательности, которую вы наметили.
- сформулируйте общий вывод работы.

При написании эссе:

- напишите эссе в черновом варианте, придерживаясь оптимальной структуры;
- проанализируйте содержание написанного;
- проверьте стиль и грамотность, композиционное построение эссе, логичность и последовательность изложенного;
- внесите необходимые изменения и напишите окончательный вариант.

Требования к оформлению:

- Титульный лист.
- Текст эссе.
- Формат листов-А4. Шрифт- Times New Roman, размер-14,расстояние между строк- интерлиньяж полуторный, абзацный отступ-1,25см., поля-30мм(слева), 20мм (снизу),20мм (сверху), 20мм (справа). Страницы нумеруются снизу по центру. Титульный лист считается, но не нумеруется.

Критерии оценивания эссе:

1. Самостоятельное проведение анализа проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария
2. Четкость и лаконичность изложения сути проблемы
3. Материал излагается логически последовательно
4. Аргументированность собственной позиции
5. Наличие выводов
6. Владение навыками письменной речи

ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ

- ***Письменный опрос***

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе.

- ***Устный опрос***

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии.

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).

7. Использование дополнительного материала.

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу. Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*История России*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*История России*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____С.А.Упоров

Методические указания для практических занятий по дисциплине СГ.02 «Иностранный язык в профессиональной деятельности»

для обучающихся по специальности
54.02.02 Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы (по видам) квалификация художник-мастер

Направленность: Художественная обработка металла

Автор: Радионова Т.Ю.

Одобрена на заседании кафедры иностранных языков и деловой коммуникации (ИЯДК)

(название кафедры)

Зав.кафедрой

(подпись)

Юсупова Л.Г.
(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 19.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией Горно-технологического факультета

(название факультета)

Председатель

Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол №2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	3
Перечень тем практических занятий	4
Задания для практических занятий по каждой теме	5
Другая форма контроля	9
Зачет	9
Дифференцированный зачет	9
Критерии оценивания	10
Список рекомендованной литературы	11
Перечень интернет-ресурсов	13

Пояснительная записка

Методические указания для практических занятий разработаны на основании рабочей программы учебной дисциплины «Иностранный язык в профессиональной деятельности» для обучающихся по специальности 54.02.02 Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы (по видам) Направленность: Художественная обработка металла». Дисциплина «Иностранный язык в профессиональной деятельности» является дисциплиной СГ цикла. Методические указания по выполнению практических заданий предназначены для организации работы на практических занятиях по учебной дисциплине «Иностранный язык в профессиональной деятельности».

Перечень тем практических занятий

№	*Тема, раздел*	Кол-во часов практич. занятий	*Наименование оценочного средства*
1.	Часть А: Бытовая сфера общения: Семья. Взаимоотношения в семье, семейные традиции. Жилищные условия. Устройство городской квартиры/загородного дома.). Часть Б: Грамматика: Основные глаголы «быть», «иметь». Порядок слов в утвердительном, вопросительном, отрицательном предложении.	6	опрос
2.	Часть А: Социально-культурная сфера: Мой факультет городского хозяйства, УГГУ (история, факультеты, здания, учебный год) Часть Б: Грамматика: степени сравнения прилагательных и наречий.	8	доклад
	Подготовка к другой форме контроля	2	Др. форма контроля
3.	Часть А: Учебно-познавательная сфера: Образование в России и в стране изучаемого языка Часть Б: Граммати-ка: Времена в активном залоге Англ.яз.: Простые времена (SimpleTenses) Нем.яз.: Настоящее время (Präsens), простое прошедшее время (Präteritum), Фр.яз.: Настоящее время Présentdel'Indicatif , сложное прошедшее время (Passé composė)	18	опрос
4.	Часть А: Учебно-познавательная сфера: Екатеринбург - столица Урала. Мой родной город. Часть Б: Граммати-ка: Времена в активном залоге. Англ.яз.: Продолженные времена (ContinuousTenses). Нем.яз.: сложное прошедшее время (Perfekt, Plusquamperfekt) Фр.яз.: незаконченное прошедшее время: Imparfait. Простое прошедшее время (Passé simple).	16	доклад
	Подготовка к зачету	2	зачет
5.	Часть А: Учебно-познавательная сфера: Страны изучаемого языка и их столицы Часть Б: Граммати-ка: Времена в активном залоге. Англ.яз.: Завершенные времена (PerfectTenses) Нем.яз.: Будущее время (Futurum I, II). Фр.яз.: простое будущее время (Futur simple), непосредственное будущее и прошлое время (Futur et Passé Immédiats)	6	опрос
6.	Часть А: Социально-культурная сфера: Путешествие на поезде, самолете. Покупка ж/д и авиабилетов. Таможня. Часть Б: Граммати-ка: Англ, нем, фр: повторение всех времен в активном залоге	8	практико-ориенти-рованное задание
	Подготовка к другой форме контроля	2	Др. форма контроля
7	Часть А: Социально-культурная сфера: Отель. Бронирование номера. Гостиничный сервис. Часть Б: Граммати-ка: Англ, нем, фр: модальные глаголы	16	практико-ориенти-рованное задание
8	Часть А: Социально-культурная сфера: Покупки. Товары. Магазины Часть Б: Грамматика: Англ, нем, фр: система времен в страдательном залоге	18	практико-ориенти-рованное задание
	Подготовка к зачету	2	зачет

9	Часть А: Социально-культурная сфера: Еда. Здоровое питание. Традиции русской и других национальных кухонь. Заказ блюд в кафе. Часть Б: Граммати-ка: Англ, нем., фр.яз. Согласование времен. Косвенная речь	6	практико-ориенти-рованное задание
10	Часть А: Профессиональная сфера: Избранное направление профессиональной деятельности. Грамматика: Англ, нем., фр.яз. Условные предложения.	24	опрос
	Подготовка к дифференцированному зачету	2	Диффер.зачет
	ИТОГО	**136**	

Задания для практических занятий по каждой теме

Тема 1:
Часть А: Бытовая сфера общения:
Семья. Взаимоотношения в семье, семейные традиции. Жилищные условия. Устройство городской квартиры/загородного дома.).
Часть Б: Грамматика: Основные глаголы «быть», «иметь».
Порядок слов в утвердительном, вопросительном, отрицательном предложении.

Форма проведения: опрос

Необходимо осветить следующие вопросы: количество человек в семье, их возраст, профессия, хобби, семейные традиции, уик-энды, какой вы видите вашу будущую семью, в какой квартире вы живете, какие современные удобства у вас есть в квартире, обстановка в квартире, квартира вашей мечты; спряжение глаголов «быть» и «иметь».
порядок слов в утвердительном, вопросительном, отрицательном предложении.

Тема 2:
Часть А: Социально-культурная сфера:
Мой факультет городского хозяйства, УГГУ (история, факультеты, здания, учебный год)
Часть Б: Грамматика: степени сравнения прилагательных и наречий.

Форма проведения: доклад (на иностранном языке).

Темы докладов:

1. История Уральского государственного горного университета.
2. Факультеты УГГУ.
3. Учебный год в УГГУ.
4. Факультет среднего профессионального образования.
5. Студенческая жизнь в УГГУ.
6. Известные выпускники УГГУ.
7. Интересные факты о УГГУ.
8. Уральский государственный горный университет: прошлое и будущее.

Порядок выполнения самостоятельной работы:
1. Выберите тему.
2. Осуществите поиск информации с использованием интернет-ресурсов, библиотечных ресурсов, краеведческих материалов, словарей.
3. Обработайте ее.
4. Воспроизведите на английском языке.

5. Подготовьте грамотный, логически законченный рассказ.
6. Подберите иллюстрационный материал к проектам. При подборе иллюстраций используйте метод виртуальной экскурсии.
7. Прорепетируйте свое выступление.

Структура доклада.
1. Вступление: должно содержать название, сообщение основной идеи, современную оценку предмета изложения, краткое перечисление рассматриваемых вопросов, живую интересную форму изложения, акцентирование внимания на важных моментах, оригинальность подхода.
2. Основная часть, в которой выступающий должен глубоко раскрыть суть затронутой темы, обычно строится по принципу отчета. Задача основной части – представить достаточно данных для того, чтобы слушатели заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами.
3. Заключение – ясное, четкое обобщение и краткие выводы, которых всегда ждут слушатели.

Тема 3:
Часть А: Учебно-познавательная сфера:
Образование в России и в стране изучаемого языка
Часть Б: Грамматика: Времена в активном залоге
Англ.яз.: Простые времена (Simple Tenses)
Нем.яз.: Настоящее время (Präsens), простое прошедшее время (Präteritum),
Фр.яз.: Настоящее время Présent de l'Indicatif , сложное прошедшее время (Passé composė)

Форма проведения: опрос

Необходимо осветить следующие вопросы: образование в России, известные вузы в России, что вы знаете о УГГУ, обязательные предметы в школах и в вузах, ступени образования в России, образование в стране изучаемого языка, лучшие вузы в стране изучаемого языка, ступени образования в стране изучаемого языка, с какого и до какого возраста образование обязательно и бесплатно в России и в стране изучаемого языка, правила поступления в вузы России и страны изучаемого языка, каких известных людей, вложивших большой вклад в образование вы знаете.

Тема 4:
Часть А: Учебно-познавательная сфера:
Екатеринбург - столица Урала. Мой родной город.
Часть Б: Грамматика: Времена в активном залоге.
Англ.яз.: Продолженные времена (Continuous Tenses).
Нем.яз.: сложное прошедшее время (Perfekt, Plusquamperfekt)
Фр.яз.: незаконченное прошедшее время: Imparfait. Простое прошедшее время (Passé simple).

Форма проведения: доклад (на иностранном языке).

Темы докладов:
1. История Екатеринбурга
2. Мой родной город
3. Достопримечательности Екатеринбурга
4. Известные люди Екатеринбурга
5. Промышленный Екатеринбург

6. Музеи Екатеринбурга
7. Урал
8. Тайны Екатеринбурга

Порядок выполнения самостоятельной работы:
1. Выберите тему.
2. Осуществите поиск информации с использованием интернет-ресурсов, библиотечных ресурсов, краеведческих материалов, словарей.
3. Обработайте ее.
4. Воспроизведите на английском языке.
5. Подготовьте грамотный, логически законченный рассказ.
6. Подберите иллюстрационный материал к проектам. При подборе иллюстраций используйте метод виртуальной экскурсии.
7. Прорепетируйте свое выступление.

Структура доклада.
1. Вступление: должно содержать название, сообщение основной идеи, современную оценку предмета изложения, краткое перечисление рассматриваемых вопросов, живую интересную форму изложения, акцентирование внимания на важных моментах, оригинальность подхода.
2. Основная часть, в которой выступающий должен глубоко раскрыть суть затронутой темы, обычно строится по принципу отчета. Задача основной части – представить достаточно данных для того, чтобы слушатели заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами.
3. Заключение – ясное, четкое обобщение и краткие выводы, которых всегда ждут слушатели.

Тема 5:
Часть А: Учебно-познавательная сфера:
Страны изучаемого языка и их столицы
Часть Б: Грамматика: Времена в активном залоге.
Англ.яз.: Завершенные времена (Perfect Tenses)
Нем.яз.: Будущее время (Futurum I, II).
Фр.яз.: простое будущее время (Futur simple), непосредственное будущее и прошлое время (Futur et Passé Immédiats)

Форма проведения: опрос

Необходимо осветить следующие вопросы: географическое положение страны изучаемого языка, соседние страны, климат, политическая система, экономика, крупные города, столица и ее достопримечательности; завершенные времена (Perfect Tenses) в английском языке, будущее время (Futurum I, II) в немецком языке, простое будущее время (Futur simple), непосредственное будущее и прошлое время (Futur et Passé Immédiats) во французском языке.

Тема 6:
Часть А: Социально-культурная сфера:
Путешествие на поезде, самолете. Покупка ж/д и авиабилетов. Таможня.
Часть Б: Грамматика:
Англ, нем, фр: повторение всех времен в активном залоге.

Форма проведения: практико-ориентированное задание

Знать лексику по теме «Путешествие. Таможня», времена в активном залоге и уметь употреблять их в речи.

Примерные задания по теме: восстановить логический порядок в лексическом упражнении, вставить в предложения пропущенные слова из списка, перевести предложения на иностранный язык, составить диалоги «Покупка ж/д, авиа билета», «Прохождение таможни», в грамматических упражнениях раскрыть скобки и поставить глагол в правильной временной форме.

Тема 7:
Часть А: Социально-культурная сфера: Отель. Бронирование номера. Гостиничный сервис.
Часть Б: Грамматика:
Англ, нем, фр: модальные глаголы

Форма проведения: практико-ориентированное задание

Знать лексику по теме «Отель», модальные глаголы и уметь употреблять их в речи.

Примерные задания по теме: заполнить карточку гостя в отеле, восстановить логический порядок в диалоге, составить диалог «Заказ номера в отеле», перевести предложения, используя модальные глаголы.

Тема 8:
Часть А: Социально-культурная сфера:
Покупки. Товары. Магазины
Часть Б: Грамматика:
Англ, нем, фр: система времен в страдательном залоге

Форма проведения: практико-ориентированное задание

Знать лексику по теме «Магазины», систему времен в страдательном залоге и уметь употреблять их в речи.

Примерные задания по теме: соотнести магазины с товарами, которые они продают, вставить в предложениях пропущенные слова из списка, составить диалог между продавцом и покупателем в магазине, переделать предложения из активного залога в пассивный.

Тема: 9
Часть А: Социально-культурная сфера:
Еда. Здоровое питание. Традиции русской и других национальных кухонь. Заказ блюд в кафе.
Часть Б: Грамматика:
Англ, нем., фр.яз. Согласование времен. Косвенная речь

Форма проведения: практико-ориентированное задание

Знать лексику по теме «Еда», согласование времен, косвенную речь и уметь употреблять их в речи.

Примерные задания по теме: соотнести английские и русские выражения, перевести пропущенные реплики в диалоге, распределить блюда по категориям «закуски, первое блюдо, второе блюдо, десерт», распределить продукты по категориям фрукты, овощи, молочные продукты, мясо, хлеб», составить свой диалог в кафе между официантом и посетителем, преобразуйте предложения в косвенную речь.

Тема 10:
Часть А: Профессиональная сфера:
Избранное направление профессиональной деятельности. Художественная обработка металла. Грамматика: Англ, нем., фр.яз. Условные предложения.

Форма проведения: опрос

Необходимо осветить следующие вопросы: на каком факультете вы учитесь, какие специализированные предметы вы изучаете, ваша будущая специальность, почему вы выбрали эту специальность, плюсы и минусы вашей будущей профессии, роль иностранного языка в будущей профессии, знания, опыт и навыки, которые понадобятся в вашей будущей профессии, важные качества, необходимые для достижения профессионального успеха, правила употребления времен в условных предложениях, что такое Художественная обработка металла..

Другая форма контроля

Другая форма контроля включает в себя грамматический тест (количество заданий –20).

При выполнении предложенных тестовых заданий, следует внимательно прочитать каждый из поставленных вопросов и предлагаемые варианты ответа. В качестве ответа надлежит выбрать один индекс, соответствующий правильному ответу. Тестовые задания составлены таким образом, что в каждом из них правильным является лишь один из предложенных вариантов ответа. Рекомендуемое время на выполнение тестовых заданий – 15 минут.

Зачет

Зачет включает в себя лексико-грамматический тест (количество заданий –20).

При выполнении предложенных тестовых заданий, следует внимательно прочитать каждый из поставленных вопросов и предлагаемые варианты ответа. В качестве ответа надлежит выбрать один индекс, соответствующий правильному ответу. Тестовые задания составлены таким образом, что в каждом из них правильным является лишь один из предложенных вариантов ответа. Рекомендуемое время на выполнение тестовых заданий – 15 минут.

Дифференцированный зачет

Дифференцированный зачет включает в себя:

1) письменное выполнение заданий на точное понимание содержания прочитанного текста на иностранном языке с использованием словаря (количество вопросов в работе – 2);

2) лексико-грамматический тест (количество заданий – 20)

При подготовке к экзамену следует повторить лексический и грамматический материал с 1 по 5 семестр. Ответы на письменные задания должны быть точными, соответствующими содержанию текста, грамматически, лексически и синтаксически правильно оформленными. Ответ, представляющий бессвязный набор слов рассматривается как неверный. Наличие в ответах любой грубой ошибки является

основанием для снижения оценки. Оценка за письменный зачет может быть снижена за небрежное оформление работы (недопустимые сокращения, зачеркивания, неразборчивый почерк). Рекомендуемое время, отводимое для чтения текста и выполнения письменных заданий к нему – 60 минут.

Прежде чем приступить к выполнению тестовых заданий обучающийся должен внимательно ознакомиться со всеми предложенными вопросами. Далее, в соответствии с инструкцией к тестовым заданиям, студент должен ответить на поставленные вопросы: выбрать один или несколько ответов из предложенного списка, установить соответствие элементов двух списков, расположить элементы списка в определенной последовательности, самостоятельно сформулировать ответ и т.д. Рекомендуемое время на выполнение тестовых заданий – 30 минут.

Критерии оценивания

Опрос

Критерии оценивания по темам № 1, 3, 5:
правильность ответа на вопросы - 2 балла
всесторонность и глубина ответа (полнота) - 2 балла
лексически верное оформление ответ- 2 балла
грамматически верное оформление ответа - 2 балла
логически верное оформление ответа - 2 балла
Максимальное количество - 10 баллов

Критерии оценивания по теме № 10:
правильность ответа на вопросы - 5 баллов
всесторонность и глубина ответа (полнота) - 5 баллов
лексически верное оформление ответ- 5 баллов
грамматически верное оформление ответа - 5 баллов
логически верное оформление ответа - 5 баллов
Максимальное количество -25 баллов

Практико-ориентированные задания

Критерии оценивания:
логичность изложения материала - 3 балла
решение коммуникативной задачи- 2 балла
соответствие словарного запаса поставленной коммуникативной задаче - 3 балла
использование разнообразных грамматических конструкций в соответствии с поставленной за-дачей -2 балла
Максимальное количество - 10 баллов

Доклад

Критерии оценивания доклада:

Содержание и соответствие теме, структура работы, лексико-грамматическое оформление, орфография и пунктуация, выступление, представление работы, лексико-грамматическое оформление речи, фонетическое оформление речи, ответы на вопросы.

Доклад полностью соответствует предъявляемым требованиям – 9-10 баллов.

Доклад в основном соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 7-8 баллов.

Доклад частично соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 4-6 баллов.

Доклад не соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки) – 0-3 балла.

Максимальное количество - 10 баллов

Другая форма контроля

Критерии оценивания: правильность ответа – 0,5 балла.
Максимальное количество - 10 баллов

Зачет

Критерии оценивания: правильность ответа - 2 балла.
Максимальное количество баллов - 40

Дифференцированный зачет

Критерии оценивания:
5 баллов за каждый верный ответ на вопрос к тексту
1,5 балла за каждое верно выполненное тестовое задание.
Максимальное количество баллов - 40

При реализации дисциплины «Иностранный язык» используется балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки учебной деятельности (учебном рейтинге) обучающихся в ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет» (СМК ОД.Пл.04-06.222-2021).

Распределение баллов в рамках текущего рейтинга и рейтинга промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Иностранный язык» представлены в комплекте оценочных средств.

Полученные значения учебного рейтинга обучающихся в баллах переводятся в оценки, выставляемые по следующей шкале:

Количество баллов	Отметка за зачет с оценкой	Отметка о зачете
80-100	Отлично	Зачтено
65-79	Хорошо	
50-64	Удовлетворительно	
0-49	Неудовлетворительно	Не зачтено

Список литературы

Основная литература

Английский язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Агабекян, И. П. Английский язык для ссузов: учебное пособие / И. П. Агабекян. - Москва : Проспект, 2019. - 280 с. .	5
2	Голицынский Ю.Б. Грамматика: сборник упражнений / Ю. Б. Голицынский. - Изд. 8-е, испр. - Санкт-Петербург : КАРО, 2017. - 576 с.	5

Немецкий язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Миляева Н. Н. Немецкий язык: учебник и практикум для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования / Н. Н. Миляева, Н. В. Кукина. - Москва : Юрайт, 2019. - 353 с.	13
2	Листвин Д. А. Вся грамматика немецкого языка для школы в упражнениях и правилах. Грамматика немецкого языка в упражнениях с правилами: сборник упражнений / Д. А. Листвин. - Москва : АСТ : Lingua, 2019.	13

Французский язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Бартенева И. Ю. Французский язык: учебное пособие для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования / И. Ю. Бартенева, О. В. Желткова, М. С. Левина. - Москва: Юрайт, 2019. - 332 с.	13
2	Попова И.Н. Французский язык/ Manuel de francais : учебник для 1 курса ВУЗов и факультетов иностранных языков / И. Н. Попова, Ж. А. Казакова, Г. М. Ковальчук. - Изд. 21-е, испр. - Москва : Нестор Академик, 2018. - 576 с.	13

Дополнительная литература
Английский язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Афанасенко, Е. П. Английский язык в сфере профессиональной коммуникации: Художественная обработка металла.: учебное пособие по английскому языку для студентов II курса 54.02.02 Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы (по видам) / Е. П. Афанасенко ; Министерство образования и науки РФ, Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург : УГГУ, 2017. - 49 с.	20
2	Мясникова, Ю.М. BRITAIN AND THE BRITISH: учебное пособие по английскому языку для студентов 1 и 2 курсов всех направлений и специальностей / Ю. М. Мясникова ; Министерство образования и науки РФ, Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург : УГГУ. Часть 2. - 2-е изд., стер. - 2017. - 48 с.	20
3	Мясникова, Ю.М. Britain and the british : учебное пособие по английскому языку для студентов I и II курсов всех направлений и специальностей / Ю. М. Мясникова ; Уральский государственный горный университет. - 3-е изд., стер. - Екатеринбург : УГГУ. Часть 1. - 2019. - 52 с.	56

Немецкий язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Примак, С. С. Научно-техническая информация и перевод (немецкий язык) : [Электронный ресурс] : учебное пособие / Примак С. С. - Барнаул : Алтайский государственный педагогический университет, 2021. - 120 с. - URL: https://www.iprbookshop.ru/108872.html. - ISBN 978-5-88210-985-0	Эл. ресурс
2	Немецкий язык для технических вузов = Deutsch fur technische Hochschulen : учебник для студентов вузов, обучающихся по техническим направлениям подго-товки (квалификация (степень) "бакалавр"), дисциплине "Немецкий язык" / Н. В. Басова [и др.] ; под ред. Т. Ф. Гайвоненко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральный институт развития образования. - 13-е изд., перераб. и доп. - Москва : Кнорус, 2017. - 510 с.	39

Французский язык

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Фёдорова, Т. А. Французский язык для технических специальностей : [Электронный ресурс] : учебное пособие / Фёдорова Т. А. - Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. - 68 с. - URL: https://www.iprbookshop.ru/111783.html	Эл. ресурс
2	Бородулина, Н. Ю. Французский язык для технических специальностей : [Электронный ресурс] : учебное пособие для СПО / Бородулина Н. Ю. - Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 79 с. - URL: https://www.iprbookshop.ru/110570.html. - ISBN 978-5-4488-1319-1, 978-5-4497-1337-7	Эл. ресурс

Перечень иннтернет-ресурсов

Ресурсы сети Интернет:

Английский язык

1. Грамматика английского языка. Английская грамматика. www.native-english.ru/grammar
2. Английский язык.ru – Пособия по английскому языку. http://english.language.ru/posob/index.html
3. Статьи, справочники по лингвистике, переводу, изучению языков. Грамматика, топики (темы), тесты по английскому. www.linguistic.ru
4. Онлайн-словарь www.lingvo.ru
5. Онлайн-словарь www.multitran.ru
6. Онлайн курсы www.study.ru, www.edufind.com,

Немецкий язык

1. Немецкий журнал http://www.focus.de
2. Интерактивная грамматика немецкого языка http://www.grammade.ru
3. Электронный словарь http://www.langenscheidt.de
4. Онлайн курсы, тесты http://www.test.de, http://www.oeko-test.de

Французский язык

1. Обучающий портал www.le-francais.ru
2. Обучающий портал http//www. studyFrench.ru
3. спряжение французских глаголов - les-verbes.com.
4. онлайн-словарь www.multitran.ru.
5. Грамматика. https://french-online.ru/francuzskaja-grammatika/

Информационные справочные системы:

Английский язык

1. Мультимедийная энциклопедия- www.britannika.com
2. Cambridge Dictionary - https://dictionary.cambridge.org/

Немецкий язык

1. Электронная энциклопедия http://www.brockhaus.de
2. Электронная энциклопедия http://de.wikipedia.org/wiki

Французский язык

1. Толковый словарь французского языка Larousse - https://www.larousse.fr/
2. Толковый словарь французского языка Le Robert- https://dictionnaire.lerobert.com/

Базы данных:

E-library: электронная научная библиотека: https://elibrary.ru

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

по дисциплине

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Специальность

54.02.02 Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы (по видам) квалификация художник-мастер

Направленность: Художественная обработка металла

форма обучения: очная

Авторы: Тетерев Н.А., Гребенкин С.М., Кузнецов А.М.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Безопасности горного производства	ИЭФ
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____
Елохин В.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол №1 от 20.09.2023	Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ.....3
ЗНАЧЕНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ И ЗАКАЛИВАНИЯ ОРГАНИЗМА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА.....4
КОМФОРТНЫЕ УСЛОВИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....4
ОСНОВЫ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ.....4
ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ РАНЕНИЯХ.....4
ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ КРОВОТЕЧЕНИЯХ.....5
ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ, ВЫВИХАХ, УШИБАХ, РАСТЯЖЕНИЯХ 5
ОПОВЕЩЕНИЕ И ИНФОРМИРОВАНИЕ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЧС.....5
ИНЖЕНЕРНАЯ И ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЗАЩИТА. ВИДЫ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ В НИХ.....5
ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....6
ОСНОВЫ ВОЕННОЙ СЛУЖБЫ.....6
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....7
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....8
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....8

ВВЕДЕНИЕ

Современный человек живет в мире различного рода опасностей, т. е. явлений, процессов, объектов, постоянно угрожающих его здоровью и самой жизни. Не проходит и дня, чтобы газеты, радио и телевидение не принесли тревожные сообщения об очередной аварии, катастрофе, стихийном бедствии, социальном конфликте или криминальном происшествии, повлекших за собой гибель людей и громадный материальный ущерб.

По мнению специалистов, одной из причин создавшейся ситуации является недостаточный уровень образования – обучения и воспитания – человека в области обеспечения безопасной деятельности. Только постоянное формирование в людях разумного отношения к опасностям, пропаганда обязательности выполнения требований безопасности может гарантировать им нормальные условия жизни и деятельности.

В курсе БЖД излагаются теория и практика защиты человека от опасных и вредных факторов природного и антропогенного происхождения в сфере деятельности.

Данный курс предназначен для формирования у будущих специалистов сознательного и ответственного отношения к вопросам безопасности, для привития им теоретических знаний и практических навыков, необходимых для создания безопасных и безвредных условий деятельности в системе «человек – среда», проектирования новой безопасной техники и безопасных технологий, прогнозирования и принятия грамотных решений в условиях нормальных и чрезвычайных ситуаций.

В процессе изучения курса БЖД студенту предстоит решить следующие задачи: усвоить теоретические основы БЖД; ознакомиться с естественной системой защиты человека от опасностей; изучить систему искусственной защиты в условиях нормальных (штатных) и чрезвычайных (экстремальных) ситуаций; ознакомиться с проблемами заболеваемости и травматизма на производстве; изучить вопросы управления безопасностью деятельности.

Успешное изучение курса студентами возможно при наличии соответствующей учебной литературы. Предлагаемое вниманию студентов и преподавателей учебное пособие подготовлено в соответствии с учебной программой курса БЖД для студентов всех направлений и специальностей.

ЗНАЧЕНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ И ЗАКАЛИВАНИЯ ОРГАНИЗМА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

Основные физические качества: быстрота, сила, выносливость, гибкость.

Закаливание: методы закаливания, основные принципы закаливания, водные процедуры, процедура обтирания, солнечные ванны, хождение босиком (босохождение).

КОМФОРТНЫЕ УСЛОВИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Неблагоприятные условия труда: ущерб здоровью, сокращение продолжительности жизни (СПЖ), риск. Оптимальные условия труда. Допустимые условия труда. Вредные условия труда подразделяются на 4 степени вредности. Опасные (экстремальные) условия труда.

Оценка влияния вредных факторов на здоровье человека. Скрытый ущерб здоровью на основании общей оценки класса условий труда. Скрытый ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса. Скрытый ущерб здоровью по вредным факторам городской ($К_Г$) и бытовой ($К_Б$) среды, сутки/год. Показатели $К_ч$ и $К_{си}$ в различных отраслях экономики и по отдельным профессиям. Риск принудительной гибели людей в непроизводственных условиях. Классы условий труда в зависимости от условий труда (температура, пыль, шум, вибрации, тепловое излучение и освещение РМ). Классы условий труда по показателям тяжести трудового процесса. Классы условий труда по показателям напряженности трудового процесса.

ОСНОВЫ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ

Медицинская помощь: первая помощь, скорая медицинская помощь, первичная медико-санитарная помощь специализированная медицинская помощь. Принципы оказания первой помощи: срочность и очередность, последовательность, все приѐмы ПП должны быть щадящими. При оказании ПП необходимо помнить, что она должна быть правильной и целесообразной, быстрой и обдуманной, решительной, но спокойной.

Признаки жизни. Признаки смерти. Признаки клинической смерти (сомнительные). Признаки биологической смерти (явные).

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ РАНЕНИЯХ

Рана. Классификация ран: слепыми, сквозными, ранения мягких тканей, повреждением костей, проникающие, непроникающие, резаная рана, рубленая рана, рваная рана, колотая рана, скальпированная рана, ушибленная рана, укушенная рана, огнестрельная рана.

Первая помощь при ранениях. Раневая инфекция: нагноение, сепсис, рожистое воспаление, газовой инфекции (гангрена), столбняк, бешенство.

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ КРОВОТЕЧЕНИЯХ

Капиллярные кровотечения. Венозные кровотечения: Симптомы венозных кровотечений. Артериальные кровотечения. Признаки артериального кровотечения. Внутренние кровотечения. Симптомы внутреннего кровотечения. Желудочно-кишечные кровотечения. Признаками желудочно-кишечного кровотечения.

Приемы остановки кровотечений: наложение давящей повязки, пальцевое прижатие артерии выше раны, точки прижатия артерий, наложение кровоостанавливающего жгута.

Ошибки и осложнения при наложении жгута. Фиксирование конечности в положении максимального сгибания.

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ, ВЫВИХАХ, УШИБАХ, РАСТЯЖЕНИЯХ

Иммобилизация. Перелом. Симптомы переломов: абсолютные симптомы перелома, относительные симптомы перелома, помощь при закрытом переломе, помощь при открытом переломе. Первая помощь при переломах. Особенности перелома костей у детей. Правила наложения шин. Виды шин. Транспортная иммобилизация. Травматический шок. Фазы травматического шока. Фаза возбуждения (эректильная). Фаза торможения (торпидная). Степени шока: легкая, средней тяжести, тяжелая, предагональная. Основные меры профилактики травматического шока. Травма. Травматизм. Виды травм: изолированная травма, множественная травма, сочетанная травма, комбинированная травма. Основные мероприятия по профилактике травматизма. Борьба с последствиями травматизма. Закрытые травмы. Ушибы. Признаки ушибов. Первая помощь при ушибах. Сотрясение головного мозга. Первая помощь при сотрясении головного мозга. Растяжение связок. Симптомами растяжения связок являются первой помощи при растяжении связок. Вывихи. Симптомы вывиха. Первая помощь при вывихе. Разрыв связок. Симптомы разрыва связок. Первая помощь при разрыве связок. Разрывы мышц. Симптомы разрыва мышц. Первая помощь при разрыве мышц. Разрыв сухожилия. Симптомы разрыва сухожилия. Первая помощь при разрыве сухожилия.

ОПОВЕЩЕНИЕ И ИНФОРМИРОВАНИЕ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЧС

Эвакуация. План эвакуации. Эвакуационный выход. Аварийные выход. Путь эвакуации. Тупик.

Порядок действий, при следовании на сборный пункт после получения извещения об эвакуации. Порядок действий по прибытии в пункт эвакуации.

ИНЖЕНЕРНАЯ И ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЗАЩИТА. ВИДЫ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ В НИХ

Ядерное оружие. Порядок надевания противогаза. Порядок снятие противогаза. Подбор размера противогаза.

Респиратор. Ватно-марлевая повязка. Средства индивидуальной защиты глаз (СИЗГ). Средства индивидуальной защиты кожи (СИЗК). Общевойсковой комплексный защитный костюм (ОЗК). Противопыльные тканевые маски.

Очаг биологического поражения. Причина заражения. Основные формы борьбы с эпидемиями. Дезинсекция и дератизация.

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Общие понятия об устойчивости работы объектов экономики и жизнеобеспечения населения. Повышением устойчивости функционирования организации в ЧС (ПУФ в ЧС). Основные факторы, влияющие на устойчивость работы объектов экономики. Прогнозирование и оценка устойчивости функционирования объектов экономики и жизнеобеспечения населения. Оценка устойчивости функционирования объекта экономики в условиях чрезвычайных ситуаций. Мероприятия и способы повышения устойчивости работы объектов экономики и жизнеобеспечения населения. Организационные мероприятия. Инженерно-технические мероприятия. Специальные мероприятиями. План-график наращивания мероприятий по повышению устойчивости функционирования при угрозе возникновения ЧС. Оценка устойчивости объекта экономики к воздействию механических поражающих факторов (воздушной ударной волны.

ОСНОВЫ ВОЕННОЙ СЛУЖБЫ

Родина и ее национальная безопасность. История создания и развития Вооруженных сил России. Состав Вооруженных сил Российской Федерации. Патриотизм, верность воинскому долгу — неотъемлемые качества русского воина, основа героизма. Память поколений — дни воинской славы России. Дружба и войсковое товарищество — основа боевой готовности войск. Боевое знамя воинской части — символ воинской чести, доблести и славы. Ордена — почетные награды за воинские отличия и заслуги в бою и военной службе. Ритуалы Вооруженных сил Российской Федерации. Организация занятий и меры безопасности при проведении учебных сборов. Размещение и быт военнослужащих. Суточный наряд. Обязанности лиц суточного наряда. Организация караульной службы. Обязанности часового. Строевая подготовка. Огневая подготовка. Автомат Калашникова. Тактическая подготовка.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Первая помощь и еѐ значение.
2. В чѐм заключается сущность ПП.
3. Перечислите принципы оказания первой помощи.
4. Назовите признаки (симптомы) ран.
5. По каким признакам классифицируются раны.
6. ПП при ранениях.
7. Что такое раневая инфекция? Симптомы наиболее опасных раневых инфекций.
8. Назовите основные виды кровотечений.
9. Как можно остановить капиллярное кровотечение?
10. Каковы признаки артериального кровотечения и чем оно опасно для пострадавшего?
11. В каких случаях накладывают жгут?
12. Каковы основные правила наложения жгута?
13. Какие существуют травмы?
14. Назовите признаки ушиба, вывиха, растяжения связок. Последовательность и правила оказания первой помощи.
15. Назовите признаки перелома костей конечностей. Последовательность и правила оказания первой помощи при переломах.
16. Охарактеризуйте механизмы развития стадий травматического шока. Меры профилактики шокового состояния.
17. Назовите симптомы сотрясения головного мозга. В чѐм опасность плохо пролеченных легких сотрясений головного мозга?
18. Что означает термин «эвакуация населения»?
19. В каких случаях осуществляется эвакуация населения?
20. Каков порядок эвакуации населения?
21. Что необходимо брать с собой во время эвакуации?
22. На какой срок рассчитывается запас продуктов и питья?
23. Перечислите СИЗОД.
24. Перечислите СИЗ кожи.
25. Назовите порядок изготовления ВМП.
26. При каких опасностях используются индивидуальные средства защиты?
27. Что является основным средством защиты при угрозе применения ядерного оружия?
28. Что относится к основным средствам защиты населения от биологического оружия?
29. Какие индивидуальные средства защиты применяются при химической угрозе?
30. Какие действия предполагает санитарная обработка?
31. В чем отличие дезинфекции от дезинсекции?

32. Вооруженные силы РФ - основа обороны государства.
33. Воинская обязанность и ее составляющие.
34. Военнослужащий - защитник своего Отечества.
35. Требования воинской деятельности к военнослужащим.
36. Военнослужащий - подчиненный, строго соблюдающий законы и воинские уставы.
37. Как стать офицером Российской армии.
38. Боевые традиции ВС РФ.
39. Символы воинской чести.
40. Ритуалы Вооруженных сил РФ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В среде обитания человека постоянно присутствуют естественные, техногенные и антропогенные опасности.

Полностью устранить негативное влияние естественных опасностей человечеству до настоящего времени не удается. Реальные успехи в защите человека от стихийных явлений сводятся к определению наиболее вероятных зон их действия и ликвидации возникающих последствий.

Мир техногенных опасностей вполне познаваем, и у человека есть достаточно способов и средств для защиты.

Антропогенные опасности во многом обусловлены недостаточным вниманием человека к проблеме безопасности, склонностью к риску и пренебрежению опасностью. Часто это связано с ограниченными знаниями человека о мире опасностей и негативных последствиях их проявления. Воздействие антропогенных опасностей может быть сведено к минимуму за счет обучения населения и работающих основам безопасности жизнедеятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Г.Н. Кирилов. Организация и ведение гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.:Учебное пособие для преподавателей и слушателей. /УМЦ, Курсов ГО и работников ГО ЧС предприятий, организаций и учреждений – М: 2002., С.352-386. (Институт риска ибезопасности)
2. Г.П. Демиденко. Повышение устойчивости работы объектов народного хозяйства в военное время. Киев, 1984.С.6-226.
3. О. Русак, К. Малаян, Н. Занько. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. Спб.:, 2000.,С.414-424.
4. В.А. Владимиров, Г.М. Сергеев, С.А. Михайлов, В.Н. Белобородов, А.Б. Аванян. Предупреждение чрезвычайных ситуаций и повышение устойчивости функционирования организаций.: Сборник методических материалов по тематике ГО и ЧС. М: Редакция журнала «Военные знания», 2000.,С.18-30.

5. В.Г. Атаманюк, Л.Г. Ширшев, Н.И. Акимов. Гражданская оборона.: Учебник для вузов – М: «Высшая школа», 1986.,С.106-133.
6. Атлас география России, население и хозяйство. М: Издательство «Д и К», 1997., С. 11,34.
7. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др. / Под общ. ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 2001. – 485с.
8. Косолапова Н.В. Основы безопасности жизнедеятельности: учебник / Н.В. Косолапова, Н.А. Прокопенко. - 3-е изд., стереотипн. - М.: Академия, 2011. - С.229-240.
9. Смирнов А.Т., Васнев В.А. «Основы военной службы», ООО «Дрофа», 2006

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу
С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

СГ.04 ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА

Автор: Шулиманов Д.Ф.

Одобрена на заседании кафедры

Физической культуры
(название кафедры)

Зав.кафедрой _____
(подпись)

Шулиманов Д.Ф.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 01.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

ИЭФ
(название факультета)

_____
(подпись)

Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

Содержание

Цели и задачи дисциплины …….....3
Место дисциплины в структуре основной образовательной программы …….3
Требования к оформлению теста ……..…….....3
Содержание теста…….....3
Вопросы для проведения опроса…….....9
Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к практическим занятиям физической культурой и спортом ……11
Выполнение работы над ошибками……...……..25

1. Цели и задачи дисциплины

Цель: формирование физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей жизни и профессиональной деятельности.

Задачи:

- формирование осознания социальной значимости физической культуры и её роли в развитии личности и подготовке к профессиональной деятельности;
- изучение научно-биологических, педагогических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое совершенствование и самовоспитание привычки к регулярным занятиям физическими упражнениями и спортом;

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина СГ.04 «Физическая культура» является дисциплиной СГ цикла. для обучающихся по специальности 54.02.02 Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы (по видам) Направленность: Художественная обработка металла». Методические указания по выполнению практических заданий предназначены для организации работы на практических занятиях по учебной дисциплине « СГ.04 «Физическая культура»

3. Требования к оформлению теста

Задания выполняются на листах формата А4 в рукописном виде, кроме титульного листа. На титульном листе (см. образец оформления титульного листа в печатном виде) указывается фамилия студента, номер группы, фамилия преподавателя у которого занимается обучающийся.

В конце работы должна быть поставлена подпись студента и дата выполнения заданий.

Задания должны быть выполнены в той последовательности, в которой они даны в тесте.

Выполненный тест необходимо сдать преподавателю для проверки в установленные сроки.

Если тест выполнен без соблюдения изложенных выше требований, она возвращается студенту для повторного выполнения.

По дисциплине «физическая культура» представлен, тест, вопросы для проведения опроса, самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к практическим занятиям физической культурой.

4. Содержание теста

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Физическая культура представляет собой:	А) учебный предмет в школе Б) выполнение физических упражнений В) процесс совершенствования возможностей человека Г) часть общей культуры общества
2	Физическая подготовленность, приобретаемая в процессе физической подготовки к трудовой или иной деятельности, характеризуется:	А) высокой устойчивостью к стрессовым ситуациям, воздействию неблагоприятных условий внешней среды и различным заболеваниям Б) уровнем работоспособности и запасом двигательных умений и навыков

		В) хорошим развитием систем дыхания, кровообращением, достаточным запасом надежности, эффективности и экономичности Г) высокими результатами в учебной, трудовой и спортивной деятельности
3	Под физическим развитием понимается:	А) процесс изменения морфофункциональных свойств организма на протяжении жизни Б) размеры мускулатуры, формы тела, функциональные возможности дыхания и кровообращения, физическая работоспособность В) процесс совершенствования физических качеств при выполнении физических упражнений Г) уровень, обусловленный наследственностью и регулярностью занятий физической культурой и спортом
4	Физическая культура ориентирована на совершенствование	А) физических и психических качеств людей Б) техники двигательных действий В) работоспособности человека Г) природных физических свойств человека
5	Отличительным признаком физической культуры является:	А) развитие физических качеств и обучение двигательным действиям Б) физическое совершенство В) выполнение физических упражнений Г) занятия в форме уроков
6	В иерархии принципов в системе физического воспитания принцип всестороннего развития личности следует отнести к:	А) общим социальным принципам воспитательной стратегии общества Б) общим принципам образования и воспитания В) принципам, регламентирующим процесс физического воспитания Г) принципам обучения
7	Физическими упражнениями называются:	А) двигательные действия, с помощью которых развивают физические качества и укрепляют здоровье Б) двигательные действия, дозируемые по величине нагрузки и продолжительности выполнения В) движения, выполняемые на уроках физической культуры и во время утренней гимнастики Г) формы двигательных действий, способствующие решению задач физического воспитания
8	Нагрузка физических упражнений характеризуется:	А) подготовленностью занимающихся в соответствии с их возрастом, состоянием здоровья, самочувствием во время занятия Б) величиной их воздействия на организм В) временем и количеством повторений двигательных действий Г) напряжением отдельных мышечных групп
9	Величина нагрузки физических упражнений обусловлена:	А) сочетанием объема и интенсивности двигательных действий Б) степенью преодолеваемых при их выполнении трудностей В) утомлением, возникающим при их выполнении Г) частотой сердечных сокращений
10	Если ЧСС после выполнения упражнения восстанавливается за 60 сек до уровня, который был в начале урока, то это свидетельствует о том, что нагрузка	А) мала и ее следует увеличить Б) переносится организмом относительно легко В) достаточно большая и ее можно повторить Г) чрезмерная и ее нужно уменьшить

11	Интенсивность выполнения упражнений можно определить по ЧСС. Укажите, какую частоту пульса вызывает большая интенсивность упражнений	А) 120-130 уд/мин Б) 130-140 уд/мин В) 140-150 уд/мин Г) свыше 150 уд/мин
12	Регулярные занятия физическими упражнениями способствуют повышению работоспособности, потому что:	А) во время занятий выполняются двигательные действия, содействующие развитию силы и выносливости Б) достигаемое при этом утомление активизирует процессы восстановления и адаптации В) в результате повышается эффективность и экономичность дыхания и кровообращения. Г) человек, занимающийся физическими упражнениями, способен выполнить большой объем физической работы за отведенный отрезок времени.
13	Что понимают под закаливанием:	А) купание в холодной воде и хождение босиком Б) приспособление организма к воздействию внешней среды В) сочетание воздушных и солнечных ванн с гимнастикой и подвижными играми Г) укрепление здоровья
14	Во время индивидуальных занятий закаливающими процедурами следует соблюдать ряд правил. Укажите, какой из перечисленных ниже рекомендаций придерживаться не стоит:	А) чем ниже температура воздуха, тем интенсивней надо выполнять упражнение, т.к. нельзя допускать переохлаждения Б) чем выше температура воздуха, тем короче должны быть занятия, т.к. нельзя допускать перегревания организма В) не рекомендуется тренироваться при активном солнечном излучении Г) после занятия надо принять холодный душ
15	Правильное дыхание характеризуется:	А) более продолжительным выдохом Б) более продолжительным вдохом В) вдохом через нос и выдохом через рот Г) ровной продолжительностью вдоха и выдоха
16	При выполнении упражнений вдох не следует делать во время:	А) вращений и поворотов тела Б) наклонах туловища назад В) возвращение в исходное положение после наклона Г) дыхание во время упражнений должно быть свободным, рекомендации относительно времени вдоха и выдоха не нужны
17	Что называется осанкой?	А) качество позвоночника, обеспечивающее хорошее самочувствие и настроение Б) пружинные характеристики позвоночника и стоп В) привычная поза человека в вертикальном положении Г) силуэт человека
18	Правильной осанкой можно считать, если вы, стоя у стены, касаетесь ее:	А) затылком, ягодицами, пятками Б) лопатками, ягодицами, пятками В) затылком, спиной, пятками Г) затылком, лопатками, ягодицами, пятками
19	Соблюдение режима дня способствует укреплению здоровья, потому, что:	А) он обеспечивает ритмичность работы организма Б) он позволяет правильно планировать дела в течение дня В) распределение основных дел осуществляется более или менее стандартно в течение каждого дня Г) он позволяет избегать неоправданных физических напряжений

20	Замена одних видов деятельности другими, регулируема режимом дня, позволяет поддержать работоспособность в течение дня, потому что:	А) это положительно сказывается на физическом и психическом состоянии человека Б) снимает утомление нервных клеток организма В) ритмическое чередование работы с отдыхом предупреждает возникновение перенапряжения Г) притупляется чувство общей усталости и повышает тонус организма
21	Систематические и грамотно организованные занятия физическими упражнениями укрепляют здоровье, так как	А) хорошая циркуляция крови во время упражнений обеспечивает поступление питательных веществ к органам и системам организма Б) повышается возможность дыхательной системы, благодаря чему в организм поступает большее количество кислорода, необходимого для образования энергии В) занятия способствуют повышению резервных возможностей организма Г) при достаточном энергообеспечении организм легче противостоит простудным и инфекционным заболеваниям
22	Почему на уроках физической культуры выделяют подготовительную, основную и заключительную части?	А) так учителю удобнее распределять различные по характеру упражнения Б) это обусловлено необходимость управлять динамикой работоспособности занимающихся. В) выделение частей в уроке требует Министерство образовании России Г) потому, что перед уроком, как правило, ставятся задачи, и каждая часть урока предназначена для решения одной из них
23	Укажите, в какой последовательности должны выполняться в комплексе утренней гимнастикой перечисленные упражнения: 1. Дыхательные. 2. На укрепление мышц и повышение гибкости. 3. Потягивания. 4 бег с переходом на ходьбу. 5. Ходьба с постепенным повышение частоты шагов. 6. Прыжки. 7.Поочередное напряжение и расслабление мышц. 8. Бег в спокойном темпе.	А) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 Б) 7, 5, 8, 6, 2, 3, 2, 1, 4 В) 3, 7, 5, 8, 1, 2, 6, 4 Г) 3, 1, 2, 4, 7, 6, 8, 4
24	Под силой как физическим качеством понимается:	А) способность поднимать тяжелые предметы Б) свойство человека противодействовать внешним силам за счет мышечных напряжений В) свойство человека воздействовать на внешние силы за счет внешних сопротивлений Г) комплекс свойств организма, позволяющих преодолевать внешнее сопротивление либо противодействовать ему.
25	Выберите правильное распределение перечисленных ниже упражнений в занятии по общей физической подготовке. 1. Ходьба или спокойный бег в чередовании с дыхательными упражнениями. 2. Упражнения, постепенно включающие в работу все большее количество мышечных групп. 3. Упражнения на развитие выносливости. 4. Упражнения на развитие быстроты и гибкости. 5. упражнения на развитие силы. 6. Дыхательные упражнения.	А) 1, 2, 5, 4, 3, 6 Б) 6, 2, 3, 1, 4, 5 В) 2, 6, 4, 5, 3, 1 Г) 2,1, 3, 4, 5, 6

26	Основная часть урока по общей физической подготовке отводится развитию физических качеств. Укажите, какая последовательность воздействий на физические качества наиболее эффективна. 1. Выносливость. 2. Гибкость. 3. быстрота. 4. Сила.	А) 1, 2, 3, 4 Б) 2,3,1,4 В) 3, 2, 4, 1 Г) 4,2 ,3, 1
27	Какие упражнения неэффективны при формировании телосложения	А) упражнения, способствующие увеличению мышечной массы Б) упражнения, способствующие снижению массы тела В) упражнения, объединенные в форме круговой тренировки Г) упражнения, способствующие повышению быстроты движений
28	И для увеличения мышечной массы, и для снижения веса тела можно применять упражнения с отягощением. Но при составлении комплексов упражнений для увеличения мышечной массы рекомендуется:	А) полностью проработать одну группу мышц и только затем переходит к упражнениям, нагружающим другую группу мышц Б) чередовать серии упражнений, включающие в работу разные мышечные группы В) использовать упражнения с относительно небольшим отягощением и большим количеством повторений Г) планировать большое количество подходов и ограничивать количество повторений в одном подходе
29	Под быстротой как физическим качеством понимается:	А) комплекс свойств, позволяющих передвигаться с большой скоростью Б) комплекс свойств, позволяющий выполнять работу в минимальный отрезок времени В) способность быстро набирать скорость Г) комплекс свойств, позволяющий быстро реагировать на сигналы и выполнять движения с большой частотой
30	Для развития быстроты используют:	А) подвижные и спортивные игры Б) упражнения в беге с максимальной скоростью на короткие дистанции В) упражнения на быстроту реакции и частоту движений Г) двигательные действия, выполняемые с максимальной скоростью
31	Лучшие условия для развития быстроты реакции создаются во время:	А) подвижных и спортивных игр Б) челночного бега В) прыжков в высоту Г) метаний
32	Под гибкостью как физическим качеством понимается:	А) комплекс морфофункциональных свойств опорно-двигательного аппарата, определяющий глубину наклона Б) способность выполнять упражнения с большой амплитудой за счет мышечных сокращений. В) комплекс свойств двигательного аппарата, определяющих подвижность его звеньев Г) эластичность мышц и связок
33	Как дозируются упражнения на развитие гибкости, т.е. сколько движений следует делать в одной серии:	А) Упражнение выполняется до тех пор, пока не начнет уменьшаться амплитуда движений Б) выполняются 12-16 циклов движения В) упражнения выполняются до появления пота

		Г) упражнения выполняются до появления болевых ощущений
34	Для повышения скорости бега в самостоятельном занятии после разминки рекомендуется выполнять перечисленные ниже упражнения. Укажите их целесообразную последовательность: 1. Дыхательные упражнения. 2. Легкий продолжительный бег. 3. Прыжковые упражнения с отягощением и без них. 4. дыхательные упражнения в интервалах отдыха. 5. Повторный бег на короткие дистанции. 6.Ходьба. 7. Упражнения на частоту движений.	А) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Б) 7, 5, 4, 3, 2, 6, 1 В) 2, 1, 3, 7, 4, 5, 6 Г) 3, 6, 2, 7, 5, 4, 1
35	При развитии гибкости следует стремиться	А) гармоничному увеличению подвижности в основных суставах Б) достижению максимальной амплитуды движений в основных суставах В) оптимальной амплитуде движений в плечевом, тазобедренном, коленом суставах Г) восстановлению нормальной амплитуды движений суставов
36	Под выносливостью как физическим качеством понимается:	А) комплекс свойств, обуславливающий возможность выполнять разнообразные физические нагрузки Б) комплекс свойств, определяющих способность противостоять утомлению В) способность длительно совершать физическую работу, практически не утомляясь Г) способность сохранять заданные параметры работы
37	Выносливость человека не зависит от:	А) функциональных возможностей систем энергообеспечения Б) быстроты двигательной реакции В) настойчивости, выдержки, мужественности, умения терпеть Г) силы мышц
38	При развитии выносливости не применяются упражнения, характерными признаками которых являются:	А) максимальная активность систем энергообеспечения Б) умеренная интенсивность В) максимальная интенсивность Г) активная работа большинства звеньев опорно-двигательного аппарата
39	Техникой физических упражнений принято называть	А) способ целесообразного решения двигательной задачи Б) способ организации движений при выполнении упражнений В) состав и последовательность движений при выполнении упражнений Г) рациональную организацию двигательных действий
40	При анализе техники принято выделять основу, ведущее звено и детали техники. Что понимают под основой (ведущим звеном и деталями техники).	А) набор элементов, характеризующий индивидуальные особенности выполнения целостного двигательного действия Б) состав и последовательность элементов, входящих в двигательное действие В) совокупность элементов, необходимых для решения двигательной задачи

		Г) наиболее важная часть определенного способа решения двигательной задачи
41	В процессе обучения двигательным действиям используют методы целостного или расчлененного упражнения. Выбор метода зависит от	А) возможности расчленения двигательного действия на относительно самостоятельные элементы Б) сложности основы техники В) количества элементов, составляющих двигательное действие Г) предпочтения учителя
42	Процесс обучения двигательному действию рекомендуется начинать с освоения	А) основы техники Б) ведущего звена техники В) подводящих упражнений Г) исходного положения
43	Физкультминутку, как одну из форм занятий физическими упражнениями следует отнести к:	А) урочным формам занятий физическими упражнениями Б) «малым» неурочным формам В) «крупным» неурочным формам Г) соревновательным формам
44	Какой раздел комплексной программы по физическому воспитанию для общеобразовательных школ не является типовым?	А) уроки физической культуры Б) внеклассная работа В) физкультурно-массовые и спортивные мероприятия Г) содержание и организация педагогической практики
45	Измерение ЧСС сразу после пробегания отрезка дистанции следует отнести к одному из видов контроля:	А) оперативному Б) текущему В) предварительному Г) итоговому

Критерии оценивания теста

Оценка за тест определяется простым суммированием баллов за правильные ответы на вопросы: 1 правильный ответ = 2 балл. Максимум 90 баллов.

Результат теста

Тест оценивается на «зачтено», «не зачтено»:

46-90 балла (50-100%) - оценка «зачтено»;

0-44 балла (0-49%) - оценка «не зачтено»;

5. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПРОСА

1. Определение понятий в области физической культуры
2. Понятие «здоровье» и основные его компоненты
3. Факторы, определяющие здоровье человека.
4. Образ жизни и его составляющие.
5. Разумное чередование труда и отдыха, как компонент ЗОЖ.
6. Рациональное питание и ЗОЖ.
7. Отказ от вредных привычек и соблюдение правил личной и общественной гигиены.
8. Двигательная активность — как компонент ЗОЖ.
9. Выполнение мероприятий по закаливанию организма.
10. Физическое самовоспитание и самосовершенствование как необходимое условие реализации мероприятий ЗОЖ.
11. Врачебный контроль как обязательная процедура для занимающихся физической культурой.
12. Самоконтроль — необходимая форма контроля человека за физическим состоянием.

13. Методика самоконтроля физического развития.
14. Самостоятельное измерение артериального давления и частоты сердечных сокращений.
15. Проведение функциональных проб для оценки деятельности сердечно-сосудистой системы.
16. Проведение функциональных проб для оценки деятельности дыхательной системы.
17. Самоконтроль уровня развития физических качеств: быстроты, гибкости, ловкости, силы и выносливости
18. Ведение дневника самоконтроля.
19. Цель и задачи физического воспитания в вузе.
20. Специфические функции физической культуры.
21. Социальная роль и значение спорта.
22. Этапы становления физической культуры личности студента.
23. Понятия физическая культура, физическое воспитание, физическое развитие, физическое совершенство.
24. Реабилитационная физическая культура, виды, краткая характеристика.
25. Разделы учебной программы дисциплины «Физическая культура».
26. Комплектование учебных отделений студентов для организации и проведения занятий по физическому воспитанию.
27. Преимущества спортивно-ориентированной программы дисциплины «Физическая культура» для студентов.
28. Особенности комплектования студентов с различным характером заболеваний в специальном учебном отделении.
29. Зачетные требования по учебной дисциплине «Физическая культура».
30. Формирование двигательного навыка.
31. Устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов.
32. Мотивация и направленность самостоятельных занятий.
33. Утренняя гигиеническая гимнастика.
34. Мотивация выбора видов спорта или систем физических упражнений.
35. Самостоятельные занятия оздоровительным бегом.
36. Самостоятельные занятия атлетической гимнастикой.
37. Особенности самостоятельных занятий женщин.
38. Мотивация и направленность самостоятельных занятий. Утренняя гигиеническая гимнастика.
39. Физические упражнения в течение учебного дня: физкультминутки, физкультпаузы.
40. Самостоятельные тренировочные занятия: структура, требования к организации и проведению.
41. Мотивация выбора видов спорта или систем физических упражнений.
42. Самостоятельные занятия оздоровительным бегом.
43. Самостоятельные занятия атлетической гимнастикой.
44. Особенности самостоятельных занятий женщин.
45. Роль физической культуры в профессиональной деятельности бакалавра и специалиста.
46. Производственная физическая культура, ее цели и задачи.
47. Методические основы производственной физической культуры.
48. Производственная физическая культура в рабочее время.
49. Физическая культура и спорт в свободное время.
50. Профилактика профессиональных заболеваний и травматизма средствами физической культуры.
51. Понятие ППФП, её цель, задачи. Прикладные знания, умения и навыки.
52. Прикладные психические качества.
53. Прикладные специальные качества.
54. Факторы, определяющие содержание ППФП: формы труда, условия труда.
55. Факторы, определяющие содержание ППФП: характер труда, режим труда и отдыха.
56. Дополнительные факторы, определяющие содержание ППФП.
57. Средства ППФП.
58. Организация и формы ППФП в вузе.
59. Понятия общей и специальной физической подготовки.
60. Отличия понятий спортивная подготовка и спортивная тренировка.
61. Стороны подготовки спортсмена.
62. Средства спортивной подготовки.
63. Структура отдельного тренировочного занятия.
64. Роль подготовительной части занятия в тренировочном процессе.
65. Понятие «физическая нагрузка», эффект ее воздействия на организм.
66. Внешние признаки утомления.
67. Виды и параметры физических нагрузок.
68. Интенсивность физических нагрузок.
69. Психофизиологическая характеристика умственной деятельности.
70. Работоспособность: понятие, факторы, периоды
71. Физические упражнения в течение учебного дня для поддержания работоспособности.
72. Бег как самое эффективное средство восстановления и повышения работоспособности.
73. Плавание и работоспособность.
74. Методические принципы физического воспитания, сущность и значение.

75. Принципы сознательности и активности, наглядности в процессе физического воспитания.
76. Принципы доступности и индивидуализации, систематичности и динамичности.
77. Средства физической культуры.
78. Общепедагогические методы физического воспитания.
79. Методы обучения технике двигательного действия.
80. Этапы обучения двигательного действия.
81. Методы развития физических качеств: равномерный, повторный, интервальный.
82. Метод круговой тренировки, игровой и соревновательный методы.
83. Сила как физическое качество, общая характеристика силовых упражнений.
84. Методы развития силы.
85. Выносливость — виды выносливости, особенности развития выносливости.
86. Развитие физических качеств: быстроты, гибкости, ловкости.
87. Понятие «спорт». Его принципиальное отличие от других видов занятий физическими упражнениями.
88. Массовый спорт: понятие, цель, задачи.
89. Спорт высших достижений: понятие, цель, задачи.
90. Студенческий спорт, его организационные особенности.
91. Студенческие спортивные соревнования.
92. Студенческие спортивные организации.
93. Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс «ГТО» (Готов к труду и обороне).

6. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к практическим занятиям физической культурой и спортом

1.1. Планирование, формы и организация самостоятельных занятий

Планирование самостоятельных занятий осуществляется студентами при консультации преподавателей и должно быть направлено на достижение единой цели – сохранение хорошего здоровья, поддержание высокого уровня физической и умственной работоспособности, достижение поставленной задачи.

Существуют три формы самостоятельных занятий:

1. Утренняя физическая гимнастика (УФГ).

2. Упражнения в течение учебного (рабочего) дня.

3. Самостоятельные тренировочные занятия.

1.1.1. Утренняя физическая гимнастика

Выполняется ежедневно. В комплекс УФГ следует включать упражнения для всех групп мышц, упражнения на гибкость и дыхание, бег, бег (прыжковые упражнения).

Не рекомендуется выполнять:

- упражнения статического характера;
- со значительными отягощениями;
- упражнения на выносливость.

При выполнении УФГ рекомендуется придерживаться определенной последовательности выполнения упражнений:

- медленный бег, ходьба (2-3 мин.);
- потягивающие упражнения в сочетании с глубоким дыханием;
- упражнение на гибкость и подвижность для мышц рук, шеи, туловища и ног;
- силовые упражнения без отягощений или с небольшими отягощениями для рук, туловища, ног (сгибание-разгибание рук в упоре лежа, упражнения с легкими гантелями, с эспандерами);
- различные наклоны в положении стоя, сидя, лежа, приседания на од-ной и двух ногах и др.;
- легкие прыжки или подскоки (например, со скалкой) – 20-30 с.;
- упражнения на расслабление с глубоким дыханием.

При составлении комплексов УФГ рекомендуется физиологическую нагрузку на организм повышать постепенно, с максимумом во второй половине комплекса. К концу выполнения комплекса нагрузка снижается и организм приводится в спокойное состояние.

Между сериями из 2-3 упражнений (а при силовых – после каждого) выполняется упражнение на расслабление или медленный бег (20-30с.).

УФГ должна сочетаться с самомассажем и закаливанием организма. Сразу же после выполнения комплекса УФГ рекомендуется сделать самомассаж основных мышечных групп ног, туловища, рук (5-7 мин.) и выполнить водные процедуры с учетом правил и принципов закаливания.

1.1.2. Упражнения в течение учебного дня

Выполняются в перерывах между учебными и самостоятельными занятиями.

Они обеспечивают предупреждение наступающего утомления, способствуют поддержанию высокой работоспособности на длительное время без перенапряжения.

При выполнении этих упражнений следует придерживаться следующих правил:

1. Проводить в хорошо проветренных помещениях или на открытом воздухе.

2. Растягивать и расслаблять мышцы, испытывающие статическую нагрузку.

3. Нагружать неработающие мышцы.

1.1.3. Самостоятельные тренировочные занятия

Можно проводить индивидуально или в группе из 3-5 человек и более. Групповая тренировка более эффективна, чем индивидуальная. Заниматься рекомендуется 3-4 раза в неделю по 1,5 -2 часа. Заниматься менее двух раз в неделю нецелесообразно, т.к. это не способствует повышению уровня тренированности организма. Тренировочные занятия должны носить комплексный характер, т.е. способствовать развитию всего комплекса физических качеств, а также укреплению здоровья и повышению общей работоспособности организма.

Каждое самостоятельное тренировочное занятие состоит из трех частей:

1. Подготовительная часть (разминка) (15-20 мин. для одночасового занятия): ходьба (2-3 мин.), медленный бег (8-10 мин.), общеразвивающие упражнения на все группы мышц, соблюдая последовательность «сверху вниз», затем выполняются специально-подготовительные упражнения, выбор которых зависит от содержания основной части.

2. В основной части (30-40 мин.) изучаются спортивная техника и тактика, осуществляется тренировка развития физических, волевых качеств. При выполнении упражнений в основной части занятия необходимо придерживаться следующей последовательности:

После разминки выполняются упражнения, направленные на изучение и совершенствование техники, и упражнения на быстроту, затем упражнения для развития силы и в конце основной части занятия – для развития выносливости.

3. В заключительной части (5-10 мин.) выполняются медленный бег (3-8 мин.), переходящий в ходьбу (2-6 мин.), упражнения на расслабление в сочетании с глубоким дыханием, которые обеспечивают постепенное снижение тренировочной нагрузки и приведение организма в сравнительно спокойное состояние.

1.1.4. Методика самостоятельных тренировочных занятий

Методические принципы, которыми необходимо руководствоваться при проведении самостоятельных тренировочных занятий, следующие:

- принцип сознательности и активности предполагает углубленное изучение занимающимися теории и методики спортивной тренировки, осознанное отношение к тренировочному процессу, понимание целей и задач занятий, рациональное применение средств и методов тренировки в каждом занятии, учет объема и интенсивности выполняемых упражнений и физических нагрузок, умение анализировать и оценивать итоги тренировочных занятий;

- принцип систематичности требует непрерывности тренировочного процесса, рационального чередования физических нагрузок и отдыха, преемственности и последовательности тренировочных нагрузок от занятия к занятию. Эпизодические занятия или занятия с большими перерывами (более 4-5 дней) неэффективны и приводят к снижению достигнутого уровня тренированности;

- принцип доступности и индивидуализации обязывает планировать и включать в каждое тренировочное занятие физические упражнения, по своей сложности и интенсивности доступные для выполнения занимающимися. При определении содержания тренировочных занятий

необходимо соблюдать правила: от простого – к сложному, от легкого – к трудному, от известного – к неизвестному, а также осуществлять учет индивидуальных особенностей занимающихся: пол, возраст, физическую подготовленность, уровень здоровья, волевые качества, трудолюбие, тип высшей нервной деятельности и т.п. Подбор упражнений, объем и интенсивность тренировочных нагрузок нужно осуществлять в соответствии с силами и возможностями организма занимающихся;

- принцип динамичности и постепенности определяет необходимость повышения требований к занимающимся, применение новых, более сложных физических упражнений, увеличение тренировочных нагрузок по объему и интенсивности. Переход к более высоким тренировочным нагрузкам должен проходить постепенно с учетом функциональных возможностей и индивидуальных особенностей занимающихся.

Если в тренировочных занятиях был перерыв по причине болезни, то начинать занятия следует после разрешения врача при строгом соблюдении принципа постепенности. Вначале тренировочные нагрузки значительно снижаются и постепенно доводятся до занимающегося в тренировочном плане уровня.

Все выше перечисленные принципы находятся в тесной взаимосвязи. Это различные стороны единого, целостного повышения функциональных возможностей занимающихся.

1.1.5. Особенности самостоятельных занятий для женщин

Организм женщины имеет анатомо-физиологические особенности, которые необходимо учитывать при проведении самостоятельных занятий физическими упражнениями или спортивной тренировки. В отличие от мужского, у женского организма менее прочное строение костей, ниже общее развитие мускулатуры тела, более широкий тазовый пояс и мощнее мускулатура тазового дна. Для здоровья женщины большое значение имеет развитие мышц брюшного пресса, спины и тазового дна. От их развития зависит нормальное положение внутренних органов. Особенно важно развитие мышц тазового дна.

Одной из причин недостаточного развития этих мышц у студенток и работниц умственного труда является малоподвижный образ жизни. При положении сидя мышцы тазового дна не противодействуют внутрибрюшному давлению и растягиваются от тяжести лежащих над ними органов. В связи с этим мышцы теряют свою эластичность и прочность, что может привести к нежелательным изменениям положения внутренних органов и к ухудшению их функциональной деятельности.

Ряд характерных для организма женщины особенностей имеется и в деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной и других систем. Все это выражается более продолжительным периодом восстановления организма после физической нагрузки, а также более быстрой потерей состояния тренированности при прекращении тренировок.

Особенности женского организма должны строго учитываться в организации, содержании, методике проведения самостоятельных занятий. Подбор физических упражнений, их характер и интенсивность должны соответствовать физической подготовленности, возрасту, индивидуальным возможностям студенток. Необходимо исключать случаи форсирования тренировок для того, чтобы быстро достичь высоких результатов. Разминку следует проводить более тщательно и более продолжительно, чем при занятиях мужчин. Рекомендуется остерегаться резких сотрясений, мгновенных напряжений и усилий, например, при занятиях прыжками и в упражнениях с отягощением. Полезны упражнения, в положении сидя, и лежа на спине с подниманием, отведением, приведением и круговыми движениями ног, с подниманием ног и таза до положения «березка», различного рода приседания.

Даже для хорошо физически подготовленных студенток рекомендуется исключить упражнения, вызывающие повышение внутрибрюшного давления и затрудняющие деятельность органов брюшной полости и малого таза. К таким упражнениям относятся прыжки в глубину, поднимание больших тяжестей и другие, сопровождающиеся задержкой дыхания и натуживанием.

При выполнении упражнений на силу и быстроту движений следует более постепенно увеличивать тренировочную нагрузку, более плавно доводить ее до оптимальных пределов, чем при занятиях мужчин.

Упражнения с отягощениями применяются с небольшими весами, сериями по 8-12 движений с вовлечением в работу различных мышечных групп. В интервалах между сериями выполняются упражнения на расслабление с глубоким дыханием и другие упражнения, обеспечивающие активный отдых.

Функциональные возможности аппарата кровообращения и дыхания у девушек и женщин значительно ниже, чем у юношей и мужчин, поэтому нагрузка на выносливость для девушек и женщин должна быть меньше по объему и повышаться на более продолжительном отрезке времени.

Женщинам при занятиях физическими упражнениями и спортом следует особенно внимательно осуществлять самоконтроль. Необходимо наблюдать за влиянием занятий на течение овариально-менструального цикла и характер его изменения. Во всех случаях неблагоприятных отклонений необходимо обращаться к врачу.

Женщинам противопоказаны физические нагрузки, спортивная тренировка и участие в спортивных соревнованиях в период беременности. После родов к занятиям физическими упражнениями и спортом рекомендуется приступать не ранее чем через 8-10 месяцев.

1.2. Самоконтроль занимающихся за состоянием своего организма

Данные самоконтроля записываются в дневник, они помогают контролировать и регулировать правильность подбора средств, методику проведения учебно-тренировочных занятий. У отдельных занимающихся количество показателей самоконтроля в дневнике и порядок записи могут быть различными, но одинаково важно для всех правильно оценивать отдельные показатели, лаконично фиксировать их в дневнике.

В дневнике самоконтроля рекомендуется регулярно регистрировать:

- субъективные данные (самочувствие, сон, аппетит, болевые ощущения);

- объективные данные (частота сердечных сокращений (ЧСС), масса тела, тренировочные нагрузки, нарушения режима, спортивные результаты).

Субъективные данные:

Самочувствие - отмечается как хорошее, удовлетворительное или плохое. При плохом самочувствии фиксируется характер необычных ощущений.

Сон - отмечается продолжительность и глубина сна, его нарушения (трудное засыпание, беспокойный сон, бессонница, недосыпание и др.).

Аппетит - Отмечается как хороший, удовлетворительный, пониженный и плохой. Различные отклонения состояния здоровья быстро отражаются, поэтому его ухудшение, как правило, является результатом переутомления или заболевания.

Болевые ощущения - фиксируются по месту их локализации, характеру (острые, тупые, режущие и т.п.) и силе проявления.

Объективные данные:

ЧСС – важный показатель состояния организма. Его рекомендуется подсчитывать регулярно, в одно и то же время суток, в покое. Лучше всего утром, лежа, после пробуждения, а также до тренировки (за 3-5 мин) и сразу после спортивной тренировки.

Нормальными считаются следующие показатели ЧСС в покое:

- мужчины (тренированные/не тренированные) 50-60/70-80;

- женщины (тренированные/не тренированные) 60-70/75-85.

С увеличением тренированности ЧСС понижается.

Интенсивность физической нагрузки также определяться по ЧСС, которая измеряется сразу после выполнения упражнений.

При занятиях физическими упражнениями рекомендуется придерживаться следующей градации интенсивности:

- малая интенсивность – ЧСС до 130 уд/мин. При этой интенсивности эффективного воспитания выносливости не происходит, однако создаются предпосылки для этого, расширяется

сеть кровеносных сосудов в скелетных мышцах и в сердечной мышце (целесообразно применять при выполнении разминки);

- средняя интенсивность от 130 до 150 уд/мин.;
- большая интенсивность – ЧСС от 150 до 180 уд/мин. В этой тренировочной зоне интенсивности к аэробным механизмам подключаются анаэробные механизмы энергообеспечения, когда энергия образуется при распаде энергетических веществ в условиях недостатка кислорода;
- предельная интенсивность – ЧСС 180 уд/мин. и больше. В этой зоне интенсивности совершенствуются анаэробные механизмы энергообеспечения.

Существенным моментом при использовании ЧСС для дозирования нагрузки является ее зависимость от возраста.

Известно, что по мере старения уменьшается возможность усиления сердечной деятельности за счет учащения сокращения сердца во время мышечной работы. Оптимальную ЧСС с учетом возраста при продолжительных упражнениях можно определить по формулам:

- для начинающих: ЧСС (оптимальная) = 170 – возраст (в годах)
- для занимающихся регулярно в течении 1-2 лет:
- ЧСС (оптимальная) = 180 – возраст (в годах)

Зависимость максимальной величины ЧСС от возраста при тренировке на выносливость можно определить по формуле:

- ЧСС (максимальная) = 220 – возраст (в годах)

Например, для занимающихся в возрасте 18 лет максимальная ЧСС будет равна 220-18=202 уд/мин.

Важным показателем приспособленности организма к нагрузкам является скорость восстановления ЧСС сразу после окончания нагрузки. Для этого определяется ЧСС в первые 10 секунд после окончания нагрузки, пересчитывается на 1 мин. и принимается за 100%. Хорошей реакцией восстановления считается:

- снижение через 1 мин. на 20%;
- через 3 мин. – на 30%;
- через 5 мин. – на 50%,
- через 10 мин. – на 70 – 75%. (отдых в виде медленной ходьбы).

Масса тела должна определяться периодически (1-2 раза в месяц) утром натощак, на одних и тех же весах. В первом периоде тренировки масса обычно снижается, а затем стабилизируется и в дальнейшем за счет прироста мышечной массы несколько увеличивается. При резком снижении массы тела следует обратиться к врачу.

Тренировочные нагрузки в дневник самоконтроля записываются коротко, вместе с другими показателями самоконтроля они дают возможность объяснить различные отклонения в состоянии организма.

Спортивные результаты показывают, правильно ли применяются средства и методы тренировочных занятий. Их анализ может выявить дополнительные резервы для роста физической подготовленности и спортивного мастерства.

В процессе занятий физическими упражнениями рекомендуется периодически оценивать уровень своего физического развития и физической (функциональной) подготовленности.

1.2.1. Оценка физического развития

Проводится с помощью антропометрических измерений: рост стоя и сидя, масса тела, окружность грудной клетки, жизненная емкость легких (ЖЁЛ) и сила кисти сильнейшей руки, которые дают возможность определить:

- уровень и особенности физического развития;
- степень его соответствия полу и возрасту;
- имеющиеся отклонения;
- улучшение физического развития под воздействием занятий физическими упражнениями.

Применяются следующие антропометрические индексы:

- Весо-ростовой показатель
- ВРП= масса тела (грамм.)/длина тела (см.)

Хорошая оценка:
- для женщин 360-405 г/см.;
- для мужчин 380-415 г/см.

Индекс Брока

Оптимальная масса тела для людей ростом от 155 до 165 см. равна длине тела в сантиметрах минус 100. При росте 165-175 см. вычитают 105, при росте более 175 см. – 110.

Силовой показатель (СП)

Показывает соотношение между массой тела и мышечной силой. Обычно, чем больше мышечная масса, тем больше сила. Силовой показатель определяется по формуле и выражается в процентах:

$$\frac{\text{сила (кг)}}{\text{общая масса тела (кг)}} \times 100$$

Для сильнейшей руки:
- для мужчин - 65-80%
- для женщин - 48-50%.

1.2.2. Оценка функционального состояния (подготовленности)

Определение резервных возможностей организма

Осуществляется с помощью физиологических проб сердечно-сосудистой (ССС) и дыхательной (ДС) систем.

Общее требования:

1. Проводить в одно и то же время суток.
2. Не ранее чем через 2 часа после приема пищи.
3. При температуре 18-20 градусов, влажности менее 60%.

Функциональная проба с приседанием

Проверяемый отдыхает стоя 3 мин., на 4-й мин. подсчитывается ЧСС за 15 с. с пересчетом на 1 мин. (исходная частота). Далее выполняется 20 приседаний за 40 с., поднимая руки вперед. Сразу после приседаний подсчитывается ЧСС в течение первых 15 с. с пересчетом на 1 мин. Определяется увеличение ЧСС после приседаний сравнительно с исходной в процентах.

Оценка:
- отлично – до 20%;
- хорошо – 20-40%;
- удовлетворительно – 40-65%;
- плохо – 66-75%;
- более 75%.

Ортостатическая проба

Применяется для оценки сосудистого тонуса.

Отдых 5 минут в положении лежа, подсчитывают ЧСС в положении лежа за 1 мин. (исходная ЧСС), после чего занимающийся встает, и снова подсчитывает пульс за 1 мин.

Оценка:
- «хорошо» - не более 11 ударов (чем меньше разница, тем лучше);
- «удовлетворительно» - от 12 до 18 ударов (потливость);
- «неудовлетворительно» - более 19 ударов (потливость, шум в ушах).

Проба Штанге (задержка дыхания на вдохе),

проба Генча (задержка дыхания на вдохе)

Оценивается устойчивость организма к недостатку кислорода, а также общий уровень тренированности.

После 5 мин. отдыха сидя, сделать 2-3 глубоких вдоха и выдоха, затем сделать полный вдох (выдох) и задержать дыхание. Отмечается время от момента задержания дыхания до ее прекращения.

Оценка	Юноши	Девушки
Отлично	90 сек	80 сек
Хорошо	80-89 сек	70-79 сек
Удовлетворительно	50-79 сек	40-69 сек
Неудовлетворительно	50 и ниже	40 и ниже

Проба Генча

Оценка	Юноши	Девушки
Отлично	45 сек	35 сек
Хорошо	40-44 сек	30-34 сек
Удовлетворительно	30-39 сек	20-29 сек
Неудовлетворительно	30 и ниже	20 и ниже

С нарастанием тренированности время задержания дыхания возрастает, при снижении или отсутствии тренированности – снижается.

Самоконтроль прививает занимающимся грамотное и осмысленное отношение к своему здоровью и к знаниям физической культурой и спортом, имеет большое воспитательное значение.

2. Другие виды самостоятельной работы

2.1. Самостоятельная подготовка к сдаче обязательных тестов оценки общей физической подготовленности

2.1.1 Тест на скоростно-силовую подготовленность (бег на 100 метров)

Нормативы:

- у студенток нормативы в беге на 100 метров следующие: 15.7 сек - 5 очков; 16,0 - 4; 17,0 -3; 17,9 - 2; 18,7 - 1.

- студенты должны показать результаты в следующих пределах: 13,2 сек - 5 очков; 13,8 - 4; 14,0 - 3; 14,3 - 2; 14,6 - 1.

2.1.2. Техника выполнения упражнения

При анализе бега на 100 м. принято выделять следующие основные фазы:

- старт и стартовый разгон;
- бег по дистанции;
- финиширование.

Старт и стартовый разгон

Существует два вида старта: низкий и высокий. Экспериментальные данные показывают, что новичкам и спортсменам 2-го разряда лучше применять высокий старт. Такая закономерность наблюдается до результата 11,4-11,6 с. и объясняется технической сложностью низкого старта. Поэтому следует ограничиться только овладением техникой высокого старта.

По команде «На старт» занимающийся подходит к стартовой линии, ставит сильнейшую (толчковую ногу) вплотную к линии, маховая нога располагается на 1,5-2 стопы назад на носок, расстояние между ними 15-20 см. Туловище выпрямлено, руки опущены, вес тела распределяется равномерно на обе ноги.

По команде «Внимание» вес тела переносится на впереди согнутую стоящую ногу, разноименная рука вперед. Проекция плеч находится за стартовой линией на расстоянии 5-8 см. Взгляд направлен вперед - вниз.

По команде «Марш» бегун мощно разгибает толчковую ногу и стремится максимально быстро вынести маховую ногу вперед с постановкой ее сверху вниз на дорожку. Руки работают максимально активно, плечевой пояс не закрепощен, кисти расслаблены. Стартовый разгон характеризуется постепенным увеличением длины шагов, уменьшением наклона туловища и приближением стоп к средней линии.

Бег по дистанции

Перед бегущим стоит задача удержать развитую горизонтальную скорость до финиша. Этому будет способствовать сохранение длины и частоты шагов.

Во время бега маховая нога ставится с носка спереди проекции общего центра тяжести тела (ОЦТТ) сверху вниз. Взаимодействие маховой ноги с грунтом называется передним толчком. Задний толчок выполняется мощным разгибанием бедра и сгибанием стопы. Голова держится прямо. Руки согнуты (угол сгибания в локтевых суставах примерно 90 град.).

При движении руки вперед кисть поднимается до уровня плеч. Назад рука отводится до «отказа» и угол сгибания в локтевом суставе увеличивается. Пальцы рук слегка согнуты.

Финиширование

Наклон туловища увеличивается. На последних метрах дистанции необходимо стремиться не потерять свободы движений и пробегать финиш без снижения скорости.

2.1.3. Методы самостоятельной тренировки

- Повторный метод - повторное выполнение упражнений с около-предельной и предельной скоростью. Отдых продолжается до восстановления. Упражнения повторяются до тех пор, пока скорость не начнет снижаться.

- Переменный метод - когда пробегаются дистанции, например, с варьированием скорости и ускорения. Цель - исключить стабилизацию скорости («скоростной барьер»).

- Соревновательный метод - предполагает выполнение упражнений на быстроту в условиях соревнований. Эмоциональный подъем на соревнованиях способствует мобилизации на максимальные проявления быстроты, позволяет выйти на новый рубеж скорости.

2.1.4. Средства тренировки быстроты

Частоту движений, а вместе с ней и быстроту циклических движений развивают с помощью упражнений, которые можно выполнять с максимальной скоростью, а также с помощью скоростно-силовых упражнений для ациклических движений. При этом упражнения должны отвечать следующим требованиям:

- техника упражнений должна обеспечивать выполнение движений на предельных скоростях;

- упражнения должны быть хорошо освоены, чтобы не требовалось волевого усилия для их выполнения;

- продолжительность упражнений должна быть такой, чтобы скорость не снижалась вследствие утомления - 20-22 с.

Основным средством отработки бега по дистанции является бег с максимальной скоростью. Такой бег выполняется 5-6 раз по 30-40 метров. В тренировке можно чередовать бег в обычных, облегченных (с горки, угол 4-5 град.) и затрудненных (в горку или с сопротивлением) условиях.

Для развития скоростной выносливости рекомендуется пробегать большую дистанцию (120-150 м), когда очередная пробежка начинается при пульсе 120 уд/мин.

Для тренировки в беге на 100 метров следует использовать кроссы (6 км, 30 мин), повторный бег на отрезках 200 м в 3/4 силы. Спортивные игры (баскетбол, футбол) также приносят пользу в развитии быстроты.

Можно рекомендовать и упрощенную методику, обеспечивающую минимально необходимый уровень подготовленности:

- повторный метод - в одном занятии 3-4 пробегания по 20-30 метров с максимальной скоростью и интервалами отдыха для восстановления пульса до 110-120 уд/мин;

- переменный метод - пробегание 2-х отрезков по 30 метров с максимальной скоростью и последующим переходом на спокойный бег 150--200 метров. Выполняется 3-4 подхода.

Для ощутимого сдвига в подготовленности такие тренировки рекомендуется проводить 3-4 раза в неделю.

2.1.5. Подготовка и сдача контрольного норматива

При подготовке к сдаче бега на 100 метров следует учитывать общие требования по питанию при занятиях физическими упражнениями:

1. По времени - прием пищи не менее чем за 2-3 часа.

2. По составу - не есть тяжелой пищи (мясо, яйца, масло, молочные продукты, жирную, долго перевариваемую пищу).

Не рекомендуется выходить на старт с переполненным желудком.

Непосредственно перед сдачей норматива необходимо провести разминку с использованием специальных упражнений:

1. Бег с высоким подниманием бедра.
2. Бег с «захлестыванием» голеней назад.
3. Семенящий бег.
4. Прыжки с ноги на ногу (шаги).
5. Бег в упоре стоя у гимнастической стенки.
6. Бег с ускорением с высокого старта с подачей стартовых команд (2-3 ускорения по 10-15 метров).

Разминка заканчивается за 10 минут до старта.

Непосредственно перед стартом нельзя отдыхать лежа, сидя, необходимо постоянно находиться в движении (прохаживаться, выполнять упражнения на растяжку). Частота сердечных сокращений непосредственно перед стартом должна быть 110 – 120 уд/мин.

Психологическая подготовка заключается в мысленном «прокручивании» в голове этапов преодоления дистанции: старта, стартового разбега, бега по дистанции, финиширования с концентрацией внимания на технике выполнения каждого этапа.

При выполнении теста не разрешается:

- наступать на линию старта (стартовая линия входит в дистанцию);
- перебегать на соседние дорожки.

2.2. Тест на силовую подготовленность для женщин

(поднимание (сед) и опускание туловища из положения лежа, ноги закреплены, руки за головой)

Нормативы: 60 раз - 5 очков, 50 - 4, 40 - 3, 30 - 2, 20 - 1.

Это упражнение используется для оценки развития мышц живота (брюшного пресса).

О мышцах брюшного пресса следует сказать особо. Эта группа мышц участвует в большинстве движений. Она создает хороший «мышечный корсет», охватывающий брюшную полость и способствующий нормальному функционированию внутренних органов, что положительно влияет на состояние здоровья.

2.2.1. Техника выполнения упражнения

И.п. (исходное положение) – лежа на спине, ноги согнуты в коленях, стопы прижаты к полу, руки в замок за головой, локти разведены.

Это силовое упражнение состоит из 4-х фаз:

- поднимание туловища;
- фиксация его в вертикальном положении;
- опускание;
- пауза в горизонтальном положении.

Голова держится прямо, локти в стороны, дыхание ритмично.

2.3. Тест на силовую подготовленность для мужчин (подтягивание на перекладине)

Учебной программой по физической культуре предусмотрено тестирование студентов для определения уровня их силового развития. Нормативы следующие: 15 раз - 5 очков, 12 - 4, 9 - 3, 7 - 2, 5 - 1;

2.3.1. Техника выполнения упражнения

Каждый цикл подтягивания в висе на перекладине включает:

- исходное положение - вис на вытянутых руках хватом сверху (большими пальцами внутрь);
- подъем до пересечения подбородком линии перекладины;
- опускание в исходное положение.

При выполнении теста разрешается сгибание, разведение ног, запрещаются рывковые движения туловищем и руками, хлестовые движения ногами. Выполнение засчитывается только при полном выпрямлении рук в локтевых суставах.

Наиболее экономично подтягивание при хвате рук на ширине плеч. Если кисти рук расположены ближе друг к другу, то положение тела становится менее устойчивым и отклонения придется компенсировать за счет дополнительных мышечных усилий, что будет увеличивать энерготраты и снижать результат. Возрастают энерготраты и при широком хвате (шире плеч). Это связано с тем, что для фиксации лопаток при широком хвате требуется большая, чем при хвате на ширине плеч, сила мышц, приближающих лопатки к позвоночному столбу.

Опускание в вис (в исходное положение) после подтягивания должно выполняться спокойно. Дыхание не задерживается.

2.3.2. Методы развития силы

На практике распространены следующие методы силовой подготовки:

- метод максимальных усилий;
- метод повторных усилий;
- метод динамических усилий.

Согласно методу максимальных усилий выполнение упражнений организуется таким образом, чтобы занимающийся смог подтянуться 1-3 раза в одном подходе (при условии, что он способен самостоятельно подтянуться как минимум 2-3 раза). Такое достигается за счет применения дополнительного внешнего отягощения. Делается 5-6 подходов с перерывами 2-4 минуты.

По методу повторных усилий подтягивания в одном подходе выполняются до «отказа». Если занимающийся имеет максимальный индивидуальный показатель 10-15 подтягиваний и более, то следует применять отягощение весом 30-70% от максимального. Например, занимающийся может подтянуться 1 раз с максимальным отягощением 10 кг. Значит, для тренировки по методу повторных усилий следует подобрать вес отягощения 3-7 кг. Выполняется 3-6 подходов с отдыхом между ними 2-4 мин.

Разнообразить упражнения можно, применяя метод динамических усилий. Если занимающийся легко выполняет 10-15 подтягиваний, то следует применять отягощения до 30% от максимального. В одном подходе 10-15 повторений. Темп - максимально быстрый. Всего 3-6 подходов. Во время отдыха следует добиваться наиболее полного восстановления, чтобы в следующем подходе выполнить упражнение без существенной потери скорости.

Сравнивая динамический и статический методы развития силы, необходимо отметить следующее:

- При динамическом режиме работы мышц происходит достаточное кровоснабжение. Мышца функционирует как насос - при расслаблении наполняется кровью и получает кислород и питательные вещества.

- Во время статического усилия мышца постоянно напряжена и непрерывно давит на кровеносные сосуды. В результате она не получает кислород и питательные вещества. Это ограничивает продолжительность работы мышц.

2.4. Тест на общую выносливость - бег 2000 и 3000 метров

Нормативы:

- студентки - бег 2000 метров - 10 мин.15 сек. - 5 очков; 10.50 - 4; 11.15 - 3; 11.50 - 2; 12.15 - 1;

- студенты - бег 3000 метров - 12.00 - 5; 12.35 - 4; 13.10 - 3; 13.50 - 2; 14.00 - 1.

2.4.1. Техника бега на длинные дистанции

Бег на средние и длинные дистанции начинается с высокого старта. По команде «На старт!» бегун ставит у линии более сильную ногу, а другую отставляет назад на носок (на 30 – 50 см), немного сгибает ноги, туловище наклоняет вперед и тяжесть тела переносит на впереди стоящую ногу. По команде «Марш!» бегун начинает бег, делая первые шаги в большом наклоне, который постепенно уменьшается. Длина шагов увеличивается, бег ускоряется, бегун набирает скорость и в короткое время переходит к свободному бегу на дистанции. Бег на дистанции. Во

время бега на дистанции туловище вертикально или слегка наклонено вперед (5-7°). Небольшой наклон туловища вперед позволяет лучше использовать силы отталкивания и быстрее продвигаться вперед. Слишком большой наклон приводит к «падающему» бегу, при котором труднее выносить вперед согнутую ногу, в связи с чем уменьшается длина шага, а следовательно, и скорость бега. Кроме того, при большом наклоне постоянно напряжены мышцы, удерживающие туловище от увеличивающегося наклона. Отсутствие наклона ухудшает условия отталкивания, однако улучшает возможность выноса вперед согнутой в коленном суставе свободной ноги. При правильном положении туловища создаются благоприятные условия для работы мышц и внутренних органов. Наклон туловища у бегунов изменяется в пределах 2-3°: увеличивается к моменту отталкивания и уменьшается в полетной фазе. Положение головы существенно влияет на положение туловища. Надо держать голову прямо и смотреть вперед. В фазе отталкивания таз подается вперед, что является важной особенностью техники бега на длинные дистанции и позволяет полнее использовать силу реакции опоры. В технике бега на длинные дистанции важнее всего движения ног. Нога, немного согнутая, ставится на грунт упруго и эластично с передней части стопы, а затем касается его всей стопой. Постановка ноги на переднюю часть стопы позволяет эффективнее использовать эластические свойства мышц голени, активно участвующие в отталкивании. Следы стоп на дорожке у бегунов находятся на одной линии, носки почти не разворачиваются в стороны. Эффективное отталкивание характеризуется выпрямлением ноги во всех суставах. Угол отталкивания в беге на средние дистанции примерно равен 50-55°. При правильном отталкивании таз подан вперед, голень маховой согнутой ноги параллельна бедру толчковой ноги. Быстрый вынос маховой ноги вперед облегчает отталкивание. Бегуны на длинные дистанции меньше поднимают бедро маховой ноги вверх, чем бегуны на средние и короткие дистанции. Длина шага на длинные дистанции не постоянна даже у одних и тех же бегунов. Колебания зависят от наступившего утомления, неравномерности пробегания отдельных участков дистанции, качества беговой дорожки, ветра и состояния бегуна. Обычно шаг с сильнейшей ноги на несколько сантиметров больше, чем шаг со слабейшей ноги. Длина шага равна 160 – 215 см. Повышение скорости бега за счет увеличения длины шага ограничено, так как слишком длинный шаг требует очень больших затрат сил. Кроме того, длина шага в основном зависит от индивидуальных данных бегуна. Поэтому скорость бега повышают за счет увеличения частоты шагов, которая зависит от тренированности бегуна. Движения плечевого пояса и рук связаны с движениями ног. Выполнять их надо легко, не напряженно. Это во многом зависит от умения расслаблять мышцы плечевого пояса. Движения рук помогают бегуну сохранять равновесие тела во время бега. Амплитуда движения рук зависит от скорости бега. Кисти при движении вперед не пересекают средней линии тела и поднимаются примерно до уровня ключицы. При движении рук назад кисти доходят до задней линии туловища (если смотреть на бегуна сбоку). Руки двигаются маятникообразно, пальцы рук свободно сложены, предплечья не напряжены, плечи не поднимаются вверх. При финишировании, длина которого зависит от дистанции и оставшихся сил бегуна, движения руками делаются быстрее, наклон тела увеличивается, а угол отталкивания уменьшается. Спортсмен переходит на скоростной бег, при котором скорость повышается главным образом за счет увеличения частоты шагов. К концу дистанции вследствие утомления некоторые бегуны наклоняют туловище назад. Такое положение туловища не способствует эффективности бега, так как усилия отталкивания направляются больше вверх. Техника бега на вираже имеет некоторые особенности: туловище немного наклонено влево, к бровке, правая рука движется несколько размашистей левой, причем правый локоть дальше отводится в сторону, а правая стопа ставится с некоторым поворотом внутрь. Ритм дыхания зависит от индивидуальных особенностей и скорости бега (с увеличением скорости бега увеличивается и частота дыхания). Бегун не должен задерживать дыхание. Дышать следует одновременно через нос и полуоткрытый рот, при этом важно следить за полным выдохом.

2.4.3. Возможные ошибки и осложнения в ходе проведения самостоятельных тренировок

В некоторых случаях тренировка может стать причиной различных осложнений, включая травмы опорно-двигательного аппарата.

Основная причина травматизма опорно-двигательного аппарата - перенапряжение. Слишком быстрое увеличение тренировочных нагрузок является чрезмерным для детренированных мышц, связок и суставов. К дополнительным факторам, способствующим повреждению опорно-двигательного аппарата, можно отнести:

- бег по твердому грунту;
- избыточную массу тела;
- обувь, не пригодную для бега;
-грубые ошибки в технике.

Следовательно, меры по профилактике травм должны быть направлены на устранение или ослабление воздействия этих факторов:

- Во время кроссового бега часто болит в правом боку (печень), либо в левом боку (селезенка). Печень важный орган в жизнедеятельности нашего организма (синтез жиров и углеводов, обмен белков и витаминов) является кровяным депо. Так вот в результате переполнения кровью печени возникают колики. Глубокое дыхание снижает приток крови к правому предсердию, уменьшает болевые ощущения. Бег не надо прекращать, необходимо снизить скорость передвижения и стараться дышать глубже.

- В процессе тренировок после значительного перерыва (отдыха) или при резком увеличении нагрузок могут появляться боли в мышцах, как правило, на другой день. Во время физической работы в организме образуются продукты распада, часть которых выводится из организма через мочевыделительную систему, а другая часть, в том числе, молочная кислота задерживается в мышечных тканях. Чтобы избавиться от нее, необходимо мышцу непосредственно после физической нагрузки заставить растянуться (с помощью упражнений на растяжение), а на следующий день выполнять какую-либо физическую работу, т.е. сокращаться. Эти меры помогут ускорить вывод молочной кислоты из мышц. Боли могут длиться несколько дней и если не предпринимать никаких мер, мышца теряет эластичность, становиться твердой. В этом случае могут помочь: массаж, банные процедуры, применение согревающих мазей и гелей.

- При выполнении напряженной физической работы длительное время, например, кроссовый бег, возникают такие состояния, которые получили название «мертвая точка» и «второе дыхание». Уже через некоторое время бега в организме начинаются изменения, которые заставляют нас прекратить мышечную деятельность. Такое временное снижение работоспособности получило название «мертвая точка». Механизм возникновения такого состояния недостаточно изучен. Предполагают, что он обусловлен временным нарушением деятельности скелетных мышц и органов, обеспечивающих доставку кислорода в организм. Эти нарушения приводят к изменениям в работе нервных центров, что, в свою очередь, приводит к нарушениям в работе отдельных физиологических систем. Время возникновения и продолжительность этого состояния зависит от многих факторов, в частности от длительности и интенсивности физической нагрузки (например, при беге на 5-10 км и более возникает через 5-6 мин бега), от тренированности. Чем лучше тренирован человек, тем позже возникает это состояние и протекает менее тяжело (почти незаметно). Преодоление этого состояния требует значительного волевого усилия. В процессе проведения учебных и тренировочных занятий необходимо приучать себя преодолевать это неприятное ощущение, возникающее при кислородной недостаточности и накоплении продуктов кислотно-щелочного распада при обмене веществ. Наступлению «второго дыхания» способствуют усиленные дыхательные упражнения, глубокие выдохи, освобождающие организм от накопившейся углекислоты, что способствует наступлению кислотно-щелочного баланса в организме. Преодолеть состояние «мертвой точки» можно, если снизить интенсивность физической нагрузки, но это нежелательно, т.к. не будет адаптации организма к такого рода деятельности.

- При занятиях физическими упражнениями могут возникнуть отклонения в деятельности сердца - учащенное сердцебиение. Оно может быть следствием стенокардии, ссоры, неурядицы в быту, семье, боязни, страха, дистрофий миокарда. Возникновение болей - сигнал опасности, в этих случаях необходимо прекратить занятия и обратиться к врачу.

- Существует состояние, называемое гравитационным шоком. Часто возникает при внезапной остановки после относительно интенсивного бега (чаще после финиша) в связи с прекращением действия «мышечного насоса». Большая масса крови застаивается в раскрытых капиллярах и венах мышц нижних конечностей, на периферии. Возникает анемия (обескровливание) мозга, недостаточное снабжение его кислородом. Появляется резкое побледнение, слабость, головокружение, тошнота, потеря сознания, исчезновение пульса. Пострадавшего необходимо уложить на спину, поднять вверх ноги (выше головы), обеспечив отток венозной крови к сердцу, улучшив снабжение головного мозга кислородом, поднести к носу ватку смоченную нашатырным спиртом. Основная профилактика гравитационного шока - исключение внезапной остановки, постепенное замедление бега.

- Гипогликемическое состояние - следствие недостаточного количества в организме сахара, нарушение углеводного обмена в результате длительной физической нагрузки. Ощущается сильный голод, головокружение, иногда потеря сознания. Профилактика – легко усваиваемые углеводы до начала длительной физической нагрузки (немного сахара, меда и т.п.) или специальные питательные смеси.

- Солнечный и тепловой удары - возникают при длительной работе под действием солнечных лучей на обнаженную голову или тело. Тепловой удар - остро развивающееся болезненное состояние, обусловленное перегреванием организма. Его признаками являются: усталость, головная боль, слабость, боли в ногах, спине, тошнота, шум в ушах, повышение температуры, потемнение в глазах, ухудшение дыхания (прерывистое), потеря сознания.

Первая помощь: пострадавшего поместить в прохладное место, снять одежду, приподнять голову, охладить область сердца (холодный компресс), напоить. Дать понюхать нашатырный спирт, сердечные средства. При нарушении дыхания сделать искусственное дыхание.

При обморожениях на охлажденном участке вначале чувствуется легкое пощипывание, затем чувствительность теряется. Особенно поддаются ему пальцы рук, ног, нос, уши. Если произошло обморожение нельзя растирать пораженные места снегом, это только повредит кожу. Необходимо поместить обмороженный участок в тепло не растирать, а согревать при комнатной температуре. Обмороженные места смазать жиром (вазелином).

3. Актуальность задачи повышения уровня готовности обучающихся к зачетным занятиям, на основе управляемой адаптации к смене видов учебно-познавательной деятельности

Выполнение контрольных нормативов требует от студента мобилизации всех своих сил и здесь следует принимать во внимание и учитывать все что может повлиять на конечный результат, в том числе характер учебно-познавательной деятельности предшествующий зачетному занятию.

В течение учебного дня, занимаясь то одним видом учебно-познавательной деятельности, то другим, обучающиеся должны переключаться с выполнения одного вида задач на другой, и каждый раз проходит какое-то время, пока будет достигнуто оптимальное соответствие состояния личности и организма обучающегося к условиям проведения определенного вида учебно-познавательной деятельности – период адаптации.

Можно говорить о том, что к каждому учебному занятию кроме практической и теоретической подготовленности, определенного уровня умений и навыков по предмету, от студентов требуется некоторая психофизиологическая и физическая готовность. В этом случае под ней подразумевается готовность психических, физиологических и обеспечивающих двигательные действия систем человека к выполнению определенного рода учебно-познавательной деятельности.

Многообразие видов учебно-познавательной деятельности определяет многообразие психофизиологических и физических состояний обучающихся. Под психофизиологическим и физическим состоянием предлагается понимать целостные психофизиологические и физические реакции обучаемого на внешние и внутренние факторы, направленные на достижение полезного результата.

Параметром психофизиологического и физического состояния является величина, характеризующая какую-либо из реакций организма обучаемого на внешние или внутренние факторы.

Уровень психофизиологической и физической готовности к предстоящему занятию, зависит от индивидуальных особенностей личности обучаемого и определенных внешних факторов, воздействующих на него на предыдущем занятии. Эти факторы можно разделить на три вида:

- санитарно-гигиенические условия;
- временные условия;
- организация предыдущего вида учебно-познавательной деятельности.

К санитарно-гигиеническим условиям относятся температура и влажность воздуха, освещенность, содержание кислорода в воздухе, эргономичность учебных мест, запыленность, загазованность места проведения занятия. К временным условиям относятся: время дня, день недели, месяц семестра, время года, а также время, прошедшее после последнего приема пищи.

Вышеперечисленные факторы оказывают существенное влияние на психофизиологическую и физическую готовность. Второй фактор заставляет учитывать объективные закономерности колебания уровня работоспособности студентов в течение учебного дня, учебной недели, семестра. Как известно, в течение учебного дня объективно наблюдается два периода подъема работоспособности: один в первой половине дня, второй – в послеобеденное время. Каждому периоду характерны три фазы: врабатывание, повышенная работоспособность, снижение работоспособности. В течение недели те же фазы распределяются следующим образом: понедельник, вторник – врабатывание; среда, четверг – повышенная работоспособность; пятница, суббота – снижение работоспособности. Исследования показали, что и семестровый цикл разделяется на те же фазы.

Влияние фактора «организация предыдущего вида учебно-познавательной деятельности» в данном случае рассматривается, как влияние особенностей психофизиологической и физической деятельности обучаемых на предыдущем занятии на их психофизиологическую и физическую готовность к последующему виду учебно-познавательной деятельности, в нашем случае к зачету. Психофизиологическая деятельность характеризуется напряженностью и характером мыслительной деятельности, а также нервно-эмоциональной напряженностью учебной деятельности.

Физическая деятельность характеризуется интенсивностью, видом мышечных действий и работой обеспечивающих эту деятельность физиологических систем. Мышечные действия могут носить статический и динамический характер: поддержание рабочей позы «сидя», «стоя», выполнение чертежной, письменной работы, настройка и обслуживание аппаратуры, выполнение гимнастических упражнений и т.п. При этом используются, в той или иной степени, основные физические качества: сила, быстрота, выносливость, ловкость.

Влияние всех вышеперечисленных факторов преломляется через индивидуальные особенности личности, такие как типологические свойства нервной системы и темперамента, возрастные, морфологические, биохимические особенности организма, уровень физической подготовленности, состояние здоровья и другие, выливаясь, в итоге, в психофизиологическую и физическую готовность студента к предстоящему виду учебно-познавательной деятельности.

Следует отметить, что особенно явно эти проблемы проявляются при чередовании занятий по общенаучным, общеинженерным и специальным дисциплинам с практическими занятиями по физической культуре. В этом случае происходит смена видов деятельности, в одном из которых доминирующую роль играет умственная работа с пониженной двигательной активностью и сохранением определенной рабочей позы, в другом – разнообразная активная двигательная деятельность с сопровождающей ее мыслительной работой.

Методика проведения занятий предусматривает проведение вводной (подготовительной) части для организации обучающихся, приведения их в состояние готовности к решению задач основной части, в нашем случае к сдаче контрольного норматива, и заключительной – для подведения итогов, приведения организма в относительно спокойное состояние (для занятий по

физической культуре), но при проведении этих частей занятий, как правило, не учитывается характер предыдущей и последующей деятельности студентов. Неучтение этого факта отрицательно влияет на скорость адаптации к виду учебно-познавательной деятельности, что особенно наглядно проявляется при чередовании практических занятий по физической культуре с занятиями по общеинженерным и специальным дисциплинам.

Складывается противоречие между имеющим место в практике обучения несоответствием уровня психофизиологической и физической готовности обучающихся, объективно складывающейся в ходе проведения предшествующего занятия, видом учебно-познавательной деятельности последующего занятия и неучтением этого факта в общепринятых методиках проведения вводных (подготовительных) и заключительных частей занятий, в том числе, по дисциплине «физическая культура»

Это противоречие можно устранить, обеспечив управление процессом адаптации студентов к смене видов учебно-познавательной деятельности в ходе проведения вводных (подготовительных) и заключительных частей занятий.

Для каждой темы занятия по физической культуре в зависимости от педагогической ситуации, складывающейся из контекстной пары - вид предшествующего и вид последующего занятия, можно установить наиболее предпочтительные адаптирующие, предметно-ориентированные варианты проведения подготовительной и заключительной частей, оперативно поддерживающие достаточно высокий уровень психофизиологической и физической готовности при чередовании этих занятий с занятиями по другим дисциплинам.

Видится актуальной задача управления процессом адаптации обучаемых к смене видов учебно-познавательной деятельности с целью сокращения времени врабатывания и повышения эффективности как занятий, так и сдачи контрольных нормативов. Для решения этой задачи представляется наиболее целесообразным использовать проведение подготовительной (разминки) и заключительной частей занятий с адаптирующим, предметно-ориентированным содержанием.

В этом случае под управлением адаптацией следует понимать процесс педагогического воздействия с целью установления оптимального соответствия личности обучаемого и условий осуществления учебной деятельности в ходе осуществления им познавательной деятельности, которое позволяет индивидууму более эффективно удовлетворять актуальные познавательные потребности, и реализовывать связанные с ними значимые цели.

Выполнение работы над ошибками

При получении проверенного теста необходимо проанализировать отмеченные ошибки. Все задания, в которых были сделаны ошибки или допущены неточности, следует еще раз выполнить в конце данной контрольной работы, теста. Контрольные работы, тесты являются учебными документами, которые хранятся на кафедре до конца учебного года.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно- методическому комплексу
С.А.Упоров

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания по дисциплине СГ.05 «Русский язык и культура речи»

Специальность
54.02.02 Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы (по видам) квалификация художник-мастер

Направленность: Художественная обработка металла

программа подготовки специалистов среднего звена
форма обучения: очная

Автор: Великжанина Н.А.

Одобрена на заседании кафедры
иностранных языков и деловой коммуникации (ИЯДК)
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Юсупова Л.Г.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 19.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией
ИЭФ
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

Перечень тем внеаудиторной самостоятельной работы	3
Задания для самостоятельного выполнения по каждой теме	4
Подготовка к другой форме контроля	4
Подготовка к экзамену	5
Критерии оценивания	5
Список литературы	6

Перечень тем внеаудиторной самостоятельной работы

Для студентов очной формы обучения

№	Тема, раздел	Объем часов на самостоятель-ную работу	Наименование оценочного средства
1.	Орфография. Цели и задачи курса. Язык и его составляющие. Фонетический принцип русской орфографии. Позиционные изменения звуков .Правописание безударных гласных в корне	18	Опрос практико-ориентир.задание
	Подготовка к другой форме контроля	2	Другая форма контроля
2.	Синтаксис и пунктуация. Словосочетание как основная единица синтаксиса. Понятие словосочетания. Типы словосочетаний. Простое предложение. Типы простых предложений.	20	Практико-ориентированное задание
	Подготовка к экзамену	3	экзамен
	Всего:	***43***	

,

Задания для самостоятельного выполнения по каждой теме

Тема 1:
Орфография
Форма проведения: опрос, практико-ориентированные задания
Знать:
-язык и его составляющие.
-фонетический принцип русской орфографии
-.позиционные изменения звуков.
-морфемный принцип орфографии.

Примерные задания по теме: правописание безударных гласных в корне слова. Разделительные Ъ и Ь знаки. Морфемный принцип орфографии. Понятие морфемы. Способы словообразования. Чередующиеся гласные в корне слова. Правописание приставок О –Е после шипящих. Морфологический принцип орфографии. Правописание Н и НН в разных частях речи. НЕ с разными частями речи. Мягкий знак после шипящих. Особенности служебных частей речи. Производные предлоги.

,
Тема 2

:Синтаксис и пунктуация
Форма проведения: опрос, практико-ориентированное задание
Знать:

-типы простых предложений

-основные принципы русской пункциации,

-виды и типы словосочетаний

Примерные задания по теме: словосочетание как основная единица синтаксиса. Понятие словосочетания. Типы словосочетаний. Простое предложение. Типы простых предложений. Простое предложение с обособленным определением Простое предложение с обособленным обстоятельством. Тире между подлежащим и сказуемым в простом предложении Понятие о сложном предложении. Типы сложных предложений. Знаки препинания в сложном предложении. Вводные слова и предложения.

Подготовка к другой форме контроля

Другая форма контроля включает в себя:

- письменное выполнение заданий на точное понимание предложенного вопроса (количество вопросов в работе – 1);
- выполнение практико-ориентированного задания по изученной теме (количество заданий –1).

Для выполнения письменных заданий, предложенных к текстам, необходимо внимательно прочитать текст и понять его содержание. Ответы на поставленные вопросы должны быть оформлены в письменном виде, должны быть точными, соответствовать содержанию прочитанного текста. Любые ошибки могут служить поводом для снижения оценки. Рекомендуемое время, отводимое для чтения текста и выполнения письменных заданий к нему – 60 минут.

При выполнении предложенных тестовых заданий, следует внимательно прочитать каждый из поставленных вопросов и предлагаемые варианты ответа. В качестве ответа надлежит выбрать один индекс, соответствующий правильному ответу. Тестовые задания составлены таким образом, что в каждом из них правильным является лишь один из предложенных вариантов ответа. Рекомендуемое время на выполнение тестовых заданий – 15 минут.

Подготовка к экзамену

Экзамен включает в себя:

1.Письменное выполнение заданий на точное понимание поставленных вопросов (количество вопросов в работе – 1);
2. лексико-грамматический тест (количество заданий –10).

Ответы на письменные задания должны быть точными, соответствующими содержанию текста, грамматически, лексически и синтаксически правильно оформленными. Ответ, представляющий бессвязный набор слов рассматривается как неверный. Наличие в ответах любой грубой ошибки является основанием для снижения оценки. Оценка за письменный зачет может быть снижена за небрежное оформление работы (недопустимые сокращения, зачеркивания, неразборчивый почерк). Рекомендуемое время, отводимое для чтения текста и выполнения письменных заданий к нему – 60 минут.

Прежде чем приступить к выполнению тестовых заданий обучающийся должен внимательно ознакомиться со всеми предложенными вопросами. Далее, в соответствии с инструкцией к тестовым заданиям, студент должен ответить на поставленные вопросы: выбрать один или несколько ответов из предложенного списка, установить соответствие элементов двух списков, расположить элементы списка в определенной

последовательности, самостоятельно сформулировать ответ и т.д. Рекомендуемое время на выполнение тестовых заданий – 15 минут.

Критерии оценивания

Опрос

Критерии оценивания:
-правильность ответа на вопросы;
-всесторонность и глубина ответа (полнота);
-лексически верное оформление ответ,
-грамматически верное оформление ответа;
-логически верное оформление ответа.
Каждый показатель – 1 балл.
Критерии оценки:
-оценка «отлично» 5 баллов (90-100%);
-оценка «хорошо» 4 балла (70-89%);
-оценка «удовлетворительно» 3 балла (50-69%);
-оценка «неудовлетворительно» 0-2 балла (0-49%).

Практико-ориентированные задания

Критерии оценивания:
-логичность изложения материала (1-2 балла),
-решение коммуникативной задачи (1 балл),
-соответствие словарного запаса поставленной коммуникативной задаче (1 балл), --использование разнообразных грамматических конструкций в соответствии с поставленной задачей (1 балл).
Критерии оценки:
-4-5 баллов (90-100%) - оценка «отлично»
-3 балла (70-89%) - оценка «хорошо»
-2 балла (50-69%) - оценка «удовлетворительно»
-0-1 балл (0-49%) - оценка «неудовлетворительно»

Другая форма контроля

Критерии оценивания: правильность ответа – 1 балл. Количество баллов за другую форму контроля складывается из суммы баллов за каждое задание (теоретический вопрос для зачета и практико-ориентированное задание).
Критерии оценки:
-оценка «отлично», если дано 20 – 22 правильных ответа (20-22 балла, 90-100%);
-оценка «хорошо», если дано 16 – 19 верных ответов (16 – 19 баллов, 70-89%);
-оценка «удовлетворительно», если дано 11 – 15 верных ответов (11 – 15 баллов, 50-69%);
-оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если дано 0-10 правильных ответов (0 – 10 баллов, 0 – 49%).

Экзамен

Критерии оценивания: правильность ответа - 1 балл.
Критерии оценки:

-оценка «отлично» 20-22 балла (90-100%)
-оценка «хорошо» 16-19 баллов (70-89%)
-оценка «удовлетворительно» 11-15 баллов (50-69%)
-оценка «неудовлетворительно» 0-10 баллов (0-49%)

Список литературы

8.1 Основная литература

№ п/п	Наименование	Количество экземпляров.
1	Репетитор по русскому языку. Орфография. Пунктуация. Культура речи. Учебное пособие. / В.И.Миняева; Уральский государственный горный университет, - 5-е изд., испр. и доп.- Екатеринбург: УГГУ, 2007.-239 с.	20
2	Грамматическая правильность русской речи: стилистический словарь вариантов. Л.К.Граудина, В.А.Цукович, М.П.Карпинская,3-е изд., стереотип. – Москва: Астрель, 2004.- 355 с.	1
3	Рыбченкова Л.М., Александрова О.М., Нарушевич А.Г. и др. Русский язык (базовый уровень) 10 - 11 АО "Издательство "Просвещение" http://www.mnemozina.ru/katalog-knig/osnovnoe-obshchee-obrazovanie/russkij-yazyk/detail.php?ID,	Электронный ресурс

8.2 Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Количество экземпляров
1	Баранов М.Т.и др.Русский язык.Справочные материалы.Учебное пособие,М.:»Просвещение»,2004.-283..:	2
2	Ефимов С.Е. Основы русского языка. Свободное понимание: учебное пособие/С.Е..Ефимов.- Москва: Риор, Москва: ИНФРА- М.,2016 – 416 с.	2
3	Михайлова С.Ю. Орфография в заданиях и ответах. Орфограммы в корне слова. Н и НН в разных частях речи [Электронный ресурс] Михайлова С.Ю., Михайлова Н.Е.- Электрон. текстовые данные.- М.: Мир и Образование, 2013.- 112с.- Режим доступа:http// www.iprbookshop.ru/ 14571.html.-ЭБС «iprbooks»	Электронный ресурс
4	Михайлова С.Ю. Орфография в заданиях и ответах. Орфограммы в приставках. Орфограммы в суффиксах. Орфограммы в окончаниях. [Электронный ресурс] Михайлова С.Ю., Михайлова Н.Е.- Электрон. текстовые данные.- М.: Мир и образование,2013.-96 с.- Режим доступа http://iprbookshop.ru/14572.html.- ЭБС «iprbooks».	Электронный ресурс

,

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по
учебно-методическому комплексу
_____С. А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

СГ.06 Основы бережливого производства

Специальность
54.02.02 Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы (по видам) квалификация художник-мастер

Направленность: Художественная обработка металла

программа подготовки специалистов среднего звена
форма обучения: очная

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Горной механики	ИЭФ
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Макаров Н.В.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 192 от 21.09.2023	Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

УДК 65.011
ББК 65.290-2я7
В 994

Рецензенты:
В. М. Козин, доктор технических наук, профессор,
заведующий лабораторией МД ФГБУН «Институт машиноведения
и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук»;
Секция НТС филиала ОАО «Авиационная холдинговая компания «Сухой»
«Комсомольский-на-Амуре авиационный завод имени Ю.А. Гагарина»,
секретарь НТС начальник НПО КнААЗ,
главный научный сотрудник, кандидат технических наук,
доцент ***Р. Ф. Крупский***

Вялов, А. В.
В 994 Бережливое производство : учеб. пособие / А. В. Вялов. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2014. – 100 с.
ISBN 978-5-7765-1036-6

В учебном пособии даны основные понятия концепции «бережливое производство». Рассмотрены принципы, методы и инструменты бережливого производства. Представлены методы визуального управления и организации рабочих мест, система управления производством «Точно вовремя». Представлены сведения о системах общего производительного обслуживания и быстрой переналадки оборудования. Описаны система «Канбан», система бездефектного изготовления продукции, изложены основные понятия и сущность стандартизированной работы.

Предлагаемый материал может быть полезен студентам специальности «Самолёто- и вертолётостроение» при изучении курса «Основы бережливого производства», выполнении квалификационных и дипломных работ.

УДК 65.011
ББК 65.290-2я7

ISBN 978-5-7765-1036-6

© ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПРИНЦИПЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА 5
2. РАЗРАБОТКА ПОТОКА СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТИ 12
3. СИСТЕМА «ТОЧНО ВОВРЕМЯ» 23
3.1. Системы управления материальными потоками 23
3.2. Характеристика системы «Точно вовремя»… 26
4. СИСТЕМА 5S И ВИЗУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ 29
5. СИСТЕМА ВСЕОБЩЕГО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ 35
5.1. Основные сведения и определения 35
5.2. Направления развертывания системы TPM 40
5.2.1. Проведение отдельных улучшений для повышения производительности оборудования 40
5.2.2. Проведение отдельных улучшений для повышения производительности оборудования 42
5.2.3. Система планового технического обслуживания оборудования 44
5.2.4. Обучение и повышение квалификации операторов и персонала ремонтных подразделений 46
5.2.5. Система управления разработкой и внедрением нового оборудования и нового продукта 48
5.2.6.. Система обслуживания, ориентированная на качество 49
5.2.7. Система обеспечение безопасности при техническом обслуживании оборудования 50
5.3. Этапы развертывания и организационная структура системы TPM 52
5.3.1.. Этапы развертывания системы TPM 52
5.3.2.. Организационная структура продвижения TPM 53
6. СИСТЕМА БЫСТРОЙ ПЕРЕНАЛАДКИ 57
7. СИСТЕМА КАНБАН 63
8. СИСТЕМА БЕЗДЕФЕКТНОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ 75
9. СТАНДАРТИЗИРОВАННАЯ РАБОТА 84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 95
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 96
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО ПОТОКА 98
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОТОКА 100

ВВЕДЕНИЕ

В условиях постоянного усложнения инженерно-технических программ по разработке новой продукции и роста наукоёмкости создаваемого изделия конкурентоспособными могут только те предприятия, которые ориентированы на работу в условиях стремительно меняющейся экономической ситуации. Такие предприятия должны быстро реагировать на возникающие запросы рынка за счет эффективного управления и владения отлаженными процессами проектирования, производства, поставки и поддержки своего продукта на рынке. Это достигается грамотным применением различных инструментов современного менеджмента и системного подхода.

В настоящее время в Российской Федерации в авиастроении, как наиболее приоритетной отрасли российской экономики, развернулась борьба за повышение качества выпускаемой продукции. Внедряются более эффективные методы управления, меняется технология производства, происходит реорганизация внешних экономических связей.

Обеспечение конкурентоспособности авиационной промышленности требует построения как более рациональной структуры, так и повышения его технологического уровня. Для этого современному российскому авиационному предприятию предстоит изыскать и привести в действие как новые, так и нераскрытые внутренние резервы эффективной организации управления, более полного использования всех видов ресурсов, задействовать методы стимулирования труда. Решению этих задач может помочь опыт освоения передовых методов управления производством развитых промышленных стран.

В настоящее время для повышения эффективности предприятий применяются следующие основные подходы:

1) Бережливое производство.
2) Шесть сигм.
3) Тотальная оптимизация производства.
4) Система «20 ключей».
5) Теория ограничений.

В данном учебном пособии рассматривается подход «бережливое производство». Применение данного подхода позволило предприятиям Японии обеспечить производство продукции с высоким качеством и с относительно низкой себестоимостью.

В учебном пособии рассматриваются основные понятия, принципы, методы и инструменты бережливого производства.

Предлагаемый материал может быть использован при изучении дисциплины «Основы бережливого производства» и традиционных дисциплин, связанных с изучением организации производства.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПРИНЦИПЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Бережливое производство – направление менеджмента, обеспечивающее конкурентоспособность предприятия за счет выпуска продукции (оказания услуг) в количестве необходимом заказчику, с высоким качеством, минимальными затратами ресурсов и низкой себестоимостью.

Концепция бережливого производства начала формироваться в Японии, после Второй мировой войны. Основателем концепции считается Тайити Оно, начавший работу в компании Toyota Motor Corporation в 1943 г. В середине 1950-х гг., изучив и применяя опыт передовых мировых промышленных стран, он начал выстраивать систему организации производства, получившую название **Производственная система Toyota** (TPS – Toyota Production System). В процессе развития системы TPS японскими учеными и специалистами были разработаны и использованы новые методы организации производства и обеспечения качества продукции. Значительный вклад в развитие теории бережливого производства внес Сигео Синго. Система TPS развивалась и совершенствовалась около 30 лет.

В 1980-е гг. интерес к производственной системе TPS появился в США: американские автоконцерны столкнулись тогда с серьезной конкуренцией на собственном рынке. Японские автомобили служили дольше и требовали меньше ремонта.

В западных странах концепция TPS получила название **Lean production**. Lean в переводе на русский язык означает тощий (худой, стройный). Термин Lean production был предложен Джоном Крафчиком, научным сотрудником Массачусетского института.

В русскоязычной литературе и отечественными специалистами в области организации производства используются термины Лин-технологии (Lean-технологии), экономное производство и др.

В Российской Федерации в настоящее время все большее применение находит термин «бережливое производство».

Сначала опыт Toyota был сконцентрирован в отраслях с дискретным типом производства, прежде всего в автомобилестроении. Затем концепция была адаптирована к условиям непрерывного производства, позднее стала применяться в торговле, сфере услуг и даже коммунальном хозяйстве, здравоохранении, Вооруженных силах и государственном секторе.

Используя опыт Toyota, развитые промышленные страны стали разрабатывать свои производственные системы. В США методы бережливого производства используются в автомобилестроении, авиастроении (производственная система Боинга – BPS) и других областях деятельности.

Результаты применения методов бережливого производства в автомобилестроении представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Показатели применения методов бережливого производства

Показатели	Дженерал Моторс	Тойота
Фактическое время обработки на один автомобиль, ч	40,7	18,0
Число дефектов сборки на один автомобиль, шт.	130	45
Производственная площадь на один автомобиль, кв. фут	8,1	4,8
Период реализации материально-технических запасов (в среднем)	2 недели	2 ч

Внедрение и применение концепции «бережливое производство» позволяет:

- снизить стоимость продукции на 50 %;
- сократить продолжительность производственного цикла на 50 %;
- сократить трудозатраты на 50 % при одновременном сохранении или повышении производительности;
- увеличить производственные мощности на 50 % при тех же площадях;
- сократить складские запасы на 80 %;
- повысить качество продукции;
- увеличить прибыль;
- создать гибкую производственную систему, позволяющую быстро реагировать на изменение запросов потребителей.

Цели бережливого производства достигаются за счет ***снижения*** или ***устранения потерь*** в процессе производства изделий.

Потерями считаются все действия, что не создают ***ценности*** для потребителя. При изготовлении продукции ценность для потребителя создается только непосредственно при ***обработке*** и ***сборке*** изделий, все остальные действия, например, хранение, транспортировка и другие, снижают ценность.

На японском языке потери называются словом «му́да» (muda). Тайити Оно выделил семь видов потерь ***муда***:

1) *Потери из-за перепроизводства* – производство изделий, которые не пользуются спросом; производство продукции в большем объеме раньше или быстрее, чем это требуется на следующем этапе процесса.

2) *Потери времени из-за ожидания* – перерывы в работе, связанные с ожиданием людей, материалов, оборудования или информации.

3) *Потери из-за излишней обработки* – дополнительная обработка изделия из-за низкого качества инструмента, ошибок проектирования и др.

4) *Потери из-за лишних движений при выполнении операций* – любое перемещение людей, инструмента или оборудования, которое не добавляет ценность конечному продукту.

5) *Потери из-за лишних запасов* – любое избыточное поступление продукции в производственный процесс, будь то сырье, полуфабрикат или готовый продукт.

6) *Потери при транспортировке* – ненужные перемещения или перемещения на большие расстояния материалов, деталей, продукции.

7) *Потери из-за выпуска дефектной продукции* – продукции, требующей проверки, сортировки, утилизации, замены или доработки.

В настоящее время добавляют еще один вид потерь: *потери из-за неиспользованного потенциала персонала* – потери времени, идей, навыков, возможностей совершенствования и приобретения опыта сотрудников.

Различают *муда первого рода* – виды действий, от которых нельзя отказаться немедленно и *муда второго рода* – виды действий, которые можно устранить немедленно.

Примером муда первого рода является необходимость выполнения операций дополнительной обработки изделий в процессе изготовления. Пример муда второго рода – многочисленные перемещения материалов и изделий между стадиями обработки и сборки.

Кроме того, имеется еще две разновидности потерь, которые называются «му́ри» и «му́ра».

Мури (muri) – «напряженность работы», означает напряженные условия как для сотрудников и оборудования, так и для процессов. Мури заставляют работать на пределе возможностей. Перегрузка людей угрожает их безопасности и вызывает проблемы с качеством продукции. Перегрузка оборудования ведет к сбоям и поломкам.

Мура (mura) – «неравномерность работы», появляется тогда, когда нарушается ритм работы, поступления деталей или нарушается производственный график.

Муда, мура и мури во многих случаях взаимосвязаны и устранение одного вида потерь ведет к устранению других видов.

Основными принципами бережливого производства являются:

1) *Определение ценности продукта* – понимание того, что является ценностью для потребителя.

2) *Определение потока создания ценности для данного продукта* – анализ работы действующей системы производства и выявление потерь.

3) *Обеспечение непрерывного потока создания ценности продукта* – создание производственного потока, обеспечивающего непрерывное движение от сырья до готовой продукции.

4) *Использование системы вытягивания продукта* – организация производства изделий так, чтобы операции на предыдущей стадии выполнялись по запросу с последующей стадии обработки.

5) *Непрерывное совершенствование* – постоянное улучшение деятельности с целью увеличения ценности и уменьшения потерь.

Принципы реализуются с помощью методов и инструментов.

К методам бережливого производства относятся:

- *система организации рабочего места* (система 5S) – система наведения порядка, чистоты и укрепления дисциплины на рабочем месте;
- *картирование потока создания ценности* – составление карт с описанием всех видов действий, выполняемых в ходе создания ценности продукта или семейства продуктов. Составляются карты текущего состояния процесса с указанием потерь. Затем разрабатываются карты будущего состояния с учетом применения мероприятий по снижению потерь;
- *организация единичного производственного потока* – метод работы, при котором станок или процесс (например, проектирование, принятие заказа или производство) обрабатывает не больше одного изделия одновременно;
- *визуальное управление и контроль* – способы и технические устройства, информирующие о том, как должна выполняться работа, или позволяющие оценить текущее состояние процесса – норма или отклонение;
- *система быстрой переналадки оборудования* (SMED – Single Minute Exchange of Dies) – правила и процедуры, позволяющие выполнить переналадку (например, смену пресс-форм) производственного оборудования за минимальное время;
- *система всеобщего обслуживания оборудования* (TPM – Total Productive Maintenance) – комплекс мероприятий, направленных на то, чтобы технологическое оборудование постоянно находилось в работоспособном состоянии, обеспечивался выпуск качественной продукции, выполнялись требования безопасной работы, снижалось влияние на окружающую среду;
- *использование системы* «точно вовремя» (JIT – Just-in-time) – системы, обеспечивающей поставку предметов труда в требуемое время и в требуемом количестве по мере необходимости;
- *стандартизированная работа* – работа с применением документов (стандартных операционных процедур) с точным описанием каждого действия для каждого процесса и исполнителя;
- *система бездефектного изготовления продукции* – использование методов и устройств, предотвращающих появление дефектов;
- *система непрерывного совершенствования* (кайдзен – kaizen) – принципы и методы, обеспечивающие непрерывное, постоянное улучшение деятельности предприятия.

Стратегия кайдзен требует непрерывного принятия мер по совершенствованию с участием всех сотрудников данной организации – в равной степени и менеджеров, и рабочих.

Понятие кайдзен появилось в Японии. Оно образовано двумя словами: (кай) – изменение и (дзен) – к лучшему. Непрерывное изменение малыми шагами, которые не требуют значительных вложений – вот смысл, который заключает в себе понятие кайдзен. Термин кайдзен предложил Масааки Имаи – основатель концепции непрерывного совершенствования.

Различные авторы выделяют разное количество ключевых принципов, на которых основывается кайдзен. При этом обычно в их число включают следующие принципы:

- *фокусирование на клиентах* – для компании, использующей кайдзен, более всего важно, чтобы их продукция (услуги) удовлетворяла потребности клиентов;
- *непрерывные изменения* – принцип, характеризующий саму суть кайдзен, то есть непрерывные малые изменения во всех сферах организации: снабжении, производстве, сбыте, взаимоотношениях и т.д.;
- *открытое признание проблем* – все проблемы открыто выносятся на обсуждение;
- *пропаганда открытости* – малая степень обособленности между отделами и рабочими местами;
- *создание рабочих команд* – каждый работник становится членом рабочей команды и соответствующего кружка качества;
- *управление проектами при помощи межфункциональных команд* – ни одна команда не будет работать эффективно, если она действует только в одной функциональной группе. С этим принципом тесно связана присущая японскому менеджменту ротация персонала;
- *формирование* «поддерживающих взаимоотношений» – для организации важны не только и не столько финансовые результаты, сколько вовлечённость работников в ее деятельность и хорошие взаимоотношения между работниками, поскольку это неизбежно (пусть и не в данном отчётном периоде) приведет организацию к высоким результатам;
- *развитие самодисциплины* – умение контролировать себя и уважать как самого себя, так и других работников и организацию в целом;
- *информирование каждого сотрудника* – весь персонал должен быть полностью информирован о своей компании.

Отличительная особенность Кайдзен состоит в том, что деятельность по улучшению планируется и выполняется непосредственно на рабочих местах. В связи с этим Кайдзен служит инструментом вовлечения персонала в деятельность по постепенному изменению облика производства.

Одной из форм привлечения работников к постоянному совершенствованию производства является кайдзен-блиц (штурм-прорыв).

Кайдзен-блиц – это командная работа, направленная на быстрое применение методов бережливого производства и сокращение потерь в производственном процессе.

Чтобы провести кайдзен-блиц, требуется выбрать конкретный производственный участок, на котором будут выполнены действия по улучшению производственного процесса, определить текущую проблему и подход к её решению, поставить цель и установить критерии оценки достижения этой цели. Нужно также отобрать участников и лидеров, установить сроки проведения. Обычно Кайдзен-блиц проводится на протяжении недели. В некоторых случаях продолжительность может составлять день-два, иногда – полдня.

Кайдзен-блицы могут быть самыми разнообразными: от внедрения системы 5S на конкретном рабочем месте и разработки средств визуального управления на отдельном участке до улучшения производственного процесса на всем предприятии.

Инструментами бережливого производства являются:

- доски с информацией;
- использование красных ярлычков;
- подвесные знаки;
- звуковая сигнализация;
- карточки КАНБАН;
- пять вопросов «Почему?» и один «Как?»;
- листок «Урок по одному вопросу»;
- датчики, фотоэлементы, устройства от «ошибок».
- таблицы, например «Таблица анализа перепроизводства»;
- схемы, например «Схема технологического процесса»;
- карты, например «Карта технологического процесса»;
- карта потока создания ценности;
- диаграмма «спагетти» и др.

Внедрение бережливого производства на предприятии следует проводить поэтапно. Рассмотрим основные этапы и их содержание.

Этап 1. Решение руководства предприятия о переходе к бережливому производству. При этом следует понять и объяснить персоналу причины этого решения, выбрать кратко-, средне- и долгосрочные цели, найти лидера и сформировать команду, которая будет координировать все работы, наметить план и предусмотреть ресурсы для выполнения работ.

Этап 2. Выбор первоначального объекта (объектов) внедрения методов бережливого производства – формирование *пилотного* проекта. Реализация бережливого производства требует существенных изменений в су-

ществующей на предприятии производственной системе, поэтому внедрение начинают с 1 – 3 процессов. Обычно выбирают не самые сложные, с минимальным количеством «узких» мест производства.

Этап 3. Обучение персонала. Обучение должны пройти все участники развертывания бережливого производства. Цель обучения – понимание поставленных целей и средств их достижения. Обучение должны проводить внешние консультанты, специалисты в области организации бережливого производства.

Этап 4. Построение карты текущего состояния потока создания ценностей выбранного процесса «как есть».

Этап 5. Определение характеристик процесса и выявление потерь.

Этап 6. Разработка мероприятий по снижению и устранению потерь.

Этап 7. Построение карты будущего состояния потока создания ценностей выбранного процесса «как должно быть».

Этап 8. Привлечение необходимых ресурсов и реализация проекта.

Этап 9. Организация системы сопровождения хода внедрения бережливого производства (информация о результатах должна быть доступна персоналу организации).

Этап 10. Анализ результатов реализации проекта.

Этап 11. Создание и внедрение планов непрерывного улучшения по системе «кайдзен».

Этап 12. Распространение опыта развертывания бережливого производства, полученного в пилотном проекте, на другие процессы предприятия.

Эффективность внедрения технологий бережливого производства зависит от активного участия всех работников предприятия, начиная от высшего руководства и заканчивая непосредственно исполнителями на рабочих местах.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «бережливое производство».

2. Чем вызвана необходимость применения концепции «бережливое производство»?

3. Назовите основные виды потерь.

4. Дайте определения и примеры муда первого и второго рода.

5. Поясните сущность видов потерь мура и мури.

6. Назовите основные методы бережливого производства.

7. Перечислите основные инструменты бережливого производства.

8. Назовите основные этапы внедрения бережливого производства на предприятии.

9. В чем заключается сущность системы «Кайдзен»?

2. РАЗРАБОТКА ПОТОКА СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТИ

Вся концепция бережливого производства основана на создании ценностей и минимизации потерь. Один из важных инструментов создания такой ценности в бережливом производстве звучит так: «поток создания ценности» (Value Stream). Это процесс преобразования продукции, например, от сырья до готовой продукции согласно требованиям потребителей; от получения заказа до его выполнения; от разработки концепции новой продукции до выпуска опытной партии. Поток создания ценности включает деятельность как добавляющую, так и не добавляющую ценность. Работы, не создающие ценность, – это работы, не преобразующие части и материалы в готовые изделия.

Управление потоком создания ценности (VSM – Value Stream Management) – это планирование и преобразование процессов с целью минимизации использования имеющихся ресурсов, таких, как материальные ресурсы, время и трудозатраты. Внедрение VSM осуществляется командой, в которую должны входить от трех до семи специалистов из различных подразделений (чаще все производственных, технологических и финансовых). На практике программа реализации VSM включает восемь шагов. Причем основополагающая организационная работа заключается в реализации трех первых шагов программы: ответственность руководства, выбор области применения и обучение.

Шаг 1. *Постановка целей*, которые позволят определить область для улучшения в соответствии со стратегией развития бизнеса и с текущей проблематикой, и выделение ресурсов, необходимых для реализации решения.

Шаг 2. *Выбор области применения*. Выбор области применения сводится к выбору процесса, который будет описан и улучшен с использованием VSM. На этом этапе в более выгодной ситуации будет находиться организация, уже определившая и описавшая процессы, например, при разработке системы менеджмента качества в соответствии с требованиями стандарта ISO 9001:2011.

Первоначально рекомендуется применять VSM только к одному процессу. Это даст возможность получить необходимый опыт, который можно будет использовать для совершенствования других процессов. В дальнейшем применять VSM рекомендуется не более чем к трем процессам одновременно (или в течение короткого промежутка времени). Изменение более чем трех процессов одновременно связано с трудностями в согласовании изменений и может привести к выходу изменений из управляемого состояния.

Шаг 3. *Обучение персонала*. Обучение может проходить как вне предприятия, так и на предприятии. Весь задействованный персонал дол-

жен понимать поставленные цели и задачи, основные положения VSM, используемую терминологию и условные обозначения. Участники команды должны хорошо разбираться в рассматриваемых процессах, а также понимать используемые методы. К работе команды может быть привлечен эксперт, имеющий успешный опыт реализации VSM.

Шаги 4 – 6. *Картирование процесса* «как есть и как должно быть». Картирование потока создания ценности (Value Stream Mapping) – это описание процесса с использованием системы стандартных обозначений VSM. Картирование потока создания ценности включает в себя два этапа: пер- вый – графическое отображение каждого элемента процесса в материаль- ных и информационных потоках от начала процесса до его окончания (как есть); второй – графическое представление процесса в будущем (как долж- но быть).

Шаги 7 – 8. *Создание и внедрение планов по методологии* «кайдзен». Проекты по методологии «кайдзен» выполняются командой и являются составной частью VSM. Продолжительность выполнения каждого проекта не более пяти дней. Цели для выполнения проектов кайдзен устанавливаются на шагах 4 – 6 Картирование процесса «как есть и как должно быть».

Проекты, которые должны быть выполнены, вносятся в календарный план. Такой план составляется на несколько месяцев вперед и включает сроки выполнения проектов кайдзен, а также распределение ответственности и полномочий. Оценка выполнения проектов кайдзен и поощрение проводятся после закрытия этапа работ.

Определение потока создания ценностей – комплекс действий по проектированию, оформлению заказа и производству: от возникновения концепции до запуска в производство, от заказа до доставки, от добычи сырья до создания готового изделия. Все действия, которые составляют поток создания ценности, делятся на три категории:

1) действия, *создающие ценность*, как, например, выполнение и изготовление деталей, выполнение сборочных работ и испытаний;

2) действия, *не создающие ценность*, но неизбежные в силу ряда причин, например, такие как проверка качества изготовления или сборки (муда первого рода);

3) действия, *не создающие ценность*, которые можно *немедленно исключить* из процесса (муда второго рода).

Подход, который предлагается в рамках концепции бережливого производства для определения наличия потерь в производстве и их устранения, основан на обязательном, всестороннем и подробном понимании механизма создания потребительской ценности выпускаемой продукции. С этой целью на первом шаге следует составить подробное описание всего производственного процесса. Если производство сложное, то весь процесс может быть разбит на подпроцессы, которые описываются и анализируют-

ся отдельно. Для описания производственных процессов используется наглядное схематическое представление, получившее название *карты потока создания ценности*.

Последовательность действий по устранению потерь следующая:

1) Построение схемы процесса.

2) Детальное описание процесса.

3) Разработка карты текущего состояния потока создания ценности процесса.

4) Разработка контрольных листков, помогающих выявить причины потерь на каждом этапе процесса.

5) Сбор статистических сведений о времени создания ценности и времени потерь, а также любой другой информации, свидетельствующей о наличии потерь, при помощи разработанных контрольных листков.

6) Анализ причин потерь и устранение процедур, не создающих ценность готового изделия.

7) Построение карты будущего состояния потока создания ценности (без потерь).

8) Разработка плана внедрения потока создания ценности.

9) Реализация плана внедрения потока создания ценности.

10) Стандартизация новых рабочих процедур и использование их в других аналогичных процессах.

11) Совершенствование движения потока создания ценности.

Карта потока создания ценности. Карта потока создания ценности представляет собой подробное описание процесса производственной деятельности. Для того чтобы карта потока создания ценности получилась максимально точной, необходимо строго соблюдать этапы выполнения работ. При составлении карты не следует упускать даже мелких и на первый взгляд незначительных деталей. Если движение материальных ценностей управляется системой документооборота, то следует отобразить на карте виды и траектории оформляемых документов. Зачастую именно нерациональность документооборота служит причиной потерь времени или накопления запасов.

При создании карты потока создания ценности следует использовать принцип *генти генбуцу* – чтобы разобраться в ситуации, надо своими глазами увидеть всё происходящее и использовать данные, которые проверил сам.

В производстве выделяют следующие виды потоков:

- материальный поток (описывает перемещение материалов внутри производства);
- информационный поток (сообщает каждому процессу, что производить или что делать дальше);
- поток людей или процессов.

При анализе текущего состояния оценка выполняется по основным факторам.

Ресурсы:

- определение номенклатуры выполняемых работ;
- определение количества задействованного персонала;
- определение количества задействованного оборудования.

Расстояние:

- определение всех перемещений;
- определение последовательности выполнения операций;
- замер расстояния каждого перемещения.

Время:

- хронометраж операций;
- хронометраж перемещений;
- хронометраж всего потока создания ценности.

Основными технологическими характеристиками потока являются: время цикла (В/Ц); время переналадки оборудования; размер производственной партии (РПП); количество персонала; готовность (надежность) процесса; доступное рабочее время, размер упаковки, процент брака.

При построении карты потока создания ценности необходимо использовать понятные символы. Символьное обозначение не только обеспечивает визуализацию, но и позволяет на этапе построения проводить анализ описываемых процессов.

Для наглядности следует выделить на карте потока создания ценности особым образом (другим цветом) места возможного образования любой из перечисленных выше потерь (склады, транспортировку, очереди и т.п.).

Разработка карт потоков создания ценности выполняется для текущего состояния «как есть» и будущего состояния «как должно быть». Карта будущего состояния потока создания ценности строится после применения методов и инструментов бережливого производства.

Пример карты текущего состояния потока создания ценности представлен на рис. 2.1.

При построении карты использовались специальные обозначения (см. приложения 1 – 2), отображающие движение материальных и информационных потоков, процессы, запасы и др.

Под ячейками процессов и треугольниками с указанием запасов выполняется построение ***линии времени*** для определения длительности производственного цикла, которое составляет время, необходимое для прохождения одной деталью всего маршрута в производственном цехе, начиная с этапа поступления сырья до этапа отгрузки заказчику

.

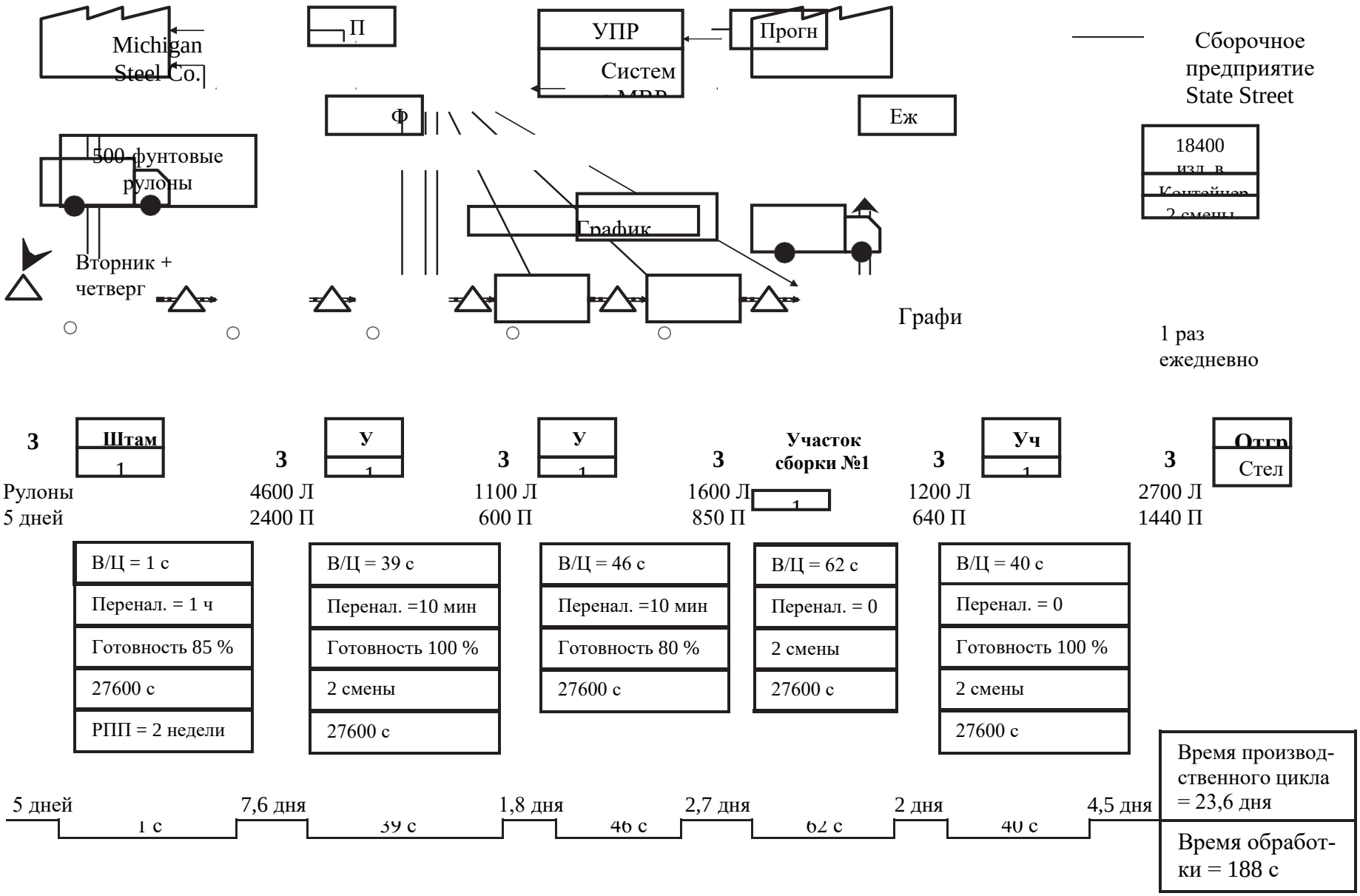


Рис. 2.1. Пример карты текущего состояния потока создания ценности

Построение карт следует выполнять с учетом следующих рекомендаций.

Всегда самостоятельно собирайте информацию о текущем состоянии, двигаясь по фактическим путям материальных и информационных потоков.

Сначала быстро пройдите вдоль всего пути потока создания ценности в цехе, чтобы получить ощущение потока и понять последовательность процессов. После быстрого прохождения этого пути идите назад и собирайте информацию там, где выполняется каждый процесс.

Начинайте с конечной стадии (отгрузки) и идите вверх по потоку; не начинайте с получения сырья (и далее вниз). Таким образом, вы начнете с процессов, которые имеют наиболее тесные связи с потребителем и которые должны определять темп для других процессов выше по потоку.

Возьмите секундомер, а лучше включите его в видеокамере. Не полагайтесь на стандарты времени или не полученную лично вами информацию. Цифры в документах редко отражают реальное текущее состояние.

Карту всего потока создания ценности стройте сами, даже если в процесс вовлечены несколько человек. Смысл построения карты состоит в понимании потока создания ценности как единого целого. Если разные люди строят различные сегменты, то никто не сможет осмыслить целое.

Всегда выполняйте построение карты вручную с помощью карандаша. Начните делать черновой набросок непосредственно в цехе, когда проводите анализ текущего состояния. Рисование от руки означает, что вы концентрируете свое внимание на понимании анализируемого пото- ка, а не на использовании компьютера.

Для построения карты будущего состояния потока создания ценности следует выполнить анализ текущего состояния, выявить потери и разработать мероприятия для сокращения или устранения потерь.

При анализе текущего состояния потока создания ценности используются различные инструменты: контрольные карты, технологические схемы, планы размещения оборудования и запасов и др.

Контрольные листки служат первичным документальным свидетельством, отражающим результаты наблюдения за выполнением той или иной производственной операции. Заполнение контрольных листков следует возложить на независимых наблюдателей, чтобы исключить субъективную составляющую наблюдений. Более того, в наиболее критических точках наблюдения следует поручить нескольким независимым контролерам. Это позволит получить состоятельную статистическую выборку результатов наблюдений. В процессе наблюдений контролеры должны делать записи, характеризующие особенности выполнения той или иной операции, а также записи, свидетельствующие о возможном наличии одного из видов потерь. На основе анализа контрольных листков принимается решение о

наличии или отсутствии потерь на операции и составляется карта потока создания ценности, учитывающая желаемое состояние потока.

Для анализа перемещений используют диаграмму «спагетти».

Диаграмма «спагетти» (spaghetti chart) – документ с графическим отображением траектории, которую описывает продукт, двигаясь по потоку создания ценности на заводе, работающем по технологии массового производства. Название возникло потому, что эта траектория обычно совершенно хаотична и похожа на тарелку со спагетти.

Анализ диаграммы «спагетти» позволяет выявить нерациональные перемещения продукции и работников в процессе производства и разработать рекомендации по улучшению потока создания ценности.

При организации движения потока соблюдают следующие рекомендации:

- размещение рабочих центров по потоку;
- расположение оборудования, позволяющее одному рабочему обслужить несколько станков;
- организация перемещения изделий против часовой стрелки.

При организации потока также используются метод вытягивания, уменьшение размера партии и формирование потока единичных изделий.

Вытягивание – каскадная система производства, при которой поставщик (внутренний поставщик), находящийся выше по потоку, ничего не делает до тех пор, пока потребитель (внутренний потребитель), находящийся ниже, об этом ему не сообщит (заказ покупателя - сборка - выпуск деталей - заказ поставщику). Вытягивание позволяет снизить запасы почти до нуля.

Поток единичных изделий (single-peace flow) – метод работы, при котором станок или процесс обрабатывает не больше одного изделия одновременно (создание однопредметного потока). В отличие от метода «партий и очередей».

Преимущества потока единичных изделий*:*

1) *Встраиваемое качество*. Поток единичных изделий значительно упрощает встраивание качества. Каждый оператор одновременно является контролёром и старается решить проблему на месте, не передавая её на следующую стадию. Даже если он пропустил дефекты, и они прошли дальше, их обнаружат очень быстро и проблема будет выявлена.

2) *Подлинная гибкость*. Если оборудование становится частью производственной линии, возможности использовать его для других целей сократятся. Время выполнения заказа сокращается до предела, а значит, можно более гибко реагировать на запросы потребителя, изготавливая то, что ему действительно нужно. Гибкость производства повышается, переход на новый ассортимент продукции, которого требует изменение потребительского спроса, осуществляется при этом более быстро.

3) *Повышение производительности*. Когда работа распределена по отделам, то максимальная производительность оценивается по загрузке людей и оборудования. На самом деле трудно определить, сколько людей требуется для изготовления заданного количества единиц продукции при крупносерийном производстве, поскольку производительность не оценивается с точки зрения работы, добавляющей ценность. Если существует ячейка для потока единичных изделий, то работа, не добавляющая ценности, вроде перемещения материалов, сводится к минимуму и сразу видно, кто перегружен, а кто остался без дела.

4) *Высвобождение площадей в цехе*. Когда оборудование распределено по участкам, значительные площади между ними пропадают и часто заняты залежами запасов.

5) *Повышение безопасности*. Поток единичных изделий автоматически приведёт к повышению безопасности благодаря уменьшению количества материала, который нужно перемещать по заводу.

6) *Повышение морального духа*. Поток единичных изделий ведёт к тому, что большую часть времени люди заняты созданием добавленной ценности и могут быстро увидеть плоды своего труда, а, видя свои успехи, чувствуют удовлетворение.

7) *Сокращение запасов*.

Реализация потока единичных изделий выполняется посредством производства в ячейках.

Производство в ячейках (cells) – расположение оборудования и/или операторов во взаимосвязи в пределах ограниченного участка. Это способ компоновки различных типов оборудования, позволяющий выполнять обработку изделий в соответствии с технологическим процессом без перерывов.

Компоновка ячейки должна быть организована таким образом, чтобы оборудование, инструменты, рабочие инструкции и материалы обеспечивали наиболее эффективное выполнение работ.

При организации работы в ячейке используется метод чаку-чаку.

Чаку-чаку (chaku-chaku) – метод реализации непрерывного потока единичных изделий, при котором оператор, передвигаясь в ячейке от станка к станку, забирает готовую деталь с одного станка и загружает её в следующий, и так далее. На японском языке буквально это означает «грузи-грузи».

Размещение оборудования следует выполнять с использованием принципа *фронтальной загрузки* (fron loading) – подачи и отгрузки материалов или деталей на линии производства или обслуживания со стороны лица оператора. Это исключает необходимость выполнения разворотов для взятия и перемещения деталей.

Обычно используется U – образная конфигурация производственной ячейки – расположение оборудование в виде буквы U (рис. 2.2). Такое рас-

положение способствует организации непрерывного потока единичных изделий и гибкому распределению работников (организации многостаночного обслуживания).

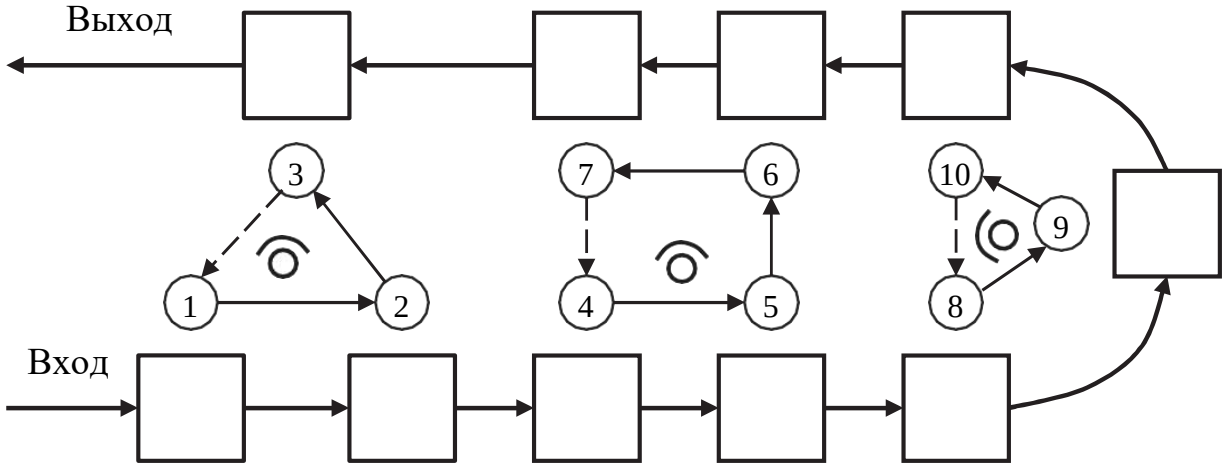


Рис. 2.2. Пример U-образного размещения оборудования

Многостаночное обслуживание (multi-machine working) – работа, при которой один оператор может обслуживать несколько станков разного типа. Для этого каждый оператор должен иметь навыки и соответствую- щую квалификацию, что обеспечивается системой обучения персонала.

Производство в ячейках требует использования оборудования иного типа, чем при выпуске продукции крупными партиями, лучше всего использовать небольшие и более медленные станки. Применение такого типа станков позволит быстро перемещать оборудование при изменении конфигурации ячейки и регулировать скорость изготовления продукции в соответствии со спросом. Желательно также использовать универсальные станки, которые можно легко регулировать и переналаживать для выпуска широкого ассортимента продукции. Вследствие этого при организации потока создания ценности определенные проблемы могут создавать технологическое оборудование и процессы, называемые монументами.

Монумент (monument) – любой объект (станок) или процесс, масштаб (размер) которого таков, что поступающие на вход детали, проекты или заказы вынуждены ждать обработки в очереди. Монумент, как правило, обслуживает более чем один поток создания ценности и работает с большими партиями изделий.

После создания производственной ячейки все проблемные операции становятся очевидными. Если одни операции выполняются быстрее, а другие медленнее, то на стыке этих операций возникают «узкие места», где скапливаются запасы.

После разработки мероприятий по совершенствованию производства выполняется построение карты будущего состояния потока создания ценности (рис. 2.3).

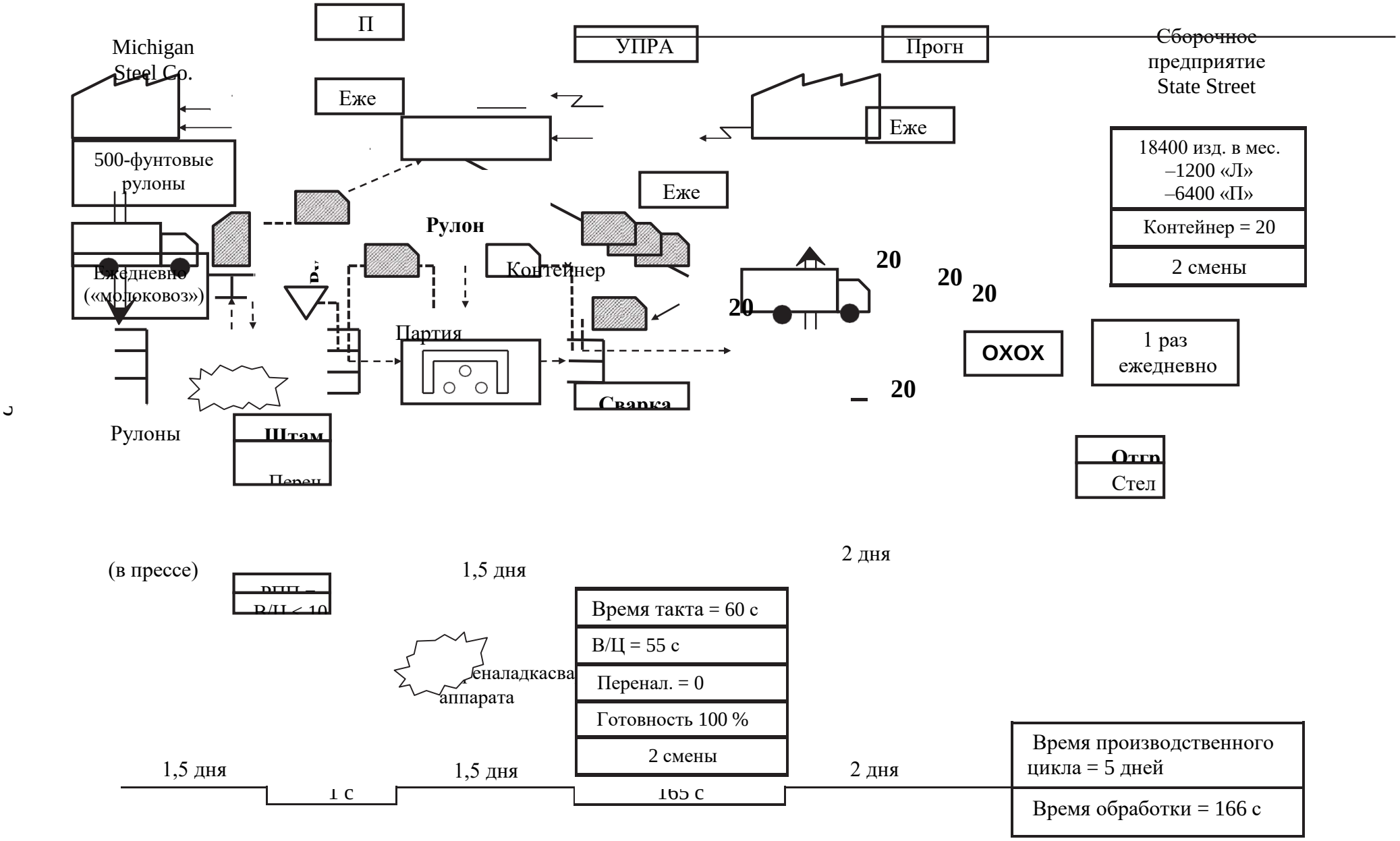


Рис. 2.3. Пример карты будущего состояния потока создания ценности

При разработке потока создания ценности также используют ***систему «шодзинка»*** – систему регулирования объемов выпуска продукции путем упорядочения и перераспределения *рабочей силы*.

Гибкая перестановка рабочих на производственной линии позволяет изменять такт потока (изменяя длину передвижений рабочего и количество обслуживаемых станков) в соответствии со спросом на продукцию фирмы (обычно эти изменения – на предстоящий месяц) за счет рационального размещения станков, наличия достаточного производственного персонала – хорошо подготовленных рабочих – многостаночников, постоянной оценки и периодического пересмотра последовательности выполнения технологических операций, отражаемых в карте трудовых процессов, постоянного обучения рабочих на рабочих местах, в «кружках качества», за счет ротации.

Карта будущего состояния потока создания ценности никогда не внедряется сразу. Обычно на это отводится определенное время (от шести месяцев до полутора лет).

Организация потока создания ценности требует непрерывного совершенствования, корректировки действий и др.

Группа по разработке потока создания ценности должна отвечать за результаты своей работы: за улучшение показателей эффективности потока создания ценности и улучшение финансовых показателей. Число работников, занятых в потоке создания ценности, должно быть не менее 25 и не более 150 человек.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «управление потоком создания ценности».

2. Назовите шаги разработки потока создания ценности.

3. Каково назначение карты потока создания ценности?

4. Что отображается карте текущего состояния потока создания ценности?

5. Что отображается на карте будущего состояния потока создания ценности?

6. В чем заключается сущность принципа генти генбуцу?

7. Назовите основные факторы оценки текущего состояния потока создания ценности.

8. Каково назначение диаграммы «спагетти»?

9. Объясните сущность метода вытягивания.

10. Назовите преимущества создания потока единичных изделий.

11. Назовите преимущества U-образного размещения оборудования.

3. СИСТЕМА «ТОЧНО ВОВРЕМЯ»

3.1. Системы управления материальными потоками

Одной из главных функций системы управления производством является управление материальными потоками, которое осуществляется в основном двумя способами: с помощью выталкивающей системы управления и с помощью вытягивающей системы управления.

Выталкивающая (толкающая) ***система управления*** – система управления материальными потоками, в которой предметы труда подаются с предыдущей технологической операции на последующую операцию в соответствии с заранее сформированным *жестким* производственным графиком.

План выпуска продукции разрабатывается для каждого цеха и выполнение контролируется. Центральная система управления контролирует не только конечное звено, но и промежуточные звенья технологической цепи. Система используется на предприятиях с традиционными методами организации производства. В настоящее время широко используются автоматизированные системы управления предприятием различного уровня реализующие принцип толкающей системы. К таким системам относятся система планирования потребности в материалах (MRP – Material Requirements Planning) и другие, более современные системы.

Схема выталкивающей системы управления представлена на рис. 3.1.

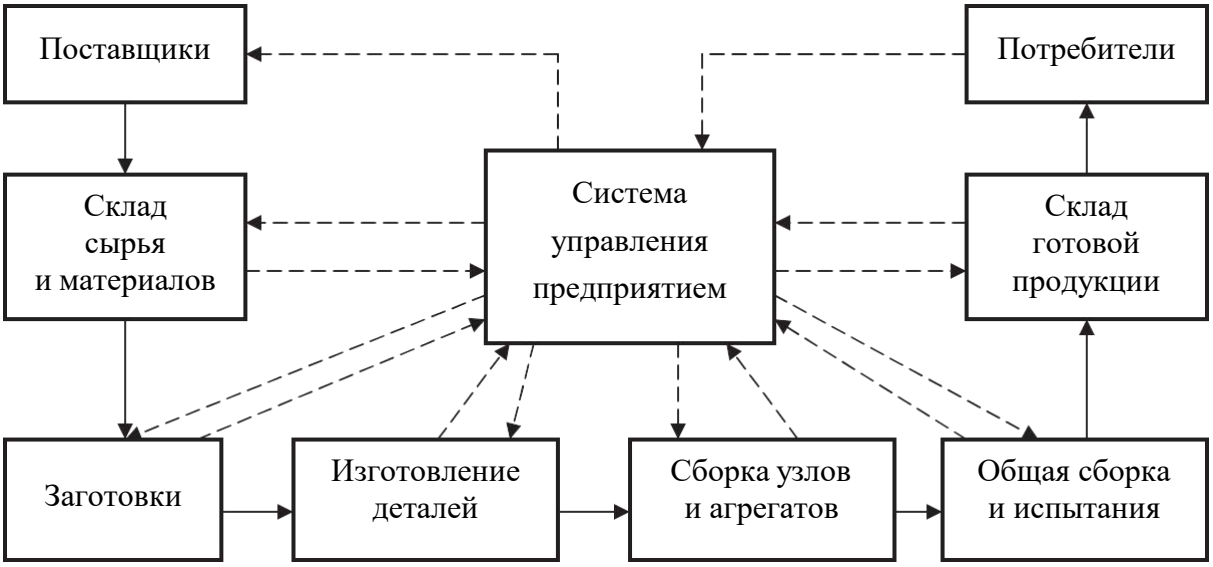


Рис. 3.1. Схема выталкивающей системы управления

На схеме материальные потоки изображены сплошной линией, информационные – штриховой.

Общий недостаток выталкивающей системы – недостаточное отслеживание спроса с обязательным созданием страховых запасов.

Вытягивающая (тянущая) ***система управления*** – система управления материальными потоками, в которой предметы труда подаются с *предыдущей* стадии производственного процесса на *последующую* только тогда, когда в них возникает *потребность*.

При данном способе организации производства центральная система не вмешивается в обмен материальными потоками между участками предприятия, не устанавливает для них текущие производственные задания. Производственная программа отдельного технологического звена определяется размерами заказа последующего звена. Центральная система управления контролирует конечное звено производственной цепи.

Примером вытягивающей системы является система производства «точно вовремя» (JIT – Just-in-time).

Схема вытягивающей системы управления представлена на рис. 3.2.

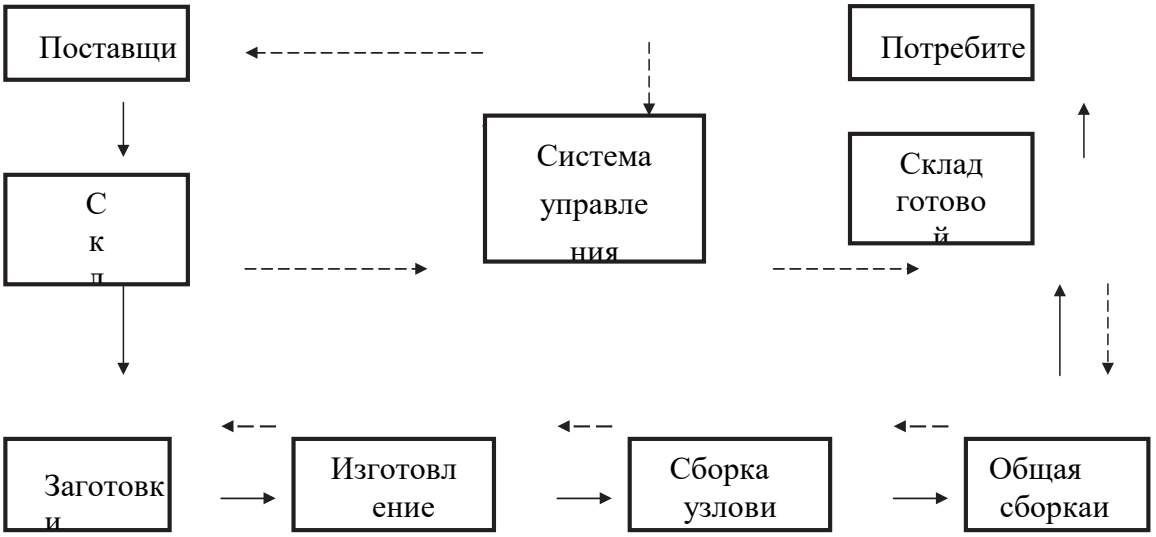


Рис. 3.2. Схема вытягивающей системы управления

Применение вытягивающей системы управления позволяет организовать систему гибкого производства, обеспечивающего выпуск требуемого количества изделий в нужное время в соответствии с изменением спроса потребителей.

Сравнение вытягивающей и выталкивающей систем управления материальными потоками представлено в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Сравнение систем управления материальными потоками

Показатели	Вытягивающая система	Выталкивающая система
1	2	3
1. Закупочная стратегия (снабжение)	Ориентирована на небольшое число поставщиков, поставки частые, небольшими партиями, строго по графику	Ориентация на значительное число поставщиков, поставки в основном нерегулярные, крупными партиями
2. Производственная стратегия	Ориентация производства на изменение спроса, заказов	Ориентация на максимальную загрузку производственных мощностей. Реализация концепции непрерывного производства
3. Планирование производства	Начинается со стадии сборки или распределения	Планирование под производственные мощности
4. Оперативное управление производством	Децентрализованное. Производственные графики составляются только для стадии сборки. За выполнением графиков других стадий наблюдает руководство цехов	Централизованное. Графики составляются для всех цехов. Контроль осуществляется специальными отделами (плановыми, диспетчерскими бюро)
5. Стратегия управления запасами	Запасы в виде незадействованных мощностей (станков)	Запасы в виде излишков материальных ресурсов (сырье)
5.1. Управление страховыми запасами	Наличие страховых запасов говорит о сбое в производственном процессе, т.к. складские площади почти не предусмотрены	Страховой запас постоянно поддерживается на определенном уровне
5.2. Управление операционными заделами (запасы на рабочих местах)	Операционный задел минимален за счет синхронизации производства	Операционный задел не всегда минимален из-за несинхронности смежных операций, различной пропускной способности оборудования, его плохой расстановки, неэффективного выполнения транспортно-складских работ
5.3. Управление запасами готовой продукции	Запасы практически отсутствуют из-за быстрой отправки готовой продукции заказчику. Излишних запасов не бывает, т.к. размер партии готовых изделий сориентирован на заказ	Запасы могут быть большими: - из-за несвоевременности изготовления продукции; - несвоевременности отправки готовой продукции; - размер партии готовых изделий сориентирован на годовую программу без учета колебаний спроса
6. Использование оборудования и его размещение	Универсальное оборудование, которое размещено по кольцевому или линейному принципу	Специализированное оборудование, размещенное по участкам, а также частично универсальное оборудование, расположенное линейно

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3
7. Кадры	Высококвалифицированные рабочие-многостаночники (универсалы)	Узкоспециализированные рабочие, но есть и рабочие-многостаночники
8. Контроль качества	Поставка качественных материальных ресурсов, компонентов, изделий. Сплошной контроль качества осуществляет поставщик	Сплошной или выборочный контроль на всех стадиях производства, что удлиняет производственный процесс
9. Распределительная стратегия	Размер партии готовых изделий равен размеру заказа. Ориентация на конкретного потребителя. Изготовление с учетом специфических требований заказчика. Организация послепродажного обслуживания	Размер партии готовой продукции соответствует плановому выпуску. Ориентация на “усредненного потребителя”. Организация послепродажного обслуживания

Кроме систем управления выталкивающего и вытягивающего типов используются и другие, например системы, ориентированные на «узкие места» производства. В качестве «узких» мест рассматриваются операции, оборудование или стадии производственного процесса, которые сдерживают производство, поскольку они имеют меньшую пропускную способность, чем остальные. Для борьбы с «узкими» местами производства разработаны несколько методов. Этот подход был предложен Э. Голдраттом и получил название «теория ограничений» (TOC – Theory of constraints). Использование принципов TOC позволяет существенно снизить запасы незавершенного производства, сократить производственный цикл, увеличить производительность, повысить степень своевременности и полноты выполнения заказов.

3.2. Характеристика системы «Точно вовремя»

Система «Точно вовремя» (JIT) является основной составляющей концепции «бережливое производство».

Отдельные элементы системы JIT были предложены Г. Фордом и использовались на предприятиях США в 20-х гг. прошлого столетия. Термин «Точно вовремя» впервые применил Кийтиро Тоёда в 1930 г. и использовал систему при производстве автомобилей для устранения излишних запасов материалов и покупных изделий. Широкое применение системы JIT началось в начале 1950-х гг. на предприятиях компании Toyota. Большой вклад в развитие системы JIT внесли Тайити Оно и Сигео Синго.

При организации производства по принципам JIT используется система управления материальными потоками ***вытягивающего*** типа.

Цель системы JIT – выпускать только те изделия, которые нужны для потребителя точно в *нужное* время и в *необходимом* количестве с минимальными затратами ресурсов.

Применение системы JIT позволяет выпускать продукцию с высоким качеством и низкой себестоимостью, сократить сроки производства изделий и производственные площади.

Эти результаты достигаются за счет:

- обеспечения непрерывного потока создания ценности;
- обеспечения высокой гибкости – изменения объема выпуска продукции в соответствии с изменением спроса потребителей;
- сокращения времени переналадки оборудования;
- производства мелкими партиями;
- сквозного контроля качества продукции;
- высокого уровня организации рабочих мест;
- низкого уровня запасов материальных ресурсов, незавершенного производства и готовой продукции;
- синхронизации производственных процессов;
- высокой производительности и эффективности использования оборудования;
- активного участия персонала в решении производственно-технологических проблем;
- обучения персонала;
- непрерывного улучшения процессов;
- хороших отношений с поставщиками и др.

Практическая реализация системы JIT возможна в результате освоения предприятием следующих методов и инструментов бережливого производства:

1) *Вытягивание* – способ организации производства «от конца к началу» по такту, ориентированному на ежедневный темп спроса на продукцию.

2) *Канбан* – инструмент, обеспечивающий информационное и физическое управление выпуском определенного количества продукции на каждом этапе в соответствии со спросом.

3) *Выравнивание производства* – сбалансированное по объему и номенклатуре производство продукции с максимальной подстройкой непрерывного процесса создания ценности под конкретный спрос.

4) *Система 5S* – система организации рабочих мест;

5) *Быстрая переналадка* (SMED) – сокращение времени переналадки оборудования для обеспечения максимальной гибкости производства.

6) *Производство в ячейках* – используется для многостаночного обслуживания рабочими-универсалами и эффективного взаимодействия персонала при выполнении технологических операций.

7) *Визуальное управление и контроль* – наглядное представление состояния производственного процесса (количества и качества выпускаемой продукции, работы оборудования и персонала, уровня запасов).

8) *Система TPM* – обеспечение работоспособного состояния оборудования.

9) С*истема бездефектного изготовления продукции* – обеспечение встроенного контроля качества выпускаемой продукции и автоматической остановки оборудования при возникновении проблем.

10) *Стандартизированная работа* – разработка наилучших действий и оптимального времени выполнения операций для повышения эффективности производства.

Существует много отличительных черт системы JIT, которые проявляются на практике в любом виде деятельности, в компании любой формы собственности, в производственном или непроизводственном секторах экономики.

Необходимые условия реализации концепции JIT:

1) наличие в экономической системе надежных поставщиков;

2) использование систем обмена информацией о требуемых материальных ресурсах;

3) высокая скорость физической доставки материальных ресурсов, в том числе за счет сокращения времени промежуточного хранения и ожидания грузопереработки;

4) точная информация о текущем состоянии производства, точные прогнозы на ближайшее будущее. Для этого при организации и оперативном управлении производственных процессов должны использоваться надежные телекоммуникационные системы и информационно-компьютерная поддержка.

5) высокий уровень доверия между работниками, поставщиками и потребителями.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность толкающей системы управления материальными потоками, ее достоинства и недостатки?

2. В чем сущность тянущей системы управления материальными потоками, ее достоинства и недостатки?

3. Объясните схему толкающей системы управления.

4. Объясните схему тянущей системы управления.

5. Опишите теорию ограничений.

6. Назначение и сущность системы «Точно вовремя».

7. Назовите основные методы реализации системы «Точно вовремя».

8. Назовите условия реализации системы «Точно вовремя».

4. СИСТЕМА 5S И ВИЗУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

***Система* 5S** – это комплекс мероприятий по организации рабочего места, состоящий из пяти этапов, обеспечивающих создание комплексной качественной рабочей среды, способствующей повышению производительности, качества продукции и безопасности труда.

Система 5S получила свое название от первых букв пяти японских слов Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke и их английских аналогов: Sorting, Simplifying, Sweeping, Standardizing, Sustaining, что на русский язык можно перевести как «сортировка», «самоорганизация», «систематическая уборка», «стандартизация», «совершенствование». Имеется несколько вариантов перевода терминов и трактовок определений этапов системы 5S.

Цели системы 5S:

- снижение числа несчастных случаев;
- повышение уровня качества продукции, снижение количества дефектов;
- создание комфортного психологического климата, стимулирование желания работать;
- повышение производительности труда.

Рассмотрим этапы реализации системы 5S.

Сортировка. Все материалы делятся на следующие группы:

- *нужные* – материалы, которые используются в работе в данный момент;
- *неиспользуемые* – материалы, которые могут использоваться в работе, но в данный момент не востребованы;
- *ненужные/непригодные* – брак, который необходимо вернуть поставщикам либо уничтожить.

Соблюдение порядка. Расположение предметов отвечает требованиям:

- безопасности;
- качества;
- эффективности работы.

Четыре правила расположения вещей:

- на видном месте;
- легко взять;
- легко использовать;
- легко вернуть на место.

Содержание в чистоте. Рабочая зона должна поддерживаться в идеальной чистоте.

Порядок действий:

- разбить линию на зоны, создать схемы и карты с обозначением рабочих мест, мест расположения оборудования и т. п.
- определить специальную группу, за которой будет закреплена зона для уборки.
- определить время проведения уборки:
- утренняя: 5 – 10 мин до начала рабочего дня;
- обеденная: 5 – 10 мин после обеда по окончании работы: после прекращения работы, во время простоев.

Стандартизация. Этот шаг подразумевает поддержание состояния на рабочем месте после выполнения первых трёх шагов.

Необходимо создать рабочие инструкции, содержащие описание пошаговых действий по поддержанию порядка, а также вести разработку новых методов контроля и вознаграждения отличившихся сотрудников.

Совершенствование/Формирование привычки. Выработка привычки ухода за рабочим местом в соответствии с уже существующими процедурами.

Важные моменты:

- вовлечение всех работников; работа в команде;
- наблюдение за работой оборудования, за рабочим местом, чтобы облегчить их обслуживание;
- использование фотографий ДО/ПОСЛЕ для сравнения того, что было, и конечного результата;
- организация аудитов, чтобы оценить эффективность внедрения программы 5S.

На основе принципов 5S разработана отечественная система «Упорядочение».

Визуальное управление – практика наглядного представления производственного процесса с отражением прошлого, настоящего и будущего состояний.

Визуализация – это использование любых средств, информирующих о том, как должна выполняться работа. Это такое размещение инструментов, деталей, тары и других индикаторов состояния производства, при котором каждый с первого взгляда может понять состояние системы – норма или отклонение.

Использование визуального управления позволяет достичь двух основных целей:

1) сделать проблемы видимыми, постоянно владеть ситуацией на рабочем месте (Gemba);

2) сделать ясными задачи по улучшению (установить визуальный целевой показатель). При этом всегда одновременно видны как текущие результаты, так и цели.

Визуальное управление может осуществляться следующими основными методами: с помощью *андонов, ключевых показателей* (индикаторов), *фотографий* и *разметки*.

Наиболее часто используемые способы визуализации:

1) Оконтуривание.
2) Цветовая маркировка.
3) Метод дорожных знаков.
4) Маркировка краской.
5) Метод «Было» – «стало».
6) Графические рабочие инструкции.

Оконтуривание – это хороший способ показать, где должны храниться инструменты и сборочные приспособления. Оконтурить – значит обвести контуром сборочные приспособления и инструменты там, где они должны постоянно храниться. Когда нужно будет вернуть инструмент на место, контур укажет место хранения этого инструмента.

Цветовая маркировка указывает, для чего конкретно используются те или иные детали, инструменты, приспособления и пресс-формы. Например, если какие-то детали нужны при производстве определенного изделия, они могут быть окрашены в одинаковый цвет и находиться в месте хранения, окрашенном в такой же цвет.

Метод дорожных знаков использует принцип указания на предметы, находящиеся перед работником (*что, где* и в *каком количестве*). Есть три основных вида таких знаков:

- указатели на предметах, обозначающие, где должны находиться предметы;
- указатели на местах, сообщающие, какие именно предметы должны находиться тут;
- указатели количества, сообщающие, сколько предметов должно находиться в этом месте.

Маркировка краской – это метод, который используется для выделения местонахождения чего-либо на полу или в проходах. Маркировку краской применяют также для обозначения разделительных линий между рабочими зонами или транспортных проездов.

Метод «Было» – «стало» – изображение рабочего места/участка/цеха «до» и «после» изменений – наглядно демонстрирует произошедшие изменения, повышает мотивацию работников и поддерживает новый стандарт.

Графические рабочие инструкции в максимально простой и визуальной форме описывают рабочие операции и требования по качеству на каждом рабочем месте. Графические рабочие инструкции находятся непосредственно на рабочем месте и стандартизируют оптимальный способ выполнения работ, обеспечивая универсализацию рабочих и соблюдение стандартов.

Андон («лампа») – инструмент визуализации контроля текущего состояния хода производства, который уведомляет о проблеме качества или процесса. В качестве информационных средств при этом способе визуализации применяют сигнальные лампы, световое табло, информационные панели (доски), мониторы.

Сигнальные лампы работают следующим образом:

- если технологический процесс выполняется нормально, горит *зеленая* лампа;
- если в процессе возникают несерьезные проблемы, включается *желтая* лампа;
- при возникновении серьезной проблемы, требующей остановки процесса, включается лампа *красного* цвета.

Рабочие не должны бояться остановить процесс для устранения причины сбоя. На японских предприятиях каждый рабочий по крайней мере один раз за смену останавливает конвейер. Если при работе включается небольшое количество ламп желтого цвета, считают, что что-то в производстве выполняется не так, как надо.

На световых табло обычно указывают количество деталей, которые нужно изготовить по плану, и количество действительно изготовленных деталей.

Преимущества использования андонов:

- быстрое обнаружение проблем;
- быстрая реакция на проблемы;
- устранение повторяющихся проблем благодаря раннему их обнаружению, что позволяет применить надежные контрмеры;
- наделение работников полномочиями остановить процесс при возникновении проблемы;
- предотвращение неконтролируемости процесса;
- процесс становится более управляемым.

Ключевые показатели (или индикаторы) представляют собой график или таблицу с изображением заданного и фактического значений показателя (дневная выработка, количество дефектов и т. п.). Они размещаются на информационных досках, которые находятся на каждом участке.

Информационная доска. При размещении информации на доске следует постараться избежать лишней (это не всегда просто, поскольку информация достаточно разнообразна), поэтому нужно отображать только ту, которая необходима на участке:

- показатели исполнения (результаты работы за месяц, выраженные в экономических категориях). Они являются основой для ежемесячного собрания сотрудников;

- показатели производительности (фактическая выработка по отношению к плановой, проблемы качества и т.д.). Эта информация является основой для ежедневного пятиминутного обсуждения;
- общая информация (распоряжения, объявления и т. п.).

Следует периодически избавляться от ненужной или устаревшей информации, а также использовать небольшое количество используемых показателей. Информация должна размещаться в легкодоступных местах и быть понятной без комментариев. Наличие информации о требуемой и фактической выработке дает обратную связь сотрудникам, которые на ее основании могут регулировать темп работы.

В начале рабочей смены все собираются на 5 мин, в течение которых руководитель обращает внимание сотрудников на достигнутые вчера результаты (значения показателей) по каждому сотруднику, выясняются причины успеха сотрудников, показавших лучшие значения, а также причины неудач тех, у кого результаты оказались ниже ожидаемых, даются рекомендации по использованию опыта лучших. В конце смены выделяется 5-10 мин на уборку своего рабочего места, в течение которых руководитель заносит достигнутые сегодня результаты на информационную доску.

Фотографии. Намного проще сделать фотографию рабочего места, стеллажа и т.п., чем составить аккуратное описание в текстовом виде («картинка стоит тысячи слов»). Например, если расположение папок в офисном шкафу стандартизовано (и есть фотография), то отсутствие какой-либо папки сразу становится заметным. Наличие полоски на каждой папке позволяет размещать их в нужном порядке.

Разметка (оконтуривание) показывает, как должны двигаться материальные потоки, где должно стоять оборудование и т.п. Четко установленные места, например для тележек на складе, позволяют не тратить время на их поиск. Для разделения упакованного товара для отгрузки по разным филиалам давно используется цветной скотч, применение которого тоже является визуальным управлением.

Для отображения положения при выполнении производственного процесса используются световые или электронные андоны. Световые андоны могут быть разного цвета, и включение андона красного цвета сигнализирует о возникшей проблеме на рабочем месте. Электронный андон может отображать плановые и фактические показатели выполнения технологического процесса.

Хорошим инструментом по визуализации перемещения служит диаграмма« спагетти». Это наглядный инструмент, который позволяет визуализировать перемещения работников, продукции, транспорта, инструментов или сырья по предприятию. Название связано с тем, что сама диаграмма зачастую выглядит как тарелка спагетти.

Сущность метода заключается в нанесении на план-схему траектории движения сотрудников, транспорта или других объектов. На схему цеха или участка наносятся все фактические (не плановые или предполага- емые) перемещения оператора. Это одна схема. Она используется при ре- шении задачи по сокращению перемещений оператора. Для сокращения движений продукта составляется другая диаграмма, в которой отражается перемещение материалов.

Диаграмма «спагетти» дает возможность оценить потери на все перемещения, понять, какие маршруты самые длинные и часто повторяющиеся и, соответственно, требуют обратить на них внимание.

Этот инструмент бережливого производства универсален, его можно использовать для анализа перемещений в производстве, в офисе, на складе и даже в электронном пространстве.

На предприятиях, где в процессе производства выполняются хаотичные движения, сотрудник в течение дня проходит по 3 – 5 км. При скорости движения человека 4 – 5 км/ч оказывается, что сотруднику оплачивается хождение по цеху (до 1 ч из 8 ч рабочих). Таким образом, работник ходит по предприятию 2 – 4 смены в месяц, а это 10 – 15 % его зарплаты. То же касается и всех работников

От движений работника и материала зависит скорость производства конечной продукции, поэтому важно поместить ресурсы в места их использования.

Визуальное управление помогает определить проблемы и указать на несоответствие между целями и реальностью. При всей своей простоте оно дает возможность улучшить производительность и качество работы через визуализацию уже достигнутых целей и постановку новых.

Средства визуального контроля – мощное средство поддержки бережливого управления. Визуальный контроль отражает степень производственной активности людей и их фокусирования на процессе. Он соединяет работников с их процессами и в то же время отражает приверженность процессу (или ее отсутствие). Средства визуального контроля помогают преобразовывать абстрактное понятие дисциплины в бережливом управлении в конкретные директивы, требующие точного соблюдения.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность и цели системы 5S?
2. Назовите и объясните этапы системы 5S.
3. Как осуществляется визуальное управление?
4. Назовите инструменты визуального управления.
5. В чем сущность способа разметки?
6. Какие показатели отражаются на информационной доске?

5. СИСТЕМА ВСЕОБЩЕГО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

5.1. Общие сведения и определения

Состояние оборудования, степень использования его возможностей в условиях современного механизированного и автоматизированного производства в значительной мере определяют уровень качества продукции и эффективности производства. В связи с этим вопросам оценки состояния оборудования и поддержания его в работоспособном состоянии всегда уделялось серьезное внимание.

После Второй мировой войны в промышленности всех стран используется система производства, при которой оператор занимается изготовлением продукции, а обслуживание оборудования осуществляет специальный персонал – наладчики и механики-ремонтники. Для обеспечения работоспособного состояния оборудования применялась система планово-предупредительных ремонтов (обслуживания). В рамках этой системы составлялись планы технических осмотров, мелких, средних и капитальных ремонтов оборудования, которые выполнялись персоналом ремонтных служб цехов и предприятия в соответствии с заранее составленными планами. Осмотры и ремонты часто производились без учета действительной потребности в их выполнении. С ростом сложности технологического оборудования наладчики и механики не успевали выполнять все увеличивающийся объем работ. Названные и другие причины приводили к увеличе- нию времени простоя оборудования и затрат на поддержание оборудова- ния в рабочем состоянии.

Предприятия Японии использовали системы обслуживания и ремонта оборудования на основе систем, применяемых в США. Для устранения проблем, вызванных применением традиционных систем обслуживания и ремонта оборудования, в конце 1960-х – начале 1970-х гг. на фирме «Ниппон Дэнсо», поставщике электрооборудования для фирмы Toyota, была разработана ***система всеобщего производительного обслуживания оборудования*** (TPM – Total Productive Maintenance), которая является одним из основных элементов бережливого производства.

Используются также названия «всеобщая эффективность оборудования», «всеобщее продуктивное обслуживание оборудования», «всеобщая эксплуатационная система» и другие варианты перевода на русский язык.

Система TPM – система обслуживания оборудования, позволяющая обеспечить его наивысшую эффективность на протяжении всего жизненного цикла с участием всего персонала.

Цель использования системы TPM – совершенствование деятельности предприятия за счет повышения эффективности оборудования, процес-

сов производства, а также улучшения качества продукции и повышения производственной безопасности.

Средством достижения цели ТРМ служит создание механизма, который ориентирован на предотвращение всех видов потерь и достижения «нуля поломок», «нуля несчастных случаев», «нуля брака» на протяжении всего жизненного цикла производственной системы.

«Нуль поломок» достигается в ТРМ за счет поэтапного, систематического и непрерывного осуществления пяти групп мероприятий:

1) создания базовых условий для нормальной работы оборудования;

2) соблюдения условий эксплуатации оборудования;

3) восстановления естественного износа;

4) устранения конструктивных (обусловленных проектом) недостатков оборудования;

5) повышения мастерства операторов, специалистов по ремонту и обслуживанию, инженеров-проектировщиков.

Система ТРМ оставалась секретной разработкой до 1980 г., когда было опубликовано первое её описание на английском языке. С. Накадзима, сотрудник японского института технического обслуживания предприятий, впервые определил концепцию ТРМ и наблюдал процесс её внедрения на предприятиях в Японии. В начале 1990-х гг. система ТРМ в различных вариантах получила распространение во всем мире.

С начала возникновения система ТРМ совершенствовалась. В настоящее время рассматривают три поколения системы ТРМ.

Система ТРМ первого поколения была предназначена для повышения эффективности оборудования, ориентирована на устранение и предотвращение всех потерь, возникающих на рабочих местах вследствие поломок, выпуска бракованной продукции и т. д. Система состояла из пяти направлений деятельности.

Система ТРМ второго поколения направлена на оптимизацию всего производственного процесса, поэтому в нее включено дополнительное направление – улучшение работы обеспечивающих подразделений и качества планирования производственной деятельности.

Третье поколение системы ТРМ характеризуется введением еще двух дополнительных направлений: улучшения качества продукции и повышения производственной безопасности.

В системе ТРМ выделяют 16 видов потерь, которые подразделяются на три группы.

1) *Потери времени функционирования оборудования*:

- потери, вызванные поломками машин и механизмов;
- потери из-за наладки оборудования;
- потери из-за замены инструмента;
- потери при запуске оборудования;

- потери из-за кратковременной остановки оборудования и его работы на холостом ходу;
- потери производительности;
- потери из-за дефектов и необходимости доработки продукции;
- потери из-за запланированных остановок оборудования.

2) *Потери рабочего времени*:

- потери из-за некачественного менеджмента;
- потери из-за нерациональной работы транспорта;
- потери из-за недостатков в организации работы производства;
- потери из-за низкого уровня автоматизации производства;
- потери из-за недостатков производственного мониторинга.

3) *Потери энергии, сырья, материалов и времени из-за ремонта инвентаря*:

- потери готовой продукции;
- потери энергии;
- потери из-за необходимости ремонта производственного инвентаря.

Основные направления развертывания системы ТРМ:

1) Отдельные улучшения для повышения производительности оборудования.

2) Создание системы самостоятельного обслуживания оборудования операторами.

3) Создание системы планового технического обслуживания оборудования.

4) Обучение и повышение квалификации операторов и персонала ремонтных подразделений.

5) Создание системы управления разработкой и внедрением нового оборудования и продукта.

6) Создание системы обслуживания, ориентированного на качество.

7) Создание системы охраны труда и окружающей среды.

8) Создание системы повышения эффективности работы управленческих и обслуживающих подразделений.

Развертывание системы ТРМ позволяет:

- рациональнее использовать имеющееся оборудование;
- составить более реальный план модернизации оборудования и технического перевооружения предприятия, что позволит эффективнее использовать финансовые средства;
- снизить затраты на ремонт и обслуживание оборудования;
- снизить количество слесарей-ремонтников;
- увеличить качество выпускаемой продукции;
- снизить уровень текучести кадров;
- сократить время простоя оборудования;

- сократить сроки пусконаладочных работ;
- сократить затраты на капитальный ремонт;
- повысить производительность труда;
- повысить безопасность труда и др.

Для оценки эффективности работы оборудования в системе ТРМ используется не коэффициент загрузки оборудования, а коэффициент общей эффективности оборудования (OEE – Overall Equipment Effectiveness), который выражается в процентах и рассчитывается по формуле:

$$OEE = K_1 K_2 K_3 ,$$

где K_1 – коэффициент использования планового фонда времени работы оборудования; K_2 – коэффициент использования технических возможностей оборудования; K_3 – коэффициент годной продукции.

Коэффициент использования планового фонда времени работы оборудования определяется как отношение фактического времени работы оборудования к времени производственного цикла. Коэффициент характеризует потери, связанные с поломками, переналадками и регулированием оборудования, заменой инструмента и т. д.

Коэффициент использования технических возможностей оборудования определяется как отношение текущей выработки к запланированной, характеризует потери из-за приостановок и холостого хода, из-за снижения скорости обработки.

Коэффициент годной продукции определяется как отношение количества качественных изделий к общему числу изготовленных изделий, характеризует потери из-за брака и переделок, при запуске оборудования.

Целью определения OEE является не оценка работы оператора, а улучшение функционирования оборудования или совершенствование выполнения процессов. Информацию, необходимую для расчета коэффициентов, собирают операторы, заполняя таблицы для сбора данных. Затем выполняются расчеты коэффициентов и значения OEE. Выполнять расчет OEE имеет смысл только в том случае, когда сбор данных и вычисление показателей производится регулярно. Измерение OEE в заданные промежутки времени позволяет выявить закономерности появления потерь и разработать программу улучшения функционирования оборудования. Для хранения данных и вычисления OEE разработано программное обеспечение. Результаты расчета в виде различных графиков должны быть доступны всем участникам процесса для того, чтобы выявить проблемы, разработать мероприятия по их устранению и увидеть результаты работы по улучшению использования оборудования.

Перед развертыванием на предприятии системы ТРМ коэффициент общей эффективности оборудования обычно составляет 40…60 %. Когда этот показатель повышается до 85 % или выше, то даже на существующих

производственных мощностях объем производства увеличивается в 1,5 – 2,0 раза. Или, при постоянстве объема выпуска продукции, производ- ство можно осуществить на 1/2 – 2/3 имеющегося оборудования.

Для внедрения TPM следует:

- перед началом развертывания TPM реализовать на предприятии систему организации рабочего места 5S, которая позволяет повысить эффективность деятельности от 3 до 5 %;
- провести анализ состояния существующей на предприятии системы планово-предупредительных ремонтов и технического обслуживания (ППР и ТО) оборудования;
- разработать систему сбора и регистрации данных для расчета OEE;
- разработать или использовать готовое специальное программное обеспечение для фиксации данных, расчетов OEE и визуального отображения полученных результатов;
- разработать план развертывания системы TPM;
- провести обучение работников предприятия;
- выполнить оценку готовности предприятия к развертыванию системы TPM.

Оценка готовности к развертыванию системы TPM выполняется в три этапа.

Этап 1. Проводится опрос руководителей верхнего уровня, чтобы установить степень их осведомленности о системе TPM. Результаты опроса количественно выражаются в баллах.

Этап 2. По специально разработанной методике оцениваются полнота и качество технологической документации. Считается, что чем лучше и детальнее проработана технологическая документация, тем больше потенциальный эффект от внедрения системы TPM. Дается балльная оценка состояния оборудования, на котором будут отрабатываться навыки самостоятельного обслуживания и отдельные улучшения.

Этап 3. Проводится групповой опрос руководителей среднего уровня для оценки их компетентности в вопросах освоения системы TPM. Оценка степени их осведомленности и готовности осваивать систему TPM выражается в баллах.

При необходимости дополнительно проводится оценка качества менеджмента, степени эффективности оборудования, качество проводимого ремонта, а также наличие возможностей для обучения персонала методам освоения системы TPM. Итоговая оценка степени готовности предприятия к развертыванию системы TPM дается в баллах от 1 до 100. Она может учитываться руководством предприятия при выборе подразделений, в которых систему TPM следует развернуть в первую очередь.

Движущей силой TPM считают деятельность так называемых малых групп, в состав которых входят разные категории сотрудников предприятия. Именно участие всего персонала – от руководителей до рядовых работников обеспечивает эффективность внедрения системы TPM. Для объединения усилий и скоординированного их приложения следует организовать рабочую группу, которая будет отвечать за планирование деятельности и контроль результатов выполнения намеченных мероприятий.

Важным фактором является оценка стоимости внедрения TPM. Опыт внедрения системы TPM за рубежом показывает: в течение двух первых лет на 10 – 20 % возрастут расходы на обучение и примерно на 15 % увеличатся затраты на обслуживание оборудования при условии, что за первый год будет охвачено 10 % оборудования предприятия (и 20 % – за второй год).

Оценить стоимость работ по развертыванию системы TPM можно по коэффициенту общей эффективности оборудования для наиболее ответственных процессов. Разница между текущим значением в 55 % и желаемым 85 – 90 % может быть рассчитана как дополнительная мощность. Можно оценить затраты по потерям рабочего времени, обусловленными организационными причинами, простоями, снижением скорости работы оборудования, энергии и материалов.

Отдача от вложений в развертывание системы TPM может быть вычислена за пятилетний период с ожидаемым сокращением затрат на обслуживание на 25 – 30 % и производственных затрат на 20 – 30 % .

Особенность методологии TPM состоит в том, что на ее основе возможна плавная и плановая трансформации существующей системы обслуживания и эксплуатации оборудования к более совершенной. С этой целью путь внедрения TPM удобно представить в виде последовательности этапов, каждый из которых преследует вполне определенные цели и, главное, дает вполне ощутимый эффект.

Внедрение системы TPM в зависимости от степени готовности предприятия может быть осуществлено за период от 3 до 10 лет.

5.2. Направления развертывания системы TPM

5.2.1. Проведение отдельных улучшений для повышения производительности оборудования

Первым направлением развертывания системы TPM является проведение отдельных улучшений.

Отдельные улучшения – это действия, выполняемые в соответствии с тематикой улучшений проектными командами (группами) на модельном оборудовании для выявления потерь и разработки мероприятий по повышению эффективности производственной системы.

Все работы по этому направлению на предприятии координирует тематическая группа «Отдельные улучшения». В зависимости от состояния производства совет TPM утверждает долгосрочный (около трех лет) план работы этой группы.

Направлениями работы тематической группы могут быть:

- оптимизация использования помещений;
- повышение эффективности использования энергетического оборудования и снижение расхода энергоресурсов;
- составление процедуры работы с подрядными организациями;
- проведение отдельных улучшений в производственных цехах и ремонтно-технических службах;
- разработка системы подачи и реализации предложений по проведению улучшений.

Наибольший объем работ по отдельным улучшениям обычно связан с совершенствованием и функционированием оборудования. Вначале эти работы на модельном оборудовании выполняют проектные и модельные группы. Затем их опыт используют рабочие группы. Причем свою деятельность в этом направлении рабочая группа также начинает с модельного оборудования на своем участке. Затем эта деятельность распространяется на все оборудование, закрепленное за рабочей группой.

Выполнение отдельных улучшений проводится в следующей последовательности:

1) выбор модельного оборудования или модельной производственной линии;

2) формирование команды проекта, состоящей из нескольких человек, возглавляемой линейным руководителем, ответственным за модельное оборудование;

3) выявление потерь;

4) установление тематики улучшений и целей: определить тематику улучшений, установить время и определить действия по устранению потерь, распределить обязанности между участниками;

5) внесение предложений по политике в области улучшений: составить план действий по проведению анализа улучшений, внесению предложений и проведению оценки высшим руководством;

6) развитие системы улучшений: демонстрация использования методов и методик и накопленного опыта в области улучшений, обеспечение достижения цели по развитию системы улучшений, мотивация участия персонала в улучшениях посредством оценки высшим руководством;

7) внедрение улучшений;

8) подтверждение результатов (расчет OEE до и после внедрения улучшений);

9) стандартизация улучшений, осуществленных на модельном оборудовании;

10) распространение результатов работы на остальное оборудование для повышения общей эффективности оборудования.

5.2.2. Создание системы самостоятельного обслуживания оборудования операторами

Ключевым направлением развертывания системы ТРМ является система самостоятельного обслуживания оборудования операторами (СООО). При традиционных методах организации производства оператор занимается изготовлением продукции, а обслуживание оборудования осуществляют наладчики, механики-ремонтники, то есть функционально эти два вида деятельности разграничены. При этом ремонты оборудования носят планово-предупредительный характер, а действительная потребность в ремонте не учитывается. Наладчики не успевают выполнять все увеличивающийся объем работы. Все это ведет к увеличению времени простоя оборудования и увеличению затрат на поддержание оборудования в рабочем состоянии.

Самостоятельное обслуживание оборудования в системе ТРМ – это такой порядок работы, при котором оператор, помимо выпуска продукции, осуществляет чистку, смазку, проверку и затяжку соединений, устранение мелких неисправностей закрепленного за ним оборудования.

При переходе на самостоятельное обслуживание оборудования первым шагом является обучение операторов способам и видам обслуживания оборудования. Далее для всех типов оборудования, которые переводятся на самостоятельное обслуживание, определяются виды и периодичность работ по обслуживанию и мелким ремонтам, передаваемым операторам.

По этим работам разрабатываются и размещаются на рабочих местах наглядные карты, схемы, инструкции. Для выполнения работ оператор оснащается необходимыми инструментами и материалами.

Внедрение системы СООО осуществляется за семь шагов:

Шаг 1. *Чистка и уборка, совмещаемые с проверкой*. Полная чистка оборудования, удаление мусора, пыли и грязи, а также смазка, затягивание болтов, обнаружение и устранение неполадок оборудования. При выполнении следует использовать методику *красных ярлыков* – отмечать проблемные места ярлычками красного цвета. После устранения неполадки ярлычок снимать, по мере устранения неисправностей количество ярлычков будет сокращаться.

Шаг 2. *Принятие мер по источникам загрязнений, труднодоступным и сложным местам*. Преобразование источников загрязнения и способов борьбы с распространением загрязнений, а также труднодоступных

для чистки и смазки мест в целях сокращения продолжительности этих процессов.

Шаг 3. *Подготовка норм чистки, смазки, проверки*. Разработка норм, направленных на сокращение продолжительности и поддержание регулярности работ по чистке, смазке и затягиванию болтов (в нормах указывается время работ).

Шаг 4. *Общая инспекция*. Обучение проверке оборудования с помощью руководств по проведению проверок; обнаружение и устранение мелких неполадок оборудования в ходе общей проверки.

Шаг 5. *Самостоятельная инспекция*. Разработка и внедрение проверочного листа для проведения операторами самостоятельных проверок оборудования.

Шаг 6. *Стандартизация*. Провести стандартизацию всех видов проверок на рабочем месте и добиться полной систематизации поддерживающего контроля: стандарты на чистку, смазку, проверку оборудования; стандарты на движение материалов на рабочих местах; стандартизация регистрации данных; стандартизация контроля оснастки, инструмента и др.

Шаг 7. *Самостоятельное управление и самореализация*. Осуществление модернизации оборудования на основе анализа среднего времени между отказами оборудования, устранение неравномерности деятельности по совершенствованию производительного обслуживания оборудования.

Шаги 1 – 3 относятся к системе 5S.

При внедрении и реализации системы СООО используют методику пять вопросов «Почему?» (5W – 5Why?) .

Методика используется для выявления основной причины проблемы и заключается в том, чтобы многократно задавать вопросы «Почему появляется эта проблема?» при анализе проблемной ситуации.

Для того чтобы установить основную причину проблемы, обычно хватает пяти вопросов. Для получения полной и точной информации необходимо правильно формулировать вопросы.

Рассмотрим пример применения данной методики.

Вопрос 1. Проблема: почему на полу машинное масло?

Ответ. Причина: потому что масло вытекло через шток цилиндра.

Вопрос 2. Проблема: почему случилась протечка?

Ответ. Причина: потому что уплотнительное кольцо пришло в негодность.

Вопрос 3. Проблема: почему уплотнительное кольцо пришло в негодность?

Ответ. Причина: потому что шток поврежден.

Вопрос 4. Проблема: почему шток поврежден?

Ответ. Причина: потому что грязь, попавшая в масло, разъедает поверхность штока.

Вопрос 5. Проблема: почему грязь попадает в масло?

Ответ. Причина: потому что крышка масляного бака не закрывается герметично.

К методике пять вопросов «Почему?» часто добавляют вопрос «Как?» (How?). Вопрос «Как решить проблему?» требует конкретного предложения для устранения основной причины.

При выполнении шага 1 используют методику «красных ярлыков» – отмечают на технологическом оборудовании проблемные места ярлычками (стикерами, ленточками) красного цвета, которые снимают после устранения конкретной неполадки.

Широко используются контрольные листки ТРМ. Контрольные листки ТРМ – это инструкция (памятка) для выполнения работы, например проверки оборудования, где зафиксированы основные объекты, параметры проверки, рекомендации в виде рисунков, таблиц, текстов.

5.2.3. Система планового технического обслуживания оборудования

Работами по совершенствованию ППР и ТО оборудования на предприятии руководит соответствующая тематическая группа. Содержание этих работ должно быть определено генеральным планом развертывания системы ТРМ и планом мероприятий по внедрению, утвержденным советом ТРМ предприятия. Эти работы могут выполняться по следующим направлениям:

1) Определение концепции ППР и ТО.

2) Информационное обеспечение ППР и ТО.

3) Обеспечение процесса технического ремонта и обслуживания в условиях системы самостоятельного обслуживания оборудования операторами.

4) Анализ ремонтопригодности оборудования.

5) Обеспечение и организация поставки запасных частей.

6) Приобретение нового оборудования для замены морально и физически устаревшего.

Работы по этим этапам проводятся параллельно. Рассмотрим основные задачи и пути их решения для названных направлений.

Выбор и обоснование системы ППР и ТО. В зависимости от сложности используемого оборудования, наличия и числа узких мест, квалификации операторов, возможностей замены изношенного оборудования, характера производства система ППР и ТО может быть ориентирована на ППР или ТО, или быть смешанной. Смешанная система подразумевает,что одна часть ремонтного персонала постоянно находится в производ- ственных цехах для оперативного решения возникающих проблем (смен- ный персонал по техническому обслуживанию), а другая – объединена в

централизованную службу, технический персонал которой постоянно работает под управлением отдела планово-предупредительного ремонта и выполняет работы по ППР и модернизации оборудования. В условиях СООО численность ремонтного персонала, закрепленного за цехом, может быть существенно уменьшена, но их квалификация должна быть повышена. Как правило, нужны универсальные специалисты (электронщики, которые могут выполнять функции электриков и т. п.). Такие специалисты работают группами по два человека и способны устранить любую неисправность. Бригадой ремонтников в цехе (примерно шесть человек) должен руководить опытный инженер, хорошо знающий закрепленное оборудование.

Перед формированием бригад ремонтников в каждом цехе должен быть выполнен анализ неисправностей, характерных для оборудования в данном цехе, и с учетом этого выбраны состав и численность бригады.

Перед формированием централизованной службы ППР должен быть выполнен анализ работ по ППР и модернизации оборудования и с учетом этого также определены состав и численность персонала службы, ее оснащение. Загруженность такой службы обычно неравномерна, поэтому в моменты пика работ могут привлекаться сотрудники сторонних специализированных организаций. Целесообразно, чтобы группой таких сотрудников руководил штатный сотрудник централизованной службы. Это повышает эффективность работы привлеченных специалистов.

Все сотрудники ремонтных служб должны постоянно повышать свою квалификацию и проходить аттестацию.

Информационное обеспечение системы ППР и ТО. Работы по этому направлению должны решить следующие задачи.

1) Создание информационно-технического центра службы ППР и ТО. В центре должны быть собраны техническая документация, государственные стандарты и регламенты, справочники, паспорта оборудования, инструкции, технологические схемы производственных линий. Центр должен быть компьютеризован.

2) В рамках автоматизированной системы управления предприятием организация компьютерного учета и анализа всех видов простоев оборудования, брака продукции и их причин, отклонений от плана производства.

3) Разработка и освоение методики планирования ремонтов обслуживания оборудования, потребности в комплектующих и материалах с учетом данных анализ причин брака и простоев.

Обеспечение процесса технического ремонта и обслуживания в условиях самостоятельного обслуживания оборудования операторами. Для всех видов оборудования, которые переводятся на СООО, должны быть определены виды и периодичность работ по обслуживанию и мелким ремонтам, передаваемым операторам. По этим работам должны быть раз-

работаны наглядные карты, схемы, инструкции и размещены на рабочих местах. Для выполнения работ по ремонту и обслуживанию рабочие места должны быть оснащены необходимым инструментом. Оператор должен иметь возможность получать необходимые материалы, некоторые инструменты и комплектующие на складе.

Анализ ремонтопригодности оборудования. Рабочие группы, закрепленные за оборудованием, совместно с инженерно-техническим персоналом службы ППР и ТО ведут постоянный учет и анализ функционирования оборудования, условий и эффективности его обслуживания и ремонта. Для этого могут использоваться как рабочие журналы для каждого вида оборудования, так и вычислительная техника. На основании этих данных разрабатываются отдельные улучшения оборудования и методов его обслуживания и ремонта.

Обеспечение и организация поставки запасных частей. По результатам компьютерного анализа работы оборудования сотрудники планового отдела центральной службы ППР и ТО выполняют прогноз потребности в запасных частях и материалах. Они должны заказываться и поступать на склад центральной службы ППР и ТО с учетом планов ремонта и обслуживания оборудования.

Приобретение нового оборудования для замены существующего. Заявки на приобретение нового оборудования при организации производства новой продукции формирует обычно в машиностроении служба главного технолога. При замене морально и физически устаревшего оборудования в действующем производстве большую роль играют технологи цехов. В этом случае инициатива может исходить от тематических или рабочихгрупп. Во всех случаях заявки желательно согласовывать со службой ППР и ТО, которая владеет информацией об эксплуатационных свойствах оборудования различных фирм-производителей.

5.2.4. Обучение и повышение квалификации операторов и персонала ремонтных подразделений

Система ТРМ требует обучения сотрудников, как в начале развертывания, так и в процессе реализации системы. Поэтому обучение и повышение квалификации операторов станков и персонала ремонтных подразделений является важным фактором при развертывании системы ТРМ. Персонал имеет разный уровень подготовки и не все могут иметь необходи- мые знания по эксплуатации, проверке и устранению неисправностей оборудования.

В процессе обучения должны быть изучены инструменты для выявления потерь и получены навыки их применения. Должны изучаться документы по конструкции и обслуживанию оборудования, требования и ин-

струкции по технике безопасности; передовые методы эксплуатации, обслуживания и ремонта оборудования; методы контроля состояния оборудования, продукции и пр.

Для реализации системы СООО операторы должны быть обучены методам обслуживания оборудования, проверки работоспособности оборудования. Операторы должны понимать, в каких случаях неисправность можно устранить самостоятельно, имея соответствующие навыки, а в каких случаях – вызвать работников ремонтных служб.

С большой эффективностью при реализации направлений ТРМ используется методика «Урок на одном листе» (On Point Lesson – OPL). Суть методики: каждый вопрос, предназначенный для самостоятельного изучения в течение 10 – 15 мин, излагается на одном листе.

Методика «Урок на одном листе» позволяет:

- передавать информацию – знания и навыки обслуживания оборудования, а также сведения по вопросам его обслуживания и улучшения;
- расширять область знаний и приобретать навыки в короткие сроки, когда это необходимо;
- повышать уровень осведомленности о производственном процессе.

Листки в зависимости от своего назначения делятся на три вида:

1) *листок, содержащий базовые знания*: сведения, необходимые для ежедневной производственной деятельности или для развертывания ТРМ;

2) *листок с примером устранения причины проблемной ситуации*: в нем рассматривается практический опыт устранения какой-нибудь неисправности (поломки, случая брака и т. д.) и даются рекомендации, что нужно ежедневно делать, чтобы ситуация не повторялась;

3) *листок с примером улучшения*: информация о принимаемых решениях, мерах и результатах практического улучшения систем и объектов в целях применения на аналогичных производственных участках.

Основной принцип методики – научить слушателей мыслить, самостоятельно выполнять задания и уметь разъяснять их содержание другим участникам рабочих групп, поддерживать обсуждение и делать его более ясным.

Применение методики позволяет делать учебные материалы менее громоздкими. Материалы должны разрабатываться специалистами, непосредственно занятыми в производстве.

Для разработки программ обучения должны быть созданы рабочие группы. Их участники должны определить тематику и структуру тренингов. К подготовке тренингов привлекаются технологи и механики, предоставляющие необходимую для обучения информацию. В процессе подготовки тренингов принимают участие и операторы производственных линий. При организации обучения применяют каскадный метод, метод пере-

дачи знаний и навыков по цепочке «координаторы – кураторы – лидеры – члены рабочих групп ТРМ».

5.2.5. Система управления разработкой и внедрением нового оборудования и нового продукта

Состояние технологического оборудования влияет на эффективность работы системы «Точно вовремя». Для производства необходимы станки, которые функционируют тогда, когда требуется. Если на предприятии внедрена вытягивающая система производства «Точно вовремя», то поломка станка или нарушение хода производственного процесса может иметь катастрофические последствия, так как запасы незавершенной про- дукции минимальны. Ненадежные станки и механизмы требуют изготов- ления изделий партиями, ведут к росту незавершенного производства и за- трат на техническое обслуживание и ремонт.

Конструкция оборудования должна обеспечивать быструю регулировку, смену инструмента и оснастки для осуществления быстрого перехода на выпуск новых изделий, в соответствии с полученным заказом.

Поэтому одним из факторов улучшения деятельности предприятия при использовании системы ТРМ является повышение эффективности использования имеющегося оборудования за счет его непрерывного улучшения и проектирования нового оборудования с учетом полного жизненного цикла с последующим выводом его в кратчайшие сроки на полную проектную мощность.

В этих целях, с учетом перехода на самостоятельное обслуживание оборудования оператором, переосмысливаются задачи планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания оборудования. Обновленные (сокращенные, но обладающие более высокой квалификацией) ремонтные службы предназначаются для ведения среднего и капитального ремонтов, модернизации оборудования, а также для устранения серьезных аварий. Усиливается информационное обеспечение, предполагающее консолидацию технической документации, компьютерный учет и анализ всех видов простоев оборудования и их причин.

Большинства возникающих при производстве продукции проблем можно было бы избежать, если правильно сконструировать или выбрать оборудование, легкое в эксплуатации и обслуживании, и разработать изделие, легкое в изготовлении.

Все проекты, связанные с разработкой новой продукции, классифицируют следующим образом:

- *инновационные проекты* (представляют собой разработки новых технологий или видов продукции);

- *реновационные проекты* (направлены на изменение существующих видов продукции);
- *проекты, связанные с продуктивностью* (реализуются для повышения эффективности работы или снижения себестоимости продукции без изменения ее качества). К проектам такого типа относится, например, поиск новых поставщиков с более выгодными условиями поставки или сокращение времени перехода от производства изделий одного вида, на изделия другого вида.

5.2.6. Система обслуживания, ориентированная на качество

Цель этого направления – обеспечение высокого качества продукции и оборудования и достижение «нуля брака».

Всеобъемлющий контроль качества в рамках системы ТРМ развертывается после того, как будет реализован четвертый шаг внедрения направления СООО – общая инспекция, предназначенная для поддержания таких производственных условий, при которых становится возможным выпускать 100 % качественной продукции. На этом этапе проверке подвергаются все узлы оборудования, кроме того, проверяется затяжка болтов и гаек, регулярно проводится смазка оборудования. Результатом подобного контроля станут уменьшение числа сбоев в работе оборудования и повышение его надежности. Для обеспечения выпуска качественных изделий должна быть внедрена система контроля за точностью работы оборудования. Необходима также система контроля материалов и полуфабрикатов в ходе производственного процесса. При выполнении данных работ применяют измерительные устройства, статистические методы, контрольные листки и пр. Должна быть разработана система проверки и корректировки документации с описанием технологических процессов, например, в случае изменения параметров или при применении нового оборудования.

Высокий уровень качества изготовления изделий обеспечивается реализацией метода ***дзидока*** – *автономизации*. Есть две составляющие системы дзидока. Первая состоит в том, чтобы разделить человека и машину. Вместо наблюдения за одной машиной оператор должен был наблюдать за двумя, следить, чтобы обе работали. Так было с тремя, четырьмя и бóльшим количеством машин. Вторая часть дзидока – концепция создания стопроцентного качества в любое время на протяжении всего процесса, без необходимости дальнейшего контроля. Это значит, что должен быть такой процесс, ключевые составляющие которого можно было контролировать в любое время. Для исключения ошибок операторов и других участников производственного процесса используются устройства от ошибок *пока-ёкэ*. Это различные технические устройства, позволяющие обнаружить ошибки

оператора или нарушение нормальной работы станка и сигнализировать с помощью светового (звукового) средства или остановить станок.

5.2.7. Система обеспечение безопасности при техническом обслуживании оборудования

Система ТРМ не должна вступать в противоречие с нормами техники безопасности, охраны труда и экологии. Исходя из этих соображений, следует наметить общие направления совершенствования системы ТРМ и следовать им при определении задач для отдельных участков и подразделений. Техническое обслуживание оборудования охватывает самые разнообразные виды работ. Это и принятие мер в случае внезапных аварийных отказов оборудования, и периодические проверки, и ремонт, и модернизация оборудования в целях повышения его технических возможностей и продления срока службы и др.

Для обеспечения безопасности труда во время проведения работ по техническому обслуживанию оборудования следует учитывать все факторы, потенциально опасные для здоровья человека. Предотвращение несчастных случаев – одна из целей ТРМ.

Несчастные случаи возникают в соответствии с принципом Генриха (Heinrich) – 1:29:300. Этот принцип означает, что на 1 несчастный случай приходится 29 случаев мелкого травматизма (по той же причине) и 300 происшествий, не повлекших травм (по той же причине). Другими словами, если не происходит инцидентов, нельзя из этого факта делать вывод, что охрана труда на высоте: они отсутствуют по чистой случайности и мо- гут произойти в любой момент, поскольку на данном участке скопилось огромное количество факторов, которые при определенном стечении обстоятельств могут привести к несчастному случаю. Этими причинами являются мелкие дефекты, которые часто не выявляются или им не уделяют внимания. Фирма DuPont приводит такие данные, полученные статистическими методами, по разным отраслям промышленности: на 1 смертельный исход приходится 30 тяжелых травм, 300 легких травм, 3 тыс. оказания первой помощи и 30 тыс. небезопасных действий и условий труда. Только устранив эти 30 тыс. возможностей, можно избежать тяжелых травм и травм со смертельным исходом.

В целях обеспечения безопасности при осуществлении технического обслуживания оборудования следует выполнять следующие правила:

1) обезопасить подходы и место для работы по обслуживанию;

2) выяснить, является ли простой схема разборки-сборки;

3) определить, насколько удобно производить замену деталей в случае поломок и других неисправностей;

4) установить, насколько технологична смазка оборудования;

5) знать, обладает ли персонал, производящий техническое обслуживание, требуемыми знаниями и квалификацией;

6) выполнить работу по прогнозированию возникновения опасности и мест, источников опасности.

Значительного повышения уровня техники безопасности можно получить за счет *системы взаимной ответственности* – каждый работник обязуется отвечать за безопасность двух коллег. Чаще всего в такие группы из трех человек объединяются сотрудники одного отдела или цеха.

Для выявления возможности появления опасности при обслуживании оборудования применяют технику обучения персонала прогнозированию опасности.

Обучение прогнозированию опасности (KYT – Kiken Yobou Toreningu) выполняется с помощью методики 4R, которая осуществляется в четыре приема. Методика 4R подразумевает применение фотоснимков объектов и подготовку соответствующих иллюстраций. Такое обучение ориентировано на формирование навыков обнаружения опасных факторов, скрытых в оборудовании и приемах работы. Оно позволяет научиться вырабатывать соответствующие меры.

Методика 4R реализуется в следующем порядке:

1R: Какая здесь кроется опасность?;

2R: Опасные факторы;

3R: Что бы вы сделали?;

4R: Мы сделаем так.

Эту технику необходимо применять в ходе поэтапного развертывания работы по организации охраны труда вместе с методикой *красных ярлыков*.

Работа по организации системы охраны труда будет еще более эффективной, если в ней применить три инструмента командной работы в малой группе.

Тремя инструментами активизации работы по организации системы охраны труда являются:

1) рабочая (информационная) доска;

2) методика «Урок на одном листе»;

3) деятельность по прогнозированию опасности (KYK – Kiken Yobou Katsudou).

На рабочей доске отражаются содержание и результаты текущей работы по организации системы охраны труда.

На рабочей доске может отображаться следующая информация.

1) Политика вышестоящего руководства:

- плановые задания;
- мероприятия.

2) Показатели развития:

- план;
- реальные достижения.

3) Достигнутые успехи:

- достигнутый коэффициент общей эффективности оборудования;
- результаты СООО и пр.

4) Предстоящие задачи:

- проекты по отдельным улучшениям;
- проекты в области СООО и т. д.

5) Результаты самооценки продвижения.

6) Листы «Урок на одном листе».

Листы «Урок на одном листе» позволяют легко понять, каковы ключевые факторы системы охраны труда. По ним можно изучать примеры несчастных случаев. Лучше всего их использовать на утренних планерках.

Деятельность по прогнозированию опасности (KYK) является следующим шагом после развития системы KYT. Ее цель – привнесение безопасности в работу, и заключается она в прогнозировании и принятии мер в отношении безопасности в повседневной деятельности.

5.3. Этапы развертывания и организационная структура системы TPM

5.3.1. Этапы развертывания системы TPM

При внедрении системы TPM важен процесс её развертывания. Если процесс развертывания организован неправильно, то ожидаемый эффект будет минимальным. Поэтому в TPM повышенное внимание уделяется выработке последовательности действий и формированию организационной структуры по продвижению этой системы.

Развертывание TPM выполняется за 4 этапа (12 шагов):

Этап I. ***Подготовка.*** Этап состоит из пяти шагов:

1) Провозглашение высшим руководством решения о внедрении системы TPM.

2) Обучение персонала методам внедрения TPM.

3) Создание организационной структуры для продвижения TPM и утверждение предварительного регламента деятельности.

4) Определение политики и целей TPM.

5) Разработка генерального плана продвижения TPM.

Этап II. ***Начало.*** Этап состоит из одного шага:

6) Объявление о начале внедрения TPM.

Этап III. ***Внедрение.*** Этап состоит из пяти шагов:

7) Создание системы повышения эффективности производственного сектора:

- отдельные улучшения.
- самостоятельное обслуживание.
- плановое обслуживание.
- повышение мастерства эксплуатации и обслуживания.

8) Создание системы управления оборудованием на начальном этапе его работы и системы разработки новой продукции.

9) Создание системы обеспечения качества.

10) Создание системы повышения эффективности функционирования непроизводственных подразделений.

11) Создание системы поддержания благоприятной окружающей среды и безопасных условий труда.

Этап IV. ***Закрепление***. Этап состоит из одного шага:

12) Завершение внедрения TPM, подъем TPM на новый уровень.

5.3.2. Организационная структура продвижения TPM

Развертывание TPM на предприятии начинается с формирования организационной структуры её продвижения.

На высшем уровне организационной структуры располагается Совет TPM, на уровне крупных подразделений – малые советы TPM, на каждом уровне создаются малые группы, области деятельности которых частично пересекаются. Методическую помощь по развертыванию системы TPM на предприятии должны оказывать внешние консультанты, имеющие опыт внедрения и использования системы на практике.

Продвижение системы TPM осуществляется с помощью структуры управления, в которой взаимодействие «по горизонтали» осуществляется между малыми группами одного уровня, а «по вертикали» – между соподчиненными подразделениями в иерархически организованной структуре предприятия.

Совет TPM – высший орган продвижения этой системы. В его состав входят руководители предприятия и подразделений, менеджеры и специалисты. Руководит деятельностью Совета TPM избираемый председатель, которым обычно становится представитель высшего руководства предприятия. Численность Совета TPM зависит от общего числа сотрудников предприятия. Руководителями малых советов TPM являются руководители подразделений, в состав входят руководители и специалисты среднего звена.

Советом ТРМ вырабатывается и уточняется политика предприятия в области развертывания системы ТРМ, цели и задачи ее продвижения, принимаются решения по текущим вопросам, контролируется их выполнение. Заседания Совета ТРМ проводятся ежемесячно.

Командная работа в рамках малых групп, в которые организован весь персонал предприятия, является основой работы по ТРМ.

Малые группы формируют в каждом подразделении предприятия, на всех организационных уровнях. Лидер каждой группы, являясь одновременно членом группы более высокого уровня, выполняет функцию соединительного звена между ними.

В малых группах обсуждаются планы деятельности групп, ставятся цели, распределяется ответственность за их достижение, осуществляется текущий контроль деятельности. Участники малых групп вырабатывают модели самостоятельного обслуживания оборудования операторами, участвуют в осуществлении отдельных улучшений и ведут другие работы, предусмотренные типовой процедурой развертывания системы ТРМ. Собрания малых групп проводятся раз в неделю.

Малые группы в зависимости от организационного уровня и вида выполняемых работ могут быть проектными, модельными, тематическими и рабочими.

Проектные группы создаются для того, чтобы руководители верхнего и среднего уровня осуществили мероприятия по СООО и отдельным улучшениям на выбранном (модельном) оборудовании. Оборудование выбирается в соответствии с техническим состоянием, затратами на ремонт, с учетом планов по техническому перевооружению предприятия. Результаты работы проектных групп в виде конкретных инструкций, предложений, опыта реализации СООО, анализируются и используются в работе модельных групп. Главный результат проектных групп – показать принципиальную возможность достижения целей ТРМ. Проектные группы завершают свою работу до объявления о начале внедрения системы ТРМ.

Модельные группы создаются в каждом производственном подразделении для реализации и отработки мероприятий, полученных проектными группами. В состав модельных групп входят руководители среднего звена, специалисты, представители ремонтных служб и некоторые операторы. Перед началом работы модельных групп все участники должны пройти обучение навыкам продвижения системы ТРМ. Помощь в освоении системы ТРМ должны оказывать кураторы из числа членов модельных групп. Для каждой группы выбирается модельное оборудование. Навыки и результаты по развертыванию системы ТРМ, полученные при работе модельных групп, должны использоваться участниками рабочих групп.

Тематические группы ведут деятельность по продвижению системы ТРМ по отдельным направлениям. Они состоят из менеджеров и специали-

стов предприятия, разрабатывающих планы развертывания системы ТРМ и приводящих эти планы в жизнь.

Тематические группы создаются для того, чтобы осуществить в масштабах всего предприятия по каждому направлению анализ текущего состояния, постановку ближайших и долгосрочных целей, планирование деятельности, помощь участником рабочих групп и контроль достижения намеченных целей.

Например, цель деятельности тематической группы по направлению самостоятельного обслуживания оборудования операторами – обеспечить самостоятельное содержание операторами собственного оборудования в работоспособном состоянии, тематической группы по направлению отдельных улучшений – повышение эффективности использования ресурсов всех видов за счет рационализации и снижения или сведения к нулю по- терь всех видов и т. д.

Участники тематических групп должны регулярно отчитываться о проделанной работе на заседаниях Совета ТРМ.

Рабочие группы создаются на низовом организационном уровне, на производственных участках. Лидером группы является бригадир (звеньевой), участниками – операторы станков. Участники рабочих групп реализуют все разработанные мероприятия по системе ТРМ на конкретном оборудовании, которое используется при изготовлении продукции. Методическую помощь в работе оказывают кураторы из числа участников модельных групп. Деятельность операторов контролируется представителями тематических групп.

Ключевым элементом организационной структуры продвижения системы ТРМ является ***секретариат Совета ТРМ***. Руководитель секретариата избирается членами Совета ТРМ или назначается руководством предприятия. В состав секретариата входят несколько человек из числа членов Совета ТРМ.

Секретариат ТРМ выполняет следующие функции:

- обеспечивает работу Совета ТРМ и малых групп;
- организует обучение навыкам освоения системы ТРМ на каждом уровне организации;
- поддерживает деятельность малых групп на всех уровнях предприятия;
- проводит информационные кампании с использованием досок объявлений, раздаточных материалов, плакатов, лозунгов и пр.;
- организует разработку базовых принципов, целей и генерального плана развертывания ТРМ, осуществляет контроль продвижения системы ТРМ;
- информирует о продвижении ТРМ с использованием внутрифирменных средств коммуникаций и бюллетеней ТРМ;

- готовит график проверок состояния дел на предприятии высшим менеджментом и программу освоения системы СООО;
- взаимодействует с внешними консультантами по правилам ТРМ, оценивает результаты выполненной работы и подает заявку на участие в конкурсе на присвоение звания «Лауреат ТРМ» или получения премии ТРМ.

Секретариат также отвечает за продвижение системы ТРМ в тех направлениях, для которых не созданы тематические группы.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «Система всеобщего производительного обслуживания оборудования» (ТРМ).

2. Назовите виды потерь в системе ТРМ.

3. Назовите направления развертывания системы ТРМ.

4. Объясните структуру коэффициента общей эффективности оборудования (ОЕЕ).

5. Назовите условия для внедрения системы ТРМ.

6. Назовите факторы повышения эффективности от внедрения системы ТРМ.

7. Какие работы выполняются на этапе отдельных улучшений производительности оборудования?

8. В чем заключается сущность системы самостоятельного обслуживания оборудования операторами?

9. Какие мероприятия выполняются при реализации направления «Система планового обслуживания оборудования»?

10. Раскройте сущность методики пять вопросов «Почему?».

11. В чем сущность принципа Генриха?

12. Опишите методику 4R.

13. В чем заключается сущность системы взаимной ответственности?

14. Опишите методику «Урок на одном листе».

15. Назовите этапы развертывания системы ТРМ.

16. Приведите организационную структуру продвижения ТРМ.

17. Какие работы выполняют проектные группы?

18. Назовите цели работы модельных групп.

19. Назовите цели деятельности тематических групп.

20. На каком организационном уровне создаются рабочие группы, назовите цели и задачи их деятельности.

21. Назовите функции секретариата ТРМ.

6. СИСТЕМА БЫСТРОЙ ПЕРЕНАЛАДКИ

Система быстрой переналадки оборудования – это инструмент бережливого производства, представляющий собой набор теоретических и практических методов, которые позволяют сократить время операций наладки и переналадки оборудования.

Следует подчеркнуть, что практически во всех случаях применение данной системы позволяет значительно сократить время переналадки, однако она не может гарантировать сокращение времени всех процессов наладки до десяти минут и менее. В свою очередь, сокращение времени переналадки дает предприятию и её рабочим множество преимуществ.

Быстрая переналадка оборудования – это русская интерпретация термина SMED (Single Minute Exchange of Dies – быстрая замена штам- пов). Изначально эта система была разработана для того, чтобы оптимизи- ровать операции замены штампов и переналадки соответствующего оборудования, однако принципы быстрой переналадки можно применять ко всем типам процессов.

Разновидности SMED:

- *single-digit setup* – однозарядная переналадка. Переоснастка оборудования за время, не превышающее 10 мин;
- *one touch exchange of die* (OTED) – смена штампа в одно касание. Буквально – смена штампа одним движением, например, нажатием кнопки; в более широком смысле – очень простая процедура проведения переналадки.

Быстрая переналадка демонстрирует действительно новый взгляд на процесс переналадки. Ее создатель, Сигео Синго, посещая производства и наблюдая, что и как рабочие делают во время переналадки оборудования, понял, что все необходимые при переналадке действия можно и нужно производить за короткие отрезки времени.

Система SMED основывается как на теории, так и на многолетней экспериментальной практике. Она представляет собой научный подход к сокращению времени переналадки, который можно применить на любом предприятии и любом оборудовании

Переналадка – процесс подготовки оборудования к переходу от производства одного вида продукции к другому (например, штамповочного пресса, машины для литья или конвейера) путем замены деталей, пресс-форм, матриц, зажимных приспособлений и т.п.

Время переналадки – это промежуток между завершением производства последнего изделия предыдущей партии до выхода из производства первого годного изделия после переналадки.

Существует два фундаментально различных типа операций переналадки: внутренние и внешние.

Внутренние операции по переналадке – это операции, которые можно производить только на отключенном оборудовании (установка и снятие штампов).

Внешние операции по переналадке – это действия, которые можно выполнять без отключения оборудования (доставка новых штампов к прессу, подготовка элементов крепления и пр.).

Обычно процедуры переналадки представляются как бесконечно разнообразные, зависящие от операции и типа используемого оборудования. Однако, если проанализировать эти процессы с другой точки зрения, то можно увидеть, что все операции переналадки состоят из некоторой последовательности шагов.

При традиционном способе переналадки распределение времени обычно соответствует следующему соотношению (табл. 6.1).

Таблица 6.1

Операции и их доли времени при переналадке

Операция	Доля времени, %
1. Подготовка, постоперационная корректировка, проверка заготовки, приспособлений, калибров и т. д.	30
2. Установка и снятие инструмента, заготовок и т. д.	5
3. Измерения, установка параметров, калибровка	15
4. Пробные прогоны и корректировки	50

Применение системы быстрой переналадки позволяет значительно сократить время выполнения операций переналадки.

Рассмотрим каждую операцию переналадки подробнее.

1) Подготовка, постоперационная корректировка, проверка заготовки, приспособлений, калибров и т. д.

На данном этапе идет проверка наличия в нужном месте и пригодности к работе всех материалов и инструмента. В этот этап также включается период после обработки, в ходе которого изделия снимают с оборудования и перевозят на место хранения, время на чистку оборудования и т. д.

2) Установка и снятие инструмента, заготовок и т. д.

На этом этапе выполняют операции снятия изделий и инструмента после завершения обработки и установки деталей и инструмента для следующей партии.

3) Измерения, установка параметров, калибровка

Выполняются все измерения и калибровки, которые надо производить для выполнения производственной операции – центровка, разметка и т. д.

4) Пробные прогоны и корректировки

Данные процедуры производятся во время обработки пробного изделия. Частота и длительность пробных прогонов и корректировки опреде-

ляются квалификацией инженера-наладчика. Самые большие сложности в операциях переналадки заключаются в правильной регулировке оборудования. Самая большая доля времени пробных прогонов связана с такими проблемами регулировки.

Подход к рационализации процесса переналадки оборудования, предлагаемый бережливым производством, представляет собой поэтапный процесс.

Этапы внедрения системы быстрой переналадки представлены нарис. 6.1.

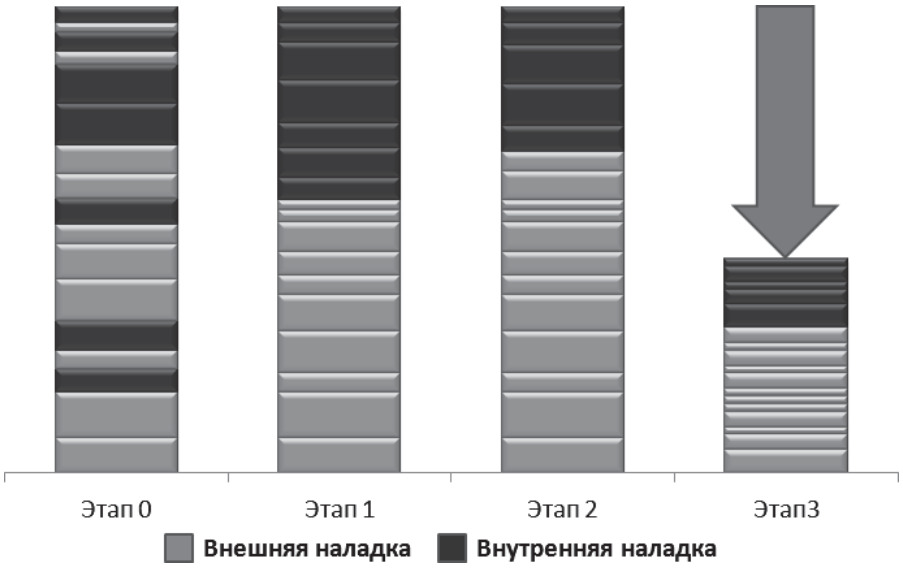


Рис. 6.1. Этапы внедрения системы быстрой переналадки

Рассмотрим подробнее каждый из этапов внедрения.

Этап 0. Внутренние и внешние операции явно не выражены.

При проведении переналадки по традиционной схеме внешние и внутренние операции не различаются. То, что могло бы производиться как внешняя операция, производится как внутренняя.

При внедрении системы быстрой переналадки надо очень тщательно изучать все операции на рабочем месте. Одним из подходов изучения будет непрерывный анализ производства, выполняемый с секундомером в руках.

Другая возможность – исследование фактических условий в цехе путем интервьюирования рабочих.

Лучший метод – видеосъемка всего процесса переналадки. Он будет чрезвычайно эффективен, если запись показать рабочим сразу по завершении переналадки. Если дать рабочим высказаться, то это часто дает четкое, полезное понимание проблем. Во многих случаях такое новое понимание удается применить на практике немедленно.

Хотя многие консультанты выступают за глубокий анализ производства с целью улучшения процесса переналадки, на самом деле неофициального наблюдения и обсуждения с рабочими часто вполне достаточно.

Этап 1. *Разделение процедур внутренней и внешней переналадки*.

Наиболее важный шаг при внедрении данного инструмента – провести различия между внутренними и внешними действиями по переналадке. Очевидно, что подготовка деталей, обслуживание и т. д. необязательно производить с отключением оборудования. Тем не менее, удивительно, насколько часто делается именно так.

Если же провести специальные исследования по переводу как можно большего числа операций с внутренних на внешние, то время внутренних операций, выполняемых при отключенном оборудовании, обычно удается сократить на 30 – 50 %. Таким образом, четкое понимание *различий* между *внутренними* и *внешними* действиями – суть системы быстрой переналадки.

Этап 2. *Преобразование внутренних действий во внешние*.

На втором этапе необходимо проверить все операции с целью выяснить, не воспринимаются ли какие-либо действия ошибочно как внутренние, найти способы преобразования этих операций во внешние. Сюда можно отнести, например, операцию подогрева, которая ранее производилась только после начала переналадки, и операцию центровки, которую можно выполнить до начала производства.

Этап 3. *Упростить все элементы операции переналадки*. Хотя иногда, путем простого преобразования внутренних действий во внешние, удается уложиться менее чем за 10 мин, но в большинстве случаев это невозможно. Именно поэтому нужно сначала приложить целенаправленные усилия по упрощению всех элементарных внутренних и внешних операций. Таким образом, на этапе 3 нужен подробный анализ каждой элементарной операции.

Произвести упрощение возможных процедур переналадки можно, применив различные организационные и технологические решения.

К таким решениям относятся:

- снижение или устранение регулировочных работ;
- применение быстросъемных фиксаторов, функциональных зажимов, снижение или полное устранение крепежа;
- применение стандартного инструмента и операций;
- применение параллельных операций;
- использование дополнительных приспособлений;
- использование числовых установочных параметров;
- применение средств механизации.

Необходимо также отметить, что для более успешного внедрения системы SMED необходимо на предварительном этапе создать рабочую группу по внедрению, куда должны входить представители всех заинтере-

сованных служб предприятия, а на завершающем этапе необходимо произвести стандартизацию полученных результатов, разработать стандартные операционные процедуры для повсеместного внедрения данного инструмента на предприятии.

Появление и совершенствование технологии быстрой переналадки неразрывно связано с развитием концепции бережливого производства, а точнее Производственной системы компании Toyota. Именно на заводах этой компании в 1969 г. были предприняты первые радикальные шаги по сокращению времени переналадки оборудования.

Чтобы сократить время переналадки, необходимо не только разделить её процедуры на внутренние и внешние, но и попытаться преобразовать как можно *больше* работ по внутренней переналадке во *внешнюю*. Именно это решение позволяет существенным образом повысить эффективное время использования оборудования путем сокращения его остановок на переналадку.

Сущность технологии быстрой переналадки гораздо глубже, чем чисто техническое решение по быстрой смене инструмента или оснастки, так как именно она лежит в основе высокой гибкости и клиентской ориентированности организации, следующей принципам бережливого производства и способной без потерь производить продукцию малыми партиями.

С уменьшением удельных затрат на переналадку снижаются затраты, связанные с хранением запасов, и объем партии изделий. Чтобы понять эту взаимосвязь, обратимся к рис. 6.2.

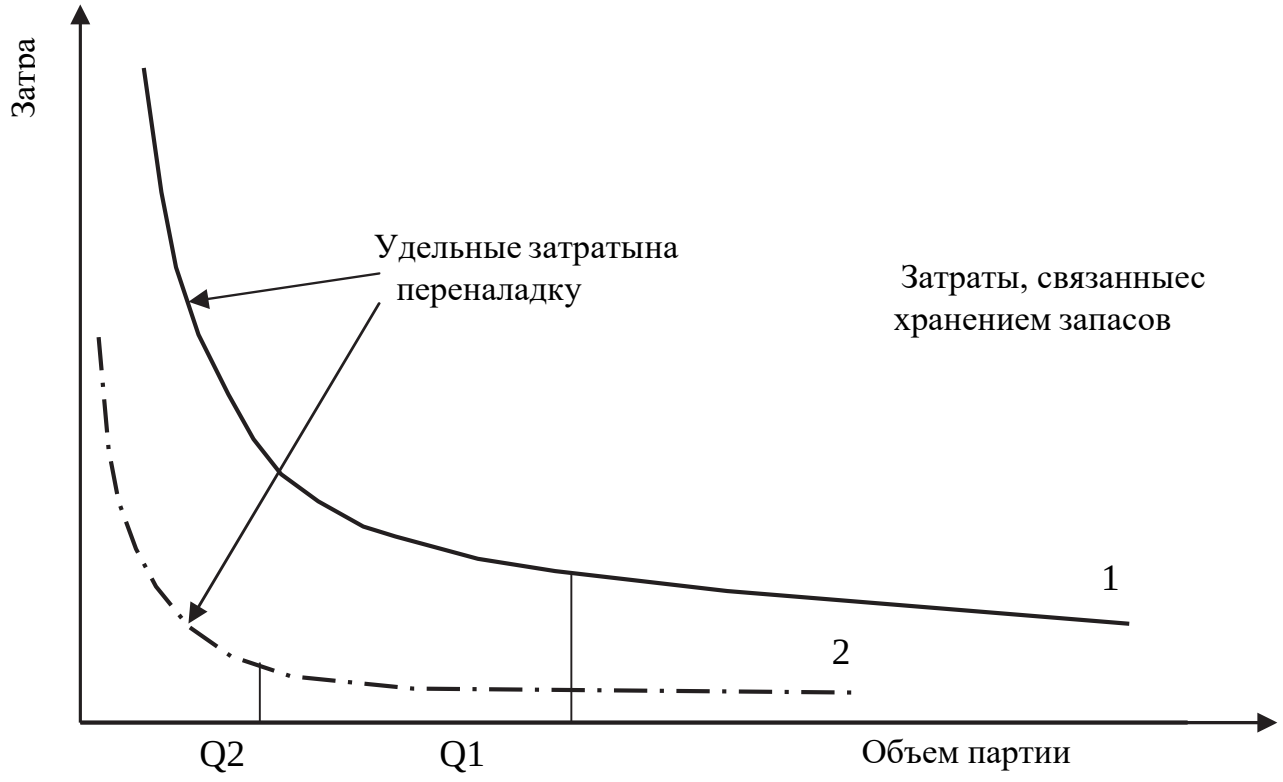


Рис. 6.2. Изменение экономически целесообразного объема партии в зависимости от затрат на переналадку

Если уровень удельных затрат на переналадку лежит в пределах кривой 1, то экономически обоснованная партия продукции находится в области пересечения этой кривой с функцией затрат на хранение запасов и равна Q1.

В случае, если удается сократить время на переналадку до уровня кривой 2, экономически целесообразная партия продукции станет существенно меньшей и будет располагаться в области Q2.

Таким образом, освоение технологии быстрой переналадки имеет следующие преимущества:

1) позволяет стереть грани между мелкосерийным и крупносерийным производством (с точки зрения затрат времени на переналадку в расчете на одно изделие);

2) обеспечивает гибкость и ориентированность производства на заказ клиента;

3) сокращает такие потери, как:

- перепроизводство (запасы полуфабрикатов и готовой продукции);
- транспортировка и перемещение избыточных запасов;
- ожидания (простои оборудования и операторов при переналадке);
- выпуск брака (при переналадке и регулировке оборудования);
- поиски (инструмента, оснастки);

4) дает возможность повысить эффективность производства за счет:

- сокращения потерь;
- выпуска продукции мелкими партиями, т. е. «под заказ»;
- сокращения потребности в высококвалифицированных наладчиках;
- развития и использования творческого потенциала сотрудников.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «система быстрой переналадки (SMED)».

2. Кто разработал теоретические основы и применил на практике систему быстрой переналадки оборудования?

3. Дайте определения понятий «внешние» и «внутренние» операции по переналадке оборудования.

4. Назовите этапы реализации системы SMED.

5. Какие решения применяются для снижения времени переналадки оборудования?

6. Как связаны удельные затраты на переналадку, затраты на хранение запасов с объемом партии изделий?

7. Назовите преимущества использования системы SMED.

7. СИСТЕМА «КАНБАН»

Система «Канбан» – это система управления, реализующая основной принцип производственной системы «Точно вовремя» – производить только необходимую продукцию в требуемом количестве и в нужное время.

На японском языке слово «канбан» обозначает «бирка» или «знак». Канбаном называется контрольная *карточка*, используемая при вытягивающем производстве. Это своеобразный наряд-заказ на выполнение работы, который сопровождает любое изделие. Каждая такая карточка прикрепляется к детали или узлу, информируя о том, откуда поступила та или иная деталь и куда она должна быть перемещена дальше.

Канбан является средством информационной системой, которая объединяет завод в единое целое, устанавливает связи между различными процессами и координирует поток создания ценности в соответствии с потребительским спросом.

Канбан содержит информацию, которая может быть разделена на три категории:

- информация о получении продукции;
- информация о транспортировке;
- информация о самой продукции.

Таким образом, можно выделить следующие функции канбан:

1) Предоставляет информацию о месте и времени получения и транспортировке продукции.

2) Предоставляет информацию о самой продукции.

3) Предотвращает перепроизводство и использование лишнего транспорта.

4) Используется в качестве заказа на работу.

5) Предотвращает производство дефектной продукции, выявляя, на каком именно этапе появляются дефекты.

6) Обнаруживает существующие проблемы и помогает контролировать объемы производства.

7) Является средством предоставления информации, которая связывает предыдущий и последующий процессы на каждом уровне.

Существует два вида системы «Канбан»: тарный и бумажный.

1) Тарный канбан представляет из себя единицу тары, на которой находится бирка канбан. Бирка на контейнере закреплена жестко и имеет следующее содержание:

- наименование детали;
- номер детали;
- количество деталей;
- адрес получателя детали;
- адрес отправителя детали.

Недостаток тарного канбана – требуется дополнительное количество тары на каждую единицу детали или комплектующего изделия при создании склада.

2) Бумажный канбан представляет из себя карточку, на которой указываются:

- адрес отправителя детали;
- наименование детали, номер детали, количество деталей или комплектующих изделий, необходимое для поставки по адресу получателя;
- адрес получателя детали.

На карточке может быть помещен штрих-код для считывания или автоматического выставления счета.

Карточки, в зависимости от назначения, могут иметь различную окраску.

Помимо карточек в роли канбан могут выступать треугольные металлические таблички, цветные шары, электронные сигналы или любые другие средства, способные передать требуемую информацию и защищающие её от искажения.

Независимо от формы, канбан выполняют в производстве две функции. С помощью канбан получают указания на производство или перемещение изделий.

В первом случае используется канбан *производства* (канбан изготовления или канбан производственного заказа). Во втором – канбан *отбора* (канбан перемещения или канбан изъятия).

Канбан производства (Production Kanban) сообщает предыдущему процессу вид и количество продукции, которую надо изготовить для следующего процесса. В простейшем виде канбан обозначает один контейнер деталей, который предыдущий процесс изготовит для супермаркета изделий, нужных последующему процессу.

Канбан отбора (Withdrawal Kanban) дает разрешение на передачу изделий следующему процессу. Часто этот вид канбан принимает две формы:

- *внутренний* канбан, или *межпроцессный* канбан (для изъятия изделий из внутренних процессов);
- канбан *поставщика* (для изъятия материалов или комплектующих изделий у внешнего поставщика).

На рис. 7.1 представлен пример карточки отбора. В карточке отбора указываются вид и количество изделий, которые должны поступить с предшествующего участка.

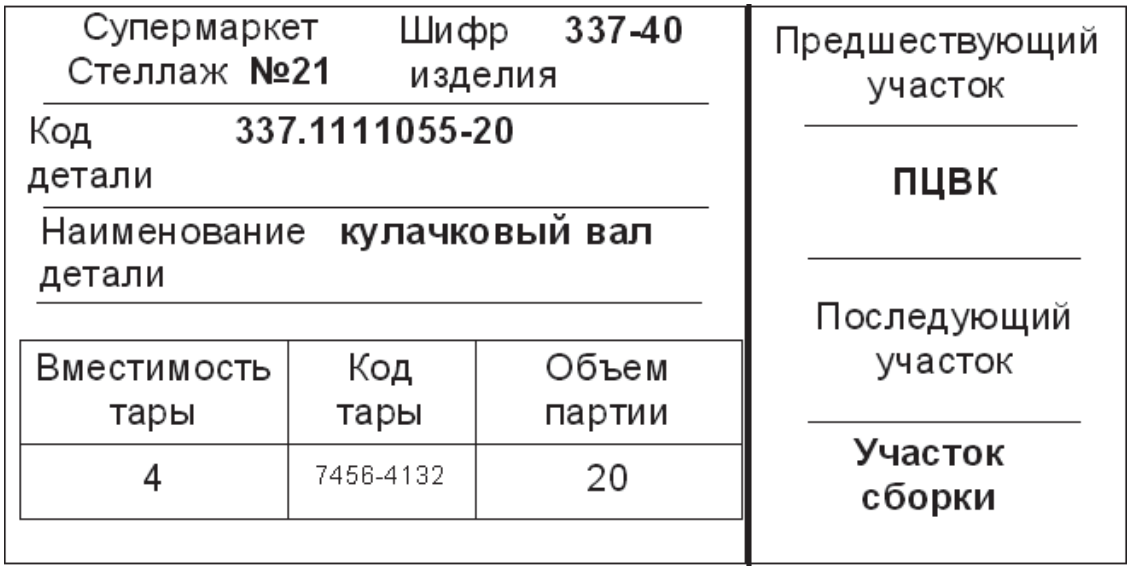


Рис. 7.1. Пример карточки отбора

На рис. 7.2 представлен пример карточки производственного заказа. В карточке производственного заказа (карточка заказа) указаны вид и количество продукции, которая должна быть изготовлена на предшествующей технологической стадии.

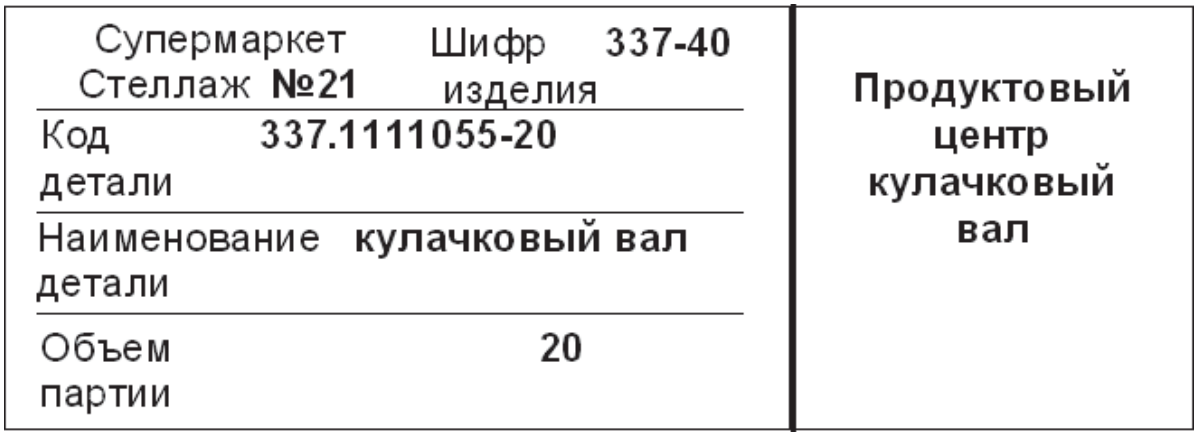


Рис. 7.2. Пример карточки производственного заказа

В случае изготовления изделий крупными партиями используется *сигнальный* канбан, который прикрепляется к контейнеру с партией изделий.

Если детали из контейнера взяты до уровня, обозначенного прикрепленной карточкой, то начинает действовать заказ на их пополнение.

Существует два типа сигнальных карточек: *треугольная* (рис. 7.3) и *прямоугольная* (рис. 7.4).

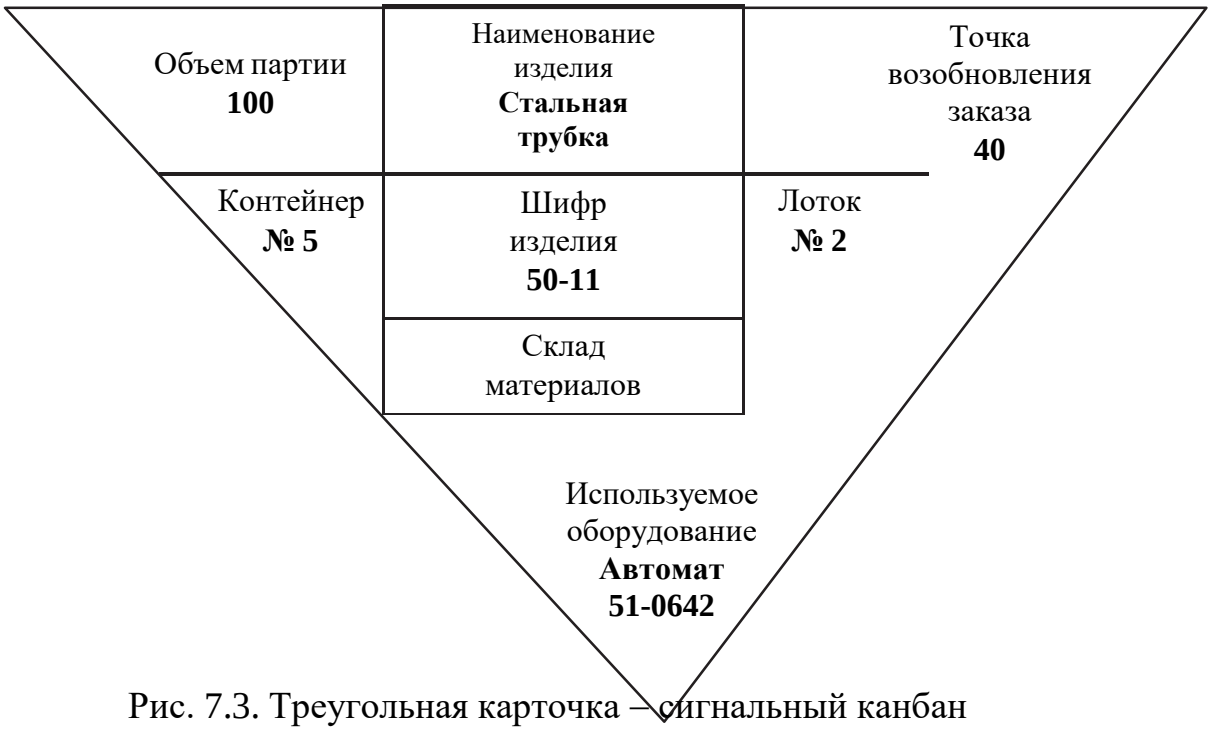


Рис. 7.3. Треугольная карточка – сигнальный канбан

Сигнальные карточки сигнализируют о возобновлении заказа. Треугольные сигнальные карточки используются для заказа деталей, с помощью четырехугольной делаются заявки на материалы.

Предшествующий участок	Склад материалов ⇨ Автомат 51-06442		Последующий участок
Шифр изделия	Ст 45	Наименование изделия	Трубка
Размер изделия	2000×40×6	Емкость лотка	20
Объем партии	100	Номер контейнера	5

Рис. 7.4. Сигнальный канбан на отпуск материалов Сигнальные

треугольные карточки используются совместно с обычными четырехугольными карточками заказа. В этом случае к каждому контейнеру с деталями полагается своя карточка заказа, и одновременно треугольные карточки размещаются в ячейках на пункте возобновления заказа.

Карточки «канбан-экспресс» применяются в том случае, если ощущается нехватка какой-то детали. Хотя известные карточки отбора и заказа решают ту же проблему, экспресс-карточка вводится в действие только при чрезвычайных обстоятельствах, например, когда надо доукомплектовать отбракованные узлы, при поломке станков, необходимости временно увеличить объем производства. Этот вид карточек может быть оформлен как карточки отбора или карточки заказа. Карточки изымаются сразу после доставки необходимых деталей.

Если две или более операции связаны между собой настолько, что могут рассматриваться как единая технологическая стадия, то необходимость обмениваться карточками канбан между ними отпадает. В подобном случае для этих процессов применяется единая карточка канбан, которую называют *сквозной*. Этот вид карточек может применяться на производственных линиях механической обработки, где каждое готовое изделие должно немедленно передаваться по транспортеру в дальнейшую обработку. Кроме того, эти карточки могут использоваться на таких производственных участках, как термообработка, нанесение гальванопокрытий, окраска.

Единая карточка отбора может также использоваться и как карточка производственного заказа, если два участка размещены рядом и за оба отвечает один и тот же мастер.

В системе «Канбан» на предыдущих этапах производства выпускается ровно столько деталей, сколько было изъято последующим процессом. Закончив один процесс, рабочие изымают детали у предыдущего процесса. Они берут столько, сколько нужно, и тогда, когда нужно. Сигналом для изъятия служит заказ потребителя. Такая система производства называется вытягивающей.

Для реализации принципа «точно вовремя» с помощью карточек канбан необходимо соблюдать ряд правил.

Правило 1. Последующий технологический этап должен «вытягивать» необходимые изделия с предшествующего этапа в необходимом количестве, в нужном месте и строго в установленное время.

Правило 2. На участке производства выпускается такое количество изделий, какое «вытягивается» последующим участком.

Правило 3. Бракованная продукция никогда не должна поступать на последующие производственные участки.

Правило 4. Число карточек канбан должно быть минимальным.

Правило 5. Карточки канбан должны использоваться для приспособления производства к небольшим колебаниям спроса на продукцию.

Для внедрения системы «Канбан» необходимо формирование новой схемы работы складов:

- склад должен быть по возможности один и максимально приближен к рабочему месту;

• работа склада формируется по принципу магазина самообслуживания – транспортировщик движется по складу и сам собирает в тележку необходимые детали и сборочные единицы;

• детали и комплектующие в нужном количестве должны быть подготовлены для транспортировщика кладовщиком, одним из важных фактов является отсутствие пересчета.

Схема реализации системы «Канбан» представлена на рис. 7.5.

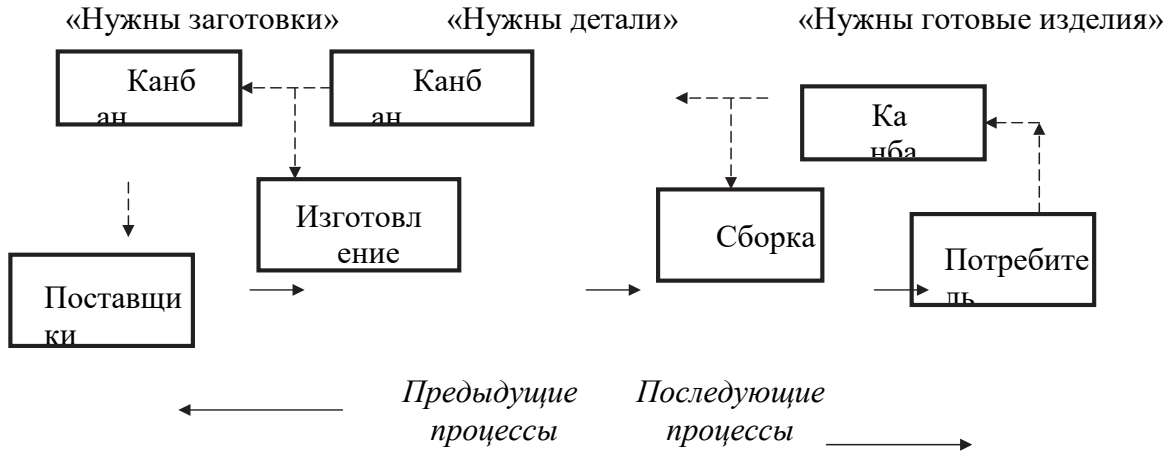


Рис. 7.5. Схема реализации системы «Канбан»

Применительно к бережливому производству метод «вытягивания» противопоставляется методу «выталкивания», при котором количество произведенной продукции зависит от прогнозируемых продаж.

Вытягивающая система обеспечивает более гибкий подход к производству, чтобы производить только необходимую продукцию в требуемом количестве и в нужное время. Такой подход позволяет избежать перепроизводства – основного источника потерь. Конечной целью в вытягивающей системе является достижение нуля канбанов, когда устраняется незавершенное производство. Другими словами, именно заказ покупателя запускает непрерывный производственный поток. В идеале в вытягивающей системе производственный процесс всегда совершенствуется.

Места хранения деталей, комплектующих, узлов и готовой продукции в системе «Канбан» называются *супермаркетами* – они работают по такому же принципу: возобновление предметов хранения осуществляется по мере необходимости и только в нужном количестве.

Такую систему также называют системой возмещения (восполнения) или вытягивающей системой типа ***а***.

Супермаркеты располагают рядом с производственным участком (рис. 7.6).

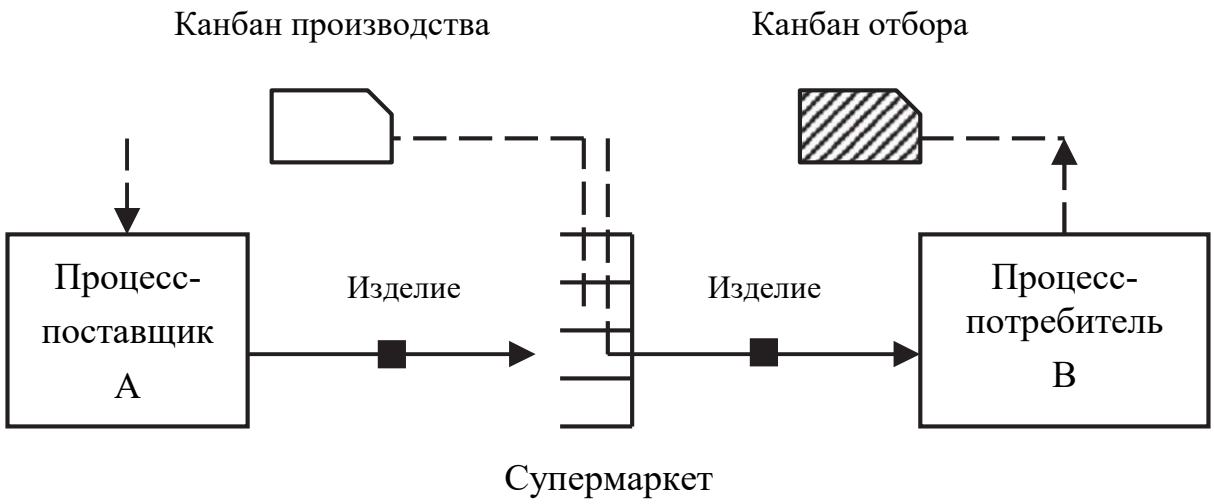


Рис. 7.6. Схема движения канбан с использованием супермаркета

В вытягивающей системе супермаркета на каждой стадии имеется склад – супермаркет, в котором хранится определенный объем каждого вида изготавливаемой на этой стадии продукции. На каждой стадии производится столько изделий, сколько было изъято из супермаркета. Канбан производства дает сигнал производству деталей, а канбан отбора – это список деталей, который указывает сотруднику, какие детали надо получить и доставить.

Недостатком вытягивающей системы супермаркета является то, что на каждой производственной стадии следует поддерживать запас всех видов производимых деталей, поэтому если это число велико, то практиче-ски реализовать данную систему невозможно.

В случае производства большого объема продукции и постоянства технологического процесса для всего семейства выпускаемых продуктов лучше использовать последовательную вытягивающую систему (вытягивающую систему типа ***b***) которая основана на использовании метода ФИФО (FIFO – First In, First Out) – «Первым вошел – первым вышел».

При реализации этого метода деталь, первая поступившая на хранение или на обработку, первой выходит со склада или из процесса.

Метод ФИФО можно представить в виде наклонного желоба или транспортера, которые вмещают строго определенный объем заготовок или деталей. Процесс-поставщик заполняет желоб изделиями вверху, апроцесс-потребитель изымает изделия внизу. Если желоб заполняется и больше места нет, то поставщик должен приостановить свою работу до техпор, пока потребитель не использует некоторую часть изделий. Метод ФИФО позволяет предотвратить перепроизводство, так как изъятие одной детали из очереди автоматически сигнализирует процессу-поставщику, что надо изготовить дополнительно одну деталь.

Схема использования метода ФИФО представлена на рис. 7.7.

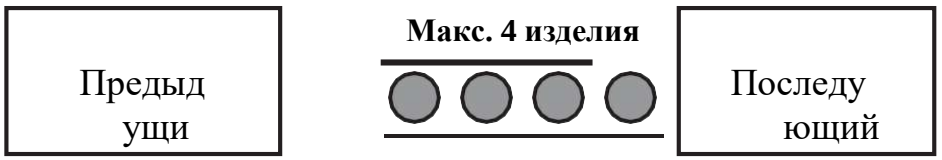


Рис. 7.7. Пример очереди ФИФО, в которой находятся четыре изделия

Применение последовательной вытягивающей системы позволяет снизить количество запасов; уменьшить риски срыва сроков исполнения заказа; упростить управление, а также быстрее выявить процесс, лимитирующий общую производительность системы.

Вытягивающую систему супермаркета и последовательную вытягивающую систему можно применять в комбинации в виде смешанной системы (вытягивающей системы типа ***c***). Смешанная система может применяться в тех случаях, когда действует правило 80:20, т. е. когда небольшая доля видов деталей (примерно 20 %) составляет примерно 80 % ежедневного объема производства.

Планирование при применении системы «Канбан» состоит из следующих этапов:

Этап 1. Определение количества карточек.

Этап 2. Расчет времени такта.

Этап 3. Определение количества операторов.

Этап 4. Выравнивание производства.

Применение системы «Канбан» требует точного расчета необходимого количества карточек. Имеется несколько методов расчета карточек. В случае двухкарточной системы определяют количество карточек отбораи карточек производственного заказа. Сколько карточек – столько контейнеров (поддонов) с изделиями, циркулирующими между участками снабжения и потребления.

Емкость одного контейнера определяет минимальный уровень производственного запаса, поэтому их количество однозначно отражает потребность в изделиях. Количество контейнеров рассчитывается исходя из времени выполнения заказа. Достаточным считается количество карточек, необходимых для покрытия ожидаемого спроса в течение времени выполнения заказа, плюс некоторое дополнительное резервное количество.

Количество карточек канбан можно рассчитать по формуле

$$n = \frac{DT(1+S)}{C},$$

где n – количество карточек; D – среднее количество деталей, потребляемых последующим участком в единицу времени; T – время выполнения заказа; S – резервный запас, выраженный в процентах относительно ожидаемого спроса за время выполнения заказа (обычно 10 %); C – емкость тары.

Важной характеристикой управления производством является время такта.

Время такта (takt time) – промежуток времени, в течение которого потребитель хочет получать единицу годной продукции.

Время такта вычисляется путем деления суммарного полезного рабочего времени за смену (в секундах) на объем спроса продукции за смену (в штуках):

$$t = \frac{T_c}{V},$$

где T_c – рабочее время в смену, с; V – спрос продукции за смену, шт.

Время такта – это не постоянная величина, она варьируется в зависимости от колебаний спроса. Время такта работает как замедляющее или ускоряющее управление системой, позволяя планировать производство в соответствии со спросом. Когда заказов много, время такта сокращается, когда заказов мало, время такта увеличивается. Без времени такта любые проблемы с производством или спросом будут скрыты из-за колебаний объемов производства и вмешательства со стороны менеджеров. С помощью времени такта все узкие места внутри и за пределами процесса становятся понятны и управляемы.

Время цикла (cicle time) – время, требуемое для выполнения одного операционного цикла. Время цикла измеряется на основе наблюдений, т.е. это реально существующая величина, в отличие от времени такта.

Когда время цикла каждой операции в процессе становится точно равно времени такта, возникает поток единичных изделий.

Если расчетное значение времени такта оказывается слишком малым или чересчур большим для установления разумных темпов изготовления продукции, то применяют другую характеристику скорости потока, которую называют питч.

Питч – это период, который при известном времени такта требуется для того, чтобы изготовить такое количество продукции, которое помещается в один контейнер (упаковку).

Питч равен времени такта, умноженному на число готовых изделий, помещающихся в контейнере или упаковке.

Объем потребительского спроса за смену определяется по формуле

$$V = \frac{W}{Q},$$

где W – спрос продукции за месяц, шт.; Q – рабочее время за месяц, с.

Оптимальное количество рабочих определяется по формуле

$$p = \frac{Ц}{t},$$

где $Ц$ – общее время цикла, с; t – время такта, с.

Применение выравнивания производства (Хейдзунка). Хейдзунка представляет собой выравнивание производства как по объему, так и по номенклатуре. Чтобы предотвратить резкие колебания, продукция выпускается не в порядке поступления заказов потребителя. Сначала в течение некоторого времени собираются заказы, после чего их выполнение планируется таким образом, чтобы каждый день производить одинаковый ассортимент продукции в одинаковом количестве.

Выравнивание производства номенклатуры продукции означает равномерное распределение производства различных продуктов по всему временному интервалу.

Чем сильнее выравнивание производства различных продуктов в задающем ритм процессе, тем больше возможности выполнить различные запросы потребителя за короткое время цикла заказа, хотя запасы готовых товаров удается поддерживать небольшими.

Выравнивание производства разных видов продукции требует более частых переналадок. Плюсом будет устранение массы потерь в потоке создания ценности. Реализация выравнивания – это предпосылка устранения *мура*, а это, в свою очередь, необходимо для устранения *мури* и *муда*.

Выравнивание реализуется с помощью ящика хейдзунка, представляющего собой совокупность горизонтальных и вертикальных рядов ячеек (рис. 7.9), причем каждый *горизонтальный* ряд характеризует определенный вид продукции (один вид деталей). Каждый *вертикальный* ряд обозначает интервал времени (всегда одинаковый) для изъятия карточек канбан в заданном темпе. Например, смена начинается в 7.00 утра, интервал изъятия канбан – 20 мин. Это частота, с которой изымается канбан из ящика и распределяется по производственным процессам. Поскольку каждая ячейка задает темп движения материального и информационного потоков, каждый канбан в ячейке характеризует один питч производства одного вида продукции. Для продукта А питч составляет 20 мин, и в каждой ячей- ке находится по одному канбан. Для продукта В питч равен 10 мин, поэто- му в каждой ячейке находится по два канбан. Питч продукта С составляет 40 мин, поэтому канбан расположены в каждой второй ячейке. ПродуктыD и Е изготавливаются в результате одного и того же процесса, питч кото- рого равен 20 мин, а соотношение спроса на продукт D и продукт Е со- ставляет 2 : 1. Поэтому канбан для продукта D расположены в ячейках, соответствующих первым двум промежуткам смены, а канбан для продукта

E – в ячейке, соответствующей третьему промежутку времени, и т. д. в той же последовательности.

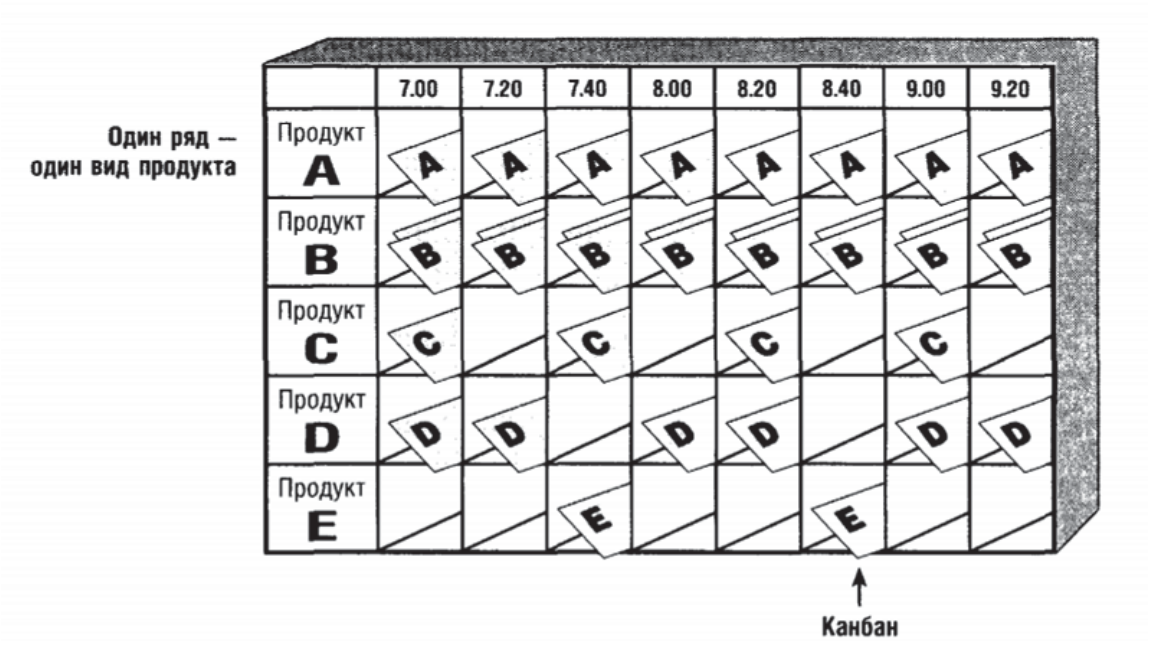


Рис. 7.9. Пример ящика хейдзунка

Канбан лучше всего внедрять тогда, когда в компании уже применяют вытягивающую систему и практикуют мелкосерийное производство, а именно поток единичных изделий и ячеечное производство. Если эти методы работают, то *канбан* превращается в информационную систему, при помощи которой ячейки образуют единое целое, а процессы становятся более согласованными. В том случае, когда внедрение вытягивающей системы не является особой целью предприятия, решение этих проблем может быть весьма затруднено. Если спрос на продукцию компании непостоянен (это в особенности касается сезонных продуктов) и производственный процесс вряд ли выиграет от внедрения мелкосерийного производства, применение системы «Канбан» может быть неэффективным, а порой и ненужным.

Для успешного функционирования системы «Канбан» необходимо, чтобы технологическое оборудование было в работоспособном состоянии, что обеспечивается применением системы TPM.

Канбан – это метод визуального управления, успех которого во многом зависит от дисциплины рабочих и понимания важности начинаний, заложенных системой 5S. Надежным фундаментом, обеспечивающим прочность системы вытягивающего производства, является визуальное рабочее место. Правильно организованное рабочее место начинается с внедрения основ 5S и содержания рабочего места в порядке, установки подвесных знаков, постоянных улучшений, выполняемых всеми рабочими.

Внедрение системы «Канбан» на предприятии выполняется в несколько этапов.

Этап 1. Определение (а) текущего состояния системы пополнения запасов, (б) рекомендованного будущего состояния системы «Канбан» и (в) примерной выгоды от внедрения этой системы. Представление полученных данных и рекомендаций руководству, получение одобрения для перехода к следующему шагу и назначение ответственного из числа руководства.

Этап 2. Выбор лидера группы.

Этап 3. Формирование межфункциональной группы по разработке и внедрению системы.

Этап 4. Разработка своей системы «Канбан».

Этап 5. Составление подробного плана этапов внедрения.

Этап 6. Выполнение подробного анализа затрат и результатов.

Этап 7. Получение одобрения руководства на внедрение системы.

Этап 8. Определение набора измеряемых параметров.

Этап 9. Запуск пилотной программы разработки системы в ручном режиме.

Этап 10. Программирование необходимых мощностей.

Этап 11. Выбор вариантов канбан и определение размеров резервных запасов.

Этап 12. Введение в систему дистрибьюторских центров компании.

Этап 13. Реализация проекта на производстве.

Этап 14. Реализация проекта для базы снабжения.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия системы «Канбан».
2. Назовите функции карточек канбан.
3. Назовите правила реализации системы «Канбан».
4. Назовите виды карточек, применяемых в системе «Канбан».
5. Какая информация указывается в карточках?
6. Каково назначение карточки заказа?
7. Каково назначение сигнальных карточек?
8. Каково назначение треугольных карточек?
9. Объясните схему реализации системы «Канбан».
10. В чем заключается сущность метода супермаркета?
11. В чем сущность метода ФИФО?
12. Дайте определение понятию «питч».
13. В чем сущность метода выравнивания?
14. Назовите этапы внедрения системы «Канбан».

8. СИСТЕМА БЕЗДЕФЕКТНОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ

На предприятиях Японии используется программа обеспечения качества продукции, получившая название «пять не». Она сформулирована в виде коротких правил:

- *не создавать* условия для появления дефектов;
- *не передавать* дефектную продукцию на следующую стадию;
- *не принимать* дефектную продукцию с предыдущей стадии;
- *не изменять* технологические режимы;
- *не повторять* ошибок.

В рамках бережливого производства данные требования выполняются с помощью системы бездефектного изготовления продукции (ZQC – Zero quality control) – управление качеством, ориентированное на достижение нуля дефектов. «Нуль дефектов» означает нулевой уровень дефектности, т. е. выпуск продукции без брака.

Концепция бездефектного изготовления продукции разработана в Японии Сигео Синго и внедрена на предприятиях «Yamaha Electric» в1961 – 1964 гг. Она отличается от мероприятий, предложенных Ф. Кросби (США) и разработанных в СССР для обеспечения бездефектного изготов- ления продукции.

С. Синго пришел к выводу, что общепринятая система статистического контроля не предупреждает брака. Конечно, с ее помощью можно было предсказать степень вероятности появления очередного дефекта, однако это было бы лишь констатацией фактов. С. Синго решил внедрить элементы управления в сам процесс. Ведь брак появляется в результате ошибок людей. Ошибки, конечно же, неизбежны, но их можно предотвратить, создав станки и инструменты с обратной связью. С. Синго отделил причину от следствия – ошибку от дефекта, гарантировав 100%-е качество продукции. Ведь проверка качества велась отныне не методом проб образцов на столе ОТК, а непосредственно у станка на всех без исключения изделиях. Результаты не замедлили сказаться.

Система направлена не на поиск и наказание виновных, а на предотвращение дефектов: поскольку персонал и оборудование не всегда работают безупречно. Следует предотвращать условия, в которых могут возникнуть дефекты, и не допускать, чтобы случайные ошибки отражались на качестве изделий.

Система обеспечивает бездефектное изготовление продукции за счет соблюдения оптимальных условий производства и выполнения операций, позволяет устранить затраты, вызванные браком и необходимостью переделки.

Причинами возникновения дефектов при изготовлении изделий являются:

1) отклонения от стандартов или установленного порядка работ;

2) нарушение последовательности выполнения операций;

3) нарушение технологических режимов;

4) использование некачественных материалов, заготовок, деталей и комплектующих;

5) техническое состояние оборудования и технологической оснастки;

6) случайные ошибки исполнителей.

В системе бездефектного изготовления продукции предупреждение ошибок возможно за счет применения четырех элементов.

1) *Контроль у источника ошибок* – предотвращает возникновение ошибок, которые могут привести к дефектам, и гарантирует незамедлительное установление обратной связи до начала обработки, поэтому ошибки не превращаются в дефекты.

2) *Сплошной контроль* – проверка качества каждого изделия.

3) *Быстрая обратная связь* – позволяет устранить выявленные ошибки сразу же, а не тогда, когда на этапе обработки уже будет изготовлено много изделий с дефектами или когда условия обработки изменятся, и анализ текущей ситуации ничего не даст.

4) *Применение устройств, предупреждающих появление ошибок,* – не самоконтроль работы операторами, а применение встроенных в оборудование устройств, предотвращающих ошибки.

Высокий уровень качества изготовления изделий обеспечивается реализацией метода ***дзидока***.

Дзидока (jidoka) – встраивание качества в производственный процесс, метод, применяемый для сокращения дефектов, брака, отходов и переделки исправимого брака. Используется как средство повышения качества, сокращения расходов на сырье и затрат времени и ресурсов на исправление дефектов.

Метод включает в себя несколько инструментов:

1) *Пока-ёкэ* (Poka-yoke) – защита от ошибок / защита от непреднамеренного использования, метод, благодаря которому операцию можно выполнить только одним правильным способом и дефект просто не может образоваться.

2) *Автономизация* (autonomation) – привнесение человеческого интеллекта в автоматы, способные самостоятельно обнаружить первый дефект, после чего сразу остановиться и сигнализировать о том, что возникла проблема.

3) *Анализ первопричин* – поиск причины возникновения дефекта.

4) *Контроль у источника ошибок* – перенос контроля с готовой продукции на процесс.

5) *Организационная и операционная стандартизация* – доступное описание правильного выполнения критичных и важных с точки зрения качества операций.

Главный принцип: при появлении брака технологический процесс останавливается до выявления причин и их устранения. Каждый рабочий не только имеет право остановить процесс, но и обязан это сделать, если не обеспечивается его нормальное выполнение.

Метод *пока-ёкэ*, разработанный С. Синго, позволяет предотвращать появление дефектов, в то время как статистические методы способны лишь распознавать их и измерять, он является основой бездефектного изготовления продукции.

Для всех вышеперечисленных причин возникновения дефектов, за исключением последней, могут быть применены корректирующие и предупреждающие действия. Предотвратить же ошибки операторов достаточно трудно. Цель пока-ёкэ – найти способы защиты от непреднамеренных ошибок.

Существует два типа устройств пока-ёкэ, различающихся по принципу обнаружения ошибок:

- *контролирующее* – срабатывание устройства пока-ёкэ приводит к *остановке* обработки на станке или линии для устранения проблемы;
- *предупреждающее* – срабатывание устройства пока-ёкэ приводит к включению *звуковой* или *световой* сигнализации, чтобы привлечь внимание рабочего.

Контролирующее устройство пока-ёкэ – мощное корректирующее устройство, поскольку с его помощью останавливается процесс до устранения дефектных условий. Предупреждающее устройство пока-ёкэ допускает продолжение обработки, приводящей к дефектам, если рабочие не реагируют на сигналы. Выбор того или иного типа устройства пока-ёкэ определяется частотой появления дефектов и возможностью их исправления после возникновения. В большинстве случаев контролирующее устройство пока-ёкэ является наиболее выгодным.

Существует три типа контролирующих устройств пока-ёкэ с точки зрения методов их установки относительно деталей:

1) *метод контакта* способствует выявлению дефектов с помощью наличия/отсутствия контакта устройства пока-ёкэ с определенной частью детали, таким образом контролируется форма или размер изделия (иногда намеренно вводятся небольшие изменения формы или размера, чтобы облегчить выявление дефектов). Метод также используется для определения отклонений в цвете;

2) *метод фиксированного значения* способствует определению, сделано ли требуемое число движений;

3) *метод шагов-движений* позволяет отслеживать, выполнены ли установленные шаги или движения.

Существует два типа операций контроля, на которых можно применять устройства пока-ёкэ:

- *сенсорный контроль* – здесь высока роль человеческого фактора; например, при определении насыщенности цвета, яркости покрытия и т.п.;
- *физический контроль* – не полагающийся на человеческие ощущения, а использующий различные обнаруживающие приборы (датчики).

Если меры физического контроля применимы, они должны быть встроены в устройство пока-ёкэ, или, что еще лучше, в некоторые средства контроля источника или самоконтроля. Поскольку последующий контроль обнаруживает дефекты лишь после их возникновения, его следует использовать для случаев, где возможен только сенсорный контроль. Более того, его внедрение оправданно тогда, когда по техническим или экономическим причинам невозможно применить контроль источника и самоконтроль.

Само устройство пока-ёкэ относится не к системе контроля, а к методу обнаружения дефектов или ошибок, используемому с конкретной контрольной функцией. Контроль – это цель, а пока-ёкэ – только метод.

Можно отметить следующие примеры защиты от ошибок:

- детали сборочных узлов и агрегатов проектируются таким образом, чтобы исключить ошибки при сборке (установка деталей не той стороной, не в той последовательности и пр.);
- форма штекера и гнезда кабеля не позволяет выполнить соединение неправильно;
- на станках устанавливаются датчики, подающие сигнал при неправильной установке заготовки или детали;
- на сверлильном станке устанавливается устройство, учитывающее число просверленных отверстий;
- при работе с компьютерной техникой различные пароли следует вводить дважды или для подтверждения выполнения действия требуется дать дополнительную команду.

Обеспечение высокого качества изготовления продукции требует активного участия персонала, в частности в работе «кружков качества».

Кружок качества (кружок контроля качества) – группа работников предприятия, регулярно собирающихся на добровольных началах для выявления проблем, влияющих на эффективность производства и качество продукции, и подготовки предложений по их устранению.

Принципы работы кружков качества были разработаны профессором К. Исикава. В мае 1962 г. был зарегистрирован первый кружок качества на заводе государственной телефонно-телеграфной компании Nihon Denden Kosha в г. Мацуяма. В настоящее время в Японии зарегистрировано свыше 750 тыс. кружков качества.

Основные задачи кружков качества:

- содействие совершенствованию и развитию предприятия;
- создание здоровой, творческой и доброжелательной атмосферы в подразделениях;
- всестороннее развитие способностей работников и ориентация на использование этих возможностей в интересах фирмы.

Основные принципы организации кружков качества:

- добровольность;
- саморазвитие;
- взаиморазвитие;
- коллективное участие;
- непрерывность функционирования;
- групповая работа;
- постоянное использование «инструментов качества»;
- взаимосвязь с рабочим местом;
- укрепление духа новаторства и творческого поиска;
- осознание важности постоянного совершенствования качества.

Кружок качества представляет собой группу рабочих одного производственного участка: число участников обычно от 4 до 8 человек. Бóльшая численность, как показывает опыт, не дает возможности «выразиться» каждому участнику. Кружок собирается, как правило, 1 – 2 раза в неделю в рабочее время (а часто и в нерабочее) на 1 – 1,5 ч.

Основное отличие таких кружков от индивидуального рационализаторства не только в коллективной работе, но и в ее целенаправленности, а главное – в существовании единой методической базы. Все члены кружков обучаются методам статистического контроля качества, анализа проблем и выработки оптимальных решений. В итоге появляется возможность содержательно анализировать производственные проблемы, оценивать влияние каждой из них на качество и эффективность работы, разрабатывать конкретные решения и проводить их в жизнь с помощью администрации предприятия.

Однако результаты деятельности кружков контроля качества не исчерпываются прямым экономическим эффектом. Гораздо более важен косвенный эффект, выражающийся созданием морально-психологического климата, способствующего активизации деятельности рабочих по совершенствованию организации труда на собственном участке. Использование японскими фирмами системы материальных и моральных стимулов, и навязчивая пропаганда сформированных стереотипов поведения исподволь приучают к необходимости интенсивного труда с высоким качеством.

Основные функции кружков качества в бережливом производстве представлены на рис. 8.1.

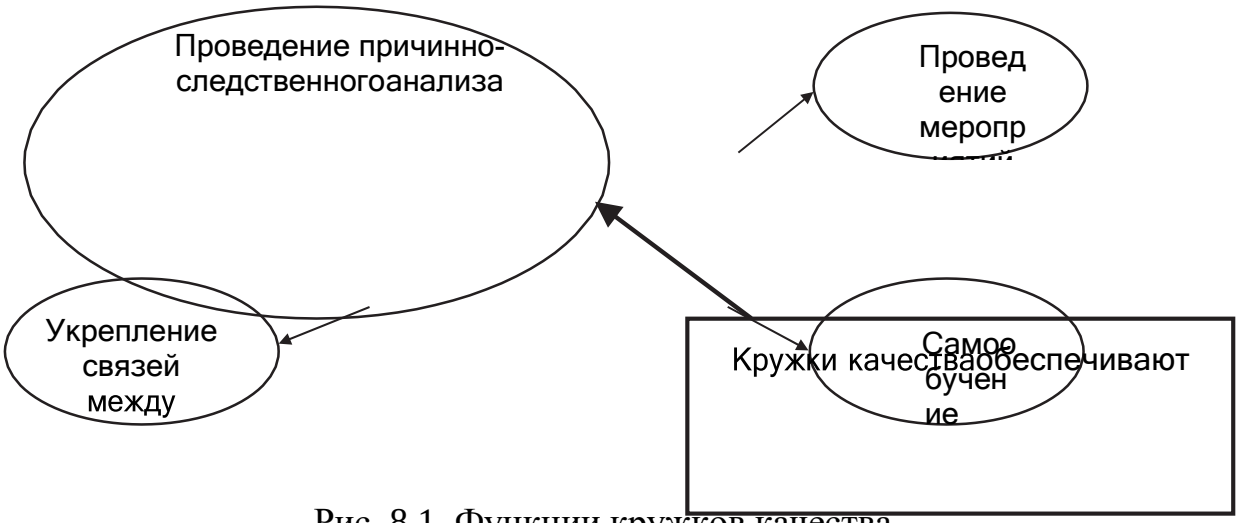


Рис. 8.1. Функции кружков качества

При оценке качества при изготовлении изделий широко используются статистические методы, в частности, элементарные методы.

К *элементарным методам* относятся так называемые «Семь простых инструментов качества»:

1) *контрольные листки* – предназначены для сбора данных. В них заносится информация о контролируемом параметре или дефектах изделия, или о причинах дефектов и т. д. Контрольные листки могут применяться как при контроле по качественным, так и при контроле по количественным признакам;

2) *гистограммы* – столбиковые диаграммы, показывающие количественную оценку частоты попадания зарегистрированных событий в установленные интервалы. По виду гистограммы можно анализировать форму и параметры распределения, однородность зарегистрированных данных. Гистограммы используются для представления структуры и характера изменчивости данных, которые трудно заметить при их табличном представлении;

3) *причинно-следственная диаграмма* (диаграмма Исикавы) – отображает зависимость между следствием и его потенциальными причинами (причинно-следственный анализ). Используется для определения и структурирования факторов, влияющих на процесс;

4) *диаграмма Парето* – обеспечивает простой графический способ классификации причин от наиболее до наименее важных;

5) *диаграмма рассеяния (разброса)* – представляет собой графическое отображение взаимосвязи между различными видами данных. Используется для качественной оценки взаимосвязи между данными;

6) *расслоение (стратификация) данных* – представляет собой группировку данных в зависимости от источников и условий их получения. Расслоение помогает выяснить причину появления дефекта, если обнаруживается различие данных между «слоями» (стратами);

7) *контрольная карта* – является графическим представлением данных из выборки, которые периодически берутся и наносятся на график через определенные промежутки времени. Нанесенные на график данные сравниваются с контрольными границами. Точка графика, находящаясявне области контрольных границ, дает сигнал о возможном измененииипроцесса. Наиболее широко используемый вид контрольных карт – карты Шухарта.

Простые методы предназначены для анализа и контроля качества непосредственно на рабочем месте и ориентированы в первую очередь на работников, не имеющих специального образования.

Для разрешения проблем, связанных с качеством изготовления продукции, можно использовать методику восьми дисциплин (8D). Его эффективность связана с тем, что он включает все важные аспекты разрешения проблемы, то есть локализацию проблемы, анализ первопричин, устранение причин проблемы и их предотвращение. Результат применения методики 8D – отчет, формат которого повторяет шаги выполнения методики.

Рассмотрим последовательность выполнения и структуру отчета методики 8D.

Дисциплина 1. *Формирование команды*.

Это – первый шаг в процессе 8D и первая часть отчета. На этом шаге определяется состав команды 8D. Команда должна быть кросс-функциональной и должна включать владельца процесса, представителя отдела качества и других людей, которые будут вовлечены в локализацию проблемы, анализ её первопричин, устранение и предотвращение проблемы. Имена участников, наряду с их должностями в компании, должны быть указаны в первой части отчёта.

Дисциплина 2. *Описание проблемы*.

Этот шаг включает детальное описание проблемы, указанной потребителем. На данном шаге в отчете 8D указывается вводная информация и картина проблемы, о которой заявляет потребитель. Информация должна содержать следующие позиции: а) имя клиента; б) описание рекламации; в) сведения об устройстве (наименование, упаковка, партия, дата поставки и др.); г) когда с проблемой столкнулись в первый раз; д) где была отмечена проблема; е) специфическое описание дефекта; ж) оценка критичности дефекта.

Дисциплина 3. *Локализация проблемы*.

Эта дисциплина объясняет содержание проблемы и локализует её. Основываясь на первичном расследовании, все партии изделий, которые потенциально может затронуть та же проблема, следует идентифицировать и определить их месторасположение. В отчете следует указать, если возможно, номера партий и даты выпуска потенциально дефектных изделий.

Партии, которые все еще находятся на предприятии, должны быть задержаны, пока надежность изделий в них не будет должным образом оценена. Они могут быть выпущены, только если будет установлено, что они свободны от дефектов, или дефекты могут быть эффективно выявлены и устранены.

Если проблема чревата угрозой надежности, и поломка угрожает жизни людей, изделия, выпущенные предприятием, должны быть отозваны. Однако отзыв следует осуществлять только в экстремальных случаях, когда это экономически оправдано.

Дисциплина 4. *Установление первопричины*.

Этот шаг процесса 8D состоит из анализа дефектов и установления первопричин проблемы. Соответствующая часть содержится и в отчете по процедуре 8D. Необходимо привести детальное описание причины возникновения дефектов, которое позволяет понять, почему они появляются.

Затем описывают первопричину, указывая, как она влияет на механизм возникновения дефекта. Все явления, происходящие из этой первопричины и приводящие к появлению дефектов, должны быть перечислены в объяснении. Необходимо доказать, что выявленная первопричина на самом деле приводит к появлению дефектов.

Дисциплина 5. *Формулировка и проверка корректирующих действий.*

В этой дисциплине выявляются все возможные корректирующие действия, направленные на устранение первопричины проблемы. Исполнители корректирующих действий и план-график должны быть указаны в этой части отчета. Также рекомендуется, чтобы было приведено объяснение каждого корректирующего действия относительно первопричины.

Иногда установление лучших корректирующих действий для устранения первопричины требует предварительных оценок и исследований.Это называется «верификацией корректирующих действий». Эти действия следует осуществлять в случаях, когда объём работ очень большой, а цена ошибки, выраженная в деньгах и времени, слишком велика.

Дисциплина 6. *Корректировка проблемы и подтверждение эффекта*.

В шестой дисциплине процесса 8D следует собственно выполнение выявленных корректирующих действий, детали которых должны быть документированы в соответствующей части отчета: даты завершения и исполнители корректирующих действий, а также данные, показывающие, что корректирующие действия действительно приводят к устранению первопричин. Любые недостатки в эффективности корректирующих действий должны быть устранены с целью их улучшения.

Дисциплина 7. *Предотвращение проблемы*.

Следующая дисциплина не должна быть спутана с устранением причины конкретной проблемы. Предотвращение проблем включает идентификацию устройств или комплектов поставки, которые одинаково подвер-

гаются действию проблемы, идентифицированной потребителем, даже если они не были выявлены в этой ситуации. Действия, необходимые для предотвращения их появления, называются превентивными.

В отчете следует указать все превентивные действия, их исполнителей и даты осуществления. Важным аспектом этой дисциплины является стандартизация и осуществление корректирующих действий, которые могут затронуть аналогичную продукцию в будущем.

Дисциплина 8. *Воодушевление команды*.

Последний шаг процесса 8D заключается в воодушевлении команды руководством за хорошо выполненную работу. На этом этапе отчет получает одобрение.

Компания Toyota, качество и надежность автомобилей которой давно стали эталоном для мировой автопромышленности, не проходила сертификацию на соответствие требованиям стандартов ISO 9000 и не настаивала на том, чтобы её поставщики комплектующих изделий и материалов сертифицировали их СМК. Это можно объяснить тем, что корпорация Toyota в течение 50 послевоенных лет сумела создать одну из лучших в мире практически бездефектную производственную систему.

Все требования стандартов ISO серии 9000, а также их отраслевых аналогов в автомобильной промышленности в корпорации Toyota полностью выполняются, будучи абсолютно рутинными на уровне производственных процессов. Поэтому у компании Toyota отсутствует необходимость в создании СМК и регулярном подтверждении её соответствия требованиям упомянутых стандартов. Кроме того, 14 принципов менеджмента Toyota полностью включают все восемь принципов менеджмента качества, на которых базируются стандарты ISO серии 9000.

Контрольные вопросы

1. Назовите инструменты метода «Дзидока».

2. В чем заключается сущность системы «Пока-ёкэ»?

3. Опишите типы устройств пока-ёкэ по принципу обнаружения ошибок.

4. Опишите типы устройств пока-ёкэ с точки зрения их установки относительно деталей.

5. На каких операциях контроля используются устройства пока-ёкэ?

6. Перечислите задачи и принципы организации кружков качества.

7. Назовите функции кружков качества.

8. Назовите семь элементарных методов оценки качества изделий.

9. В чем заключается сущность методики 8D?

9. СТАНДАРТИЗИРОВАННАЯ РАБОТА

Деятельность любого предприятия основана на применении разнообразных нормативных и технических документов, в которых устанавливаются требования к изделиям, выполнению работ по проектированию изделий, технологической подготовке производства, изготовлению продукции, обслуживанию технологического оборудования и др.

Разработка единых терминов и определений, требований к выполнению различных видов работ, обеспечению безопасности жизнедеятельности, требований к системам менеджмента качества и т. д. в Российской Федерации осуществляется в рамках системы стандартизации.

Стандартизация – деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышение конкурентоспособности продукции, работ или услуг.

Стандарты основываются на обобщенных результатах науки, техники и практического опыта и направлены на достижение оптимальной пользы для общества.

Общей целью стандартизации является защита интересов потребителей и государства по вопросам качества продукции, процессов и услуг.

Непосредственным результатом стандартизации является прежде всего документ в области стандартизации.

Согласно ФЗ «О техническом регулировании», к документам в области стандартизации, используемым на территории Российской Федерации, относятся:

- национальные стандарты РФ (ГОСТ Р);
- предварительные национальные стандарты;
- правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;
- применяемые в установленном порядке классификации общероссийские классификаторы технико-экономической информации и социальной информации;
- стандарты организаций;
- своды правил;
- международные стандарты, региональные стандарты, региональные своды правил, стандарты иностранных государств и своды правил иностранных государств, зарегистрированные в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов;
- надлежащим образом заверенные переводы на русский язык международных стандартов, региональных стандартов, региональных сводов правил, стандартов иностранных государств и сводов правил иностранных

государств, принятые на учет национальным органом Российской Федерации по стандартизации;

- предварительные национальные стандарты.

Стандарт – документ, в котором в целях *добровольного* многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг.

В зависимости от назначения и содержания разрабатываются стандарты следующих видов:

- *основополагающие* – имеющие широкую область распространения или содержащие общие положения для определенной области;
- *на продукцию и услуги* – устанавливающие требования к продукции (услуге);
- *на работы (процессы)* – устанавливающие требования к выполнению различного рода работ на отдельных этапах жизненного цикла продукции;
- *на методы контроля* – устанавливающие методы, порядок проведения проверки качества продукции;
- *на термины и определения* – устанавливающие термины, к которым даны определения, содержащие необходимые и достаточные признаки понятия.

Стандарты образуют системы (комплексы), охватывающие определенные направления деятельности. В каждом направлении стандарты также можно выделить в группы.

В бережливом производстве понятия стандартизация и стандарт используются в следующем смысле:

- *стандартизация* – деятельность по установлению норм и требований к изготовлению изделий, а также процесс обсуждения стандартов, их выполнение и совершенствование;
- *стандарт* – правило или образец, формирующие четкое представление о чем-либо.

Классические стандарты в большинстве случаев являются многостраничными документами с информацией, излагаемой иногда на достаточно сложном техническом языке. Хранятся стандарты в специальных подразделениях, работают с ними в основном специалисты. Непосредственный исполнитель определенной работы со стандартами не работает. Такой же подход обычно применяется и для технологической документации: документы с описанием технологических процессов, оформленным на картах, хранятся в техбюро, и непосредственный исполнитель работы знакомится с ними периодически.

В бережливом производстве стандарты должны быть максимально понятны и расположены непосредственно рядом с рабочим местом.

На производстве стандарты применяются для того, чтобы:

- определить технические характеристики продукции и требования, предъявляемые к качеству изделий, что позволяет обеспечить производство качественной продукции;
- анализировать производственный процесс и улучшения производства, направленные на устранение потерь.

Стандарты должны быть точными и научными, то есть основываться на фактах и данных анализа, а не на догадках и предположениях. Стандарты должны выполняться всеми.

Есть три типа стандартов:

1) разработанные совместными усилиями рабочих и их руководителей стандарты, которые постоянно улучшаются;

2) разработанные на базе научных подходов и эмпирических данных стандарты, которые также меняются со временем, но менее регулярно;

3) основанные на технических данных стандарты, которые с течением времени остаются неизменными.

Стандарты в бережливом производстве имеют следующее назначение:

- *представляют наилучший, самый легкий и самый безопасный способ выполнения работы*. В стандартах отражается многолетний опыт и «ноу-хау» людей, выполняющих конкретную работу;
- *предлагают наилучший способ сохранения «ноу-хау» и накопленного опыта*. Если сотрудник, знающий наилучший метод выполнения работы, увольняется и не передает свои знания, то его «ноу-хау» также бесследно исчезает. Только путем стандартизации можно обеспечить внедрение и использование «ноу-хау» на предприятии независимо от приходов и уходов конкретных работников;
- *обеспечивают способ измерения показателей*. Оценить результаты работы можно при помощи установленных стандартов, а при их отсутствии любой вывод может быть спорным;
- *показывают отношения между причиной и результатом*. Отсутствие стандартов или несоблюдение требований неизбежно приводит к отклонениям, изменчивости и потерям;
- *создают основу как для текущего выполнения работ, так и для совершенствования*. Следование стандартам означает поддержание существующих методов работы, а модернизация стандартов означает совершенствование. Без стандартов не сможем узнать, внедрено усовершенствование или нет;
- *указывают цели и задачи обучения*. Стандарт – это документ, в котором простым и понятным способом представляется информация для

выполнения работы. Приемы выполнения работы должны быть изучены и затем получены практические навыки;

- *обеспечивают основу для обучения*. После введения стандарта следует провести обучение работников, чтобы работа выполнялась в соответствии с требованиями стандарта;
- *создают основу для аудита или диагностики*. На рабочем месте стандарты часто указывают на важные контрольные точки работы операторов. Стандарты помогают проверить, нормально выполняется работа на рабочем месте или нет. Основная цель мастеров – выяснять, поддерживаются ли стандарты в рабочем состоянии, происходит ли данный процесс вовремя, выполняются ли планы модернизации действующих стандартов;
- *помогают предотвратить повторение ошибок и минимизировать вариабельность*. Только тогда, когда выполнена стандартизация эффективного выполнения работы, можно ожидать, что одна и та же проблема не возникнет повторно. Контроль качества связан с управлением вариабельностью. Задача менеджмента состоит в том, чтобы выявить, определить, стандартизировать ключевые контрольные точки в каждом процессе и гарантировать, что управление ими будет происходить всегда.

Стандарт должен быть оформлен в виде документа. Документ, описывающий порядок выполнения той или иной операции в наглядной и общедоступной форме, называется *стандартной операционной процедурой* (SOP – Standardized operation procedure). Оформляется в виде стандартных операционных карт, состоящих из текста, графиков/рисунков и фотографий, облегчающих понимание процедуры. В идеальном случае работники сами должны создавать для себя SOP. Если это невозможно, то, по крайней мере, следует привлекать их к процессу разработки, хотя бы на этапе апробации. Таким образом будет гарантирована полная состоятельность документа.

Любой стандарт должен умещаться на одной странице, чтобы при необходимости свериться со стандартом операторы могли сразу увидеть нужные данные.

Сведения о технических и технологических данных должны содержать следующую информацию:

- ясные цели стандарта;
- точную управленческую информацию: контрольные величины и заданные значения;
- контрольные величины, указанные в двух параметрах: стандартные требования и недопустимые значения, т. е. нормальные и анормальные параметры выполнения операционной процедуры;
- простые в использовании таблицы данных; фотографии и чертежи, объясняющие сложные моменты выполнения операций и процессов.

Стандарты следует размещать непосредственно на рабочем месте. Они должны быть наглядны и хорошо видны. Сотрудники должны пройти обучение новым стандартам, чтобы легко ими пользоваться.

Параметры стандартов должны быть изложены так, чтобы в случае изменения каких-то характеристик продукции или процессов данные можно было бы легко изменить в соответствии с текущей ситуацией.

В руководствах по эксплуатации оборудования должны разъясняться проблемные ситуации и поведение в случае сбоев оборудования. Также в них должны быть изложены принципы обслуживания, устройства станка или прибора, правила эксплуатации, адреса изготовителя и сервисных мастерских.

В стандарты по эксплуатации оборудования в обязательном порядке необходимо включать следующую информацию:

- указание типа оборудования;
- схему (фотографию) оборудования;
- обозначение параметров, которые необходимо проверять;
- описание процедур по уходу за оборудованием;
- рекомендации, касающиеся разрешения проблемных ситуаций.

Очень важно сделать информацию о разрабатываемых (текущих) стандартах доступной всем, чтобы работники знали, что это за стандарты, для чего они нужны и как их придерживаться.

Стандарты, с которыми нужно регулярно сверяться, целесообразно разместить по всему цеху у рабочих мест.

В отличие от традиционных подходов в концепции «бережливое производство», стандарт – это наилучший способ выполнения какой-либо деятельности с использованием приёмов, наиболее эффективных с точки зрения сокращения потерь, удобства для исполнения и скорости работы. Эти приёмы предварительно проверены на практике, наглядно изложены в простой и понятной форме с использованием средств визуализации, доведены посредством обучения до всех работников, выполняющих данную деятельность. Зафиксированные стандарты и задокументированные процедуры выполнения стандартных операций отражают оптимальный способ выполнения той или иной работы.

Стандартизация – не оторванный от других метод, который применяется через заданные промежутки времени, органическая часть непрерывного процесса выявления проблем, создания эффективных методов и поиска путей применения этих методов. Стандартизация не навязывается людям извне, но осуществляется по их инициативе. Самый значительный вклад в стандартизацию вносят те, кто выполняет работу и знает ее во всех подробностях. Стандартизация предусматривает тщательное следование установленным стандартам.

Стандартизация должна применяться непрерывно, о ней следует помнить при разработке любого метода работы. Подобно прочим составляющим TPS, данная концепция чрезвычайно важна, но, чтобы применять стандартизацию надлежащим образом, её следует тщательно осмыслить. Стандартизация – не комплект документации, который требует подготовки и тщательного контроля. Это средство обеспечения максимально эффективной и стабильной работы и основа устойчивости процесса.

Масааки Имаи считает, что без стандартизации нет кайдзен. Стандартизация – это отправная точка для непрерывного совершенствования.

Стандартизация является инструментом совершенствования производства, так как позволяет отслеживать улучшения и стимулирует применение методов постоянного совершенствования. Систематическое улучшение операций происходит только при условии стандартизации, когда можно отследить, действительно ли производственная ситуация изменилась к лучшему. При стандартизации операций и процессов важно обеспечить возможность быстрой диагностики ситуации при помощи средств визуального управления.

Постоянное усовершенствование стандартов является ключевым аспектом стандартизированной работы и позволяет достоверно оценить эффективность выполнения производственных процессов.

Этапы совершенствования стандартов:

1) Диагностика проблем.
2) Выбор наиболее важной проблемы.
3) Постановка цели.
4) Изучение причины возникновения проблемы.
5) Детальное описание текущей ситуации.
6) Разработка возможных решений.
7) Выбор и применение наилучшего решения.
8) Проверка правильности решения.
9) Утверждение нового стандарта.

Стандартизированная работа – это использование при осуществлении деятельности на предприятии набора определенных процедур, устанавливающих применение оптимальных методов работы и последовательность операций для каждого процесса и каждого работника.

Стандартизированная работа позволяет выяснить, какие именно методы и процедуры являются оптимальными для того или иного процесса.

Целью такой работы является повышение эффективности за счет минимизации потерь в каждой операции.

Стандартизированная работа – это вовсе не жесткий рабочий стандарт, установленный раз и навсегда. Наоборот, стандартизированная работа позволяет выявить оптимальный уровень загрузки рабочих и оборудования, максимально соответствующий потребительскому спросу. Этот

уровень определяется путем тщательных вычислений, что позволяет выполнять каждую операцию на каждом участке в соответствии со временем такта.

К внедрению стандартизированной работы следует приступать после организации ячеечного производства и ввода в действие вытягивающей системы.

Стандартизированная работа – своеобразное средство диагностики эффективности производства, которое позволяет выявить проблемы и способствует дальнейшим улучшениям.

Для того чтобы работники действительно постоянно совершенствовали свое мастерство, необходимы следующие условия:

- активная работа в команде и понимание всех процессов каждым оператором;
- признание заслуг работников, постоянно улучшающих производственную систему;
- право на ошибки (за допущенные ошибки не следует наказывать) и поощрение новаторства;
- система отслеживания и внедрения удачных предложений, сделанных рабочими;
- сотрудничество с различными специалистами для оптимизации расположения оборудования и организации ячеечного производства;
- обучение всех рабочих методам постоянного совершенствования.

Стандартизированная работа позволяет создать гибкое и реагирующее на колебания потребительского спроса производство, при котором рабочие сами способны оценить, какие операции имеют приоритетное значение при изменении запросов потребителей.

Внедрение и соблюдение стандартизированных методов работы требуют постоянного внимания со стороны руководства предприятия. На предприятиях компании Toyota стандартизацию работ поддерживают путем назначения старшего для каждой группы из 6 – 7 сотрудников, он постоянно следит за работой, проверяя соответствие применяемых мето- дов с требованиями стандартов.

Стандартизированная работа – инструмент анализа и осмысления потерь в ходе операции (процесса). Он представляет собой точное описание каждого действия, включающее время цикла, время такта, последовательность выполнения определенных элементов, минимальное количество запасов для выполнения работы.

Введение стандартизированных процессов и процедур – важнейшее условие устойчивой эффективности. Лишь при наличии стабильного процесса можно приступить к непрерывному творческому совершенствованию. Разработка стандартов начинается на ранней стадии внедрения бережливого производства и продолжается в ходе развития и совершенство-

вания бережливых операций. Создание стандартизированных процессов опирается на определение, наглядность (визуальные показатели) и последовательное применение методов, дающих наилучший результат.

Процесс, который в Toyota называют «стандартизированной работой», так важен для производственной системы в целом, что ему посвящена треть внутреннего документа Toyota TPS Handbook. И это понятно, стандартизированная работа и прочие стандарты работы – основа непрерывного совершенствования.

Пока не выработаны стандарты для какой-либо операции, заниматься её совершенствованием невозможно. Если работник творчески совершенствует свою работу, но это не закрепляется стандартом, процесс пойдет лучше, лишь пока его выполняет именно этот человек. Результатами его усовершенствований не сможет воспользоваться никто другой. Если за усовершенствованием следует стандартизация, то возникает основа, позволяющая персоналу непрерывно совершенствовать процесс. Так закладывается фундамент обучающейся организации.

Стандартизированная работа позволяет выяснить, какие именно методы и процедуры являются оптимальными для того или иного процесса. Целью такой работы является повышение эффективности за счет минимизации потерь в каждой операции.

В стандартизированной работе есть три основные составляющие:

1) стандартное время цикла и такта;

2) стандартная последовательность технологических операций;

3) стандартные запасы (незавершенное производство).

Время цикла – это время, необходимое для производства одного изделия. От времени производственного цикла зависит, будет ли на текущем этапе производства выпущена необходимая продукция в количестве, требуемом для выполнения последующего процесса.

Время такта – это показатель, который синхронизирует выпуск продукции с потребительским спросом и устанавливает темп производства, совпадающий с темпом потребителя. Время такта зависит от требований потребителей и диктует скорость движения потока и всех процессов, связанных с выпуском продукции. Время такта определяет общий темп производства, а это позволяет управлять персоналом так, чтобы исключить переработку и внедрить гибкую занятость.

Значение времени такта высчитывается делением доступного производственного времени на объем потребительского спроса.

Стандартизировать работу в соответствии со временем такта невозможно на отдельно взятом рабочем месте. Полноценное внедрение стандартизированной работы требует, чтобы действия всех работников были взаимосвязаны и соответствовали стандартам.

Стандартная последовательность технологических операций – это порядок выполнения переходов, из которых состоит операция или очередность выполнения операций. Стандартизировать операции возможно лишь тогда, когда составлен полный список действий, выполняемых рабочим. Следует оптимизировать последовательность движений, совершаемых исполнителями при выполнении операций обработки или сборки. Последовательность выполнения операций и последовательность выполнения движений во время операций – это две разные вещи. Разработка оптимальной последовательности движений требует продуманности каждого движения, вплоть до мельчайших элементов.

Стандартные запасы – это минимальный уровень запасов, необходимых для выполнения производственного цикла. Они обеспечивают непрерывность потока и отсутствие простоев. Для эффективного функционирования потока единичных изделий следует установить стандартный уровень буферных запасов. Стандартный запас у каждого станка должен быть не больше одного изделия (или партии деталей небольшого размера). От того, удается ли рабочим поддерживать уровень буферного запаса в пределах установленной нормы, зависит выявление потерь, а также ритмичность и непрерывность производственного процесса. Контролировать размер буферного запаса должен бригадир, а для этого ему требуется регулярно обходить рабочие места и в случае необходимости сразу же предпринимать меры по улучшению ситуации. Буферный запас должен отслеживаться с помощью средств визуального управления. Одного взгляда на место хранения буферного запаса должно быть достаточно, чтобы понять, соблюдаются стандарты работы или нет.

Стандартизированная работа должна отражать результаты применения кайдзен-действий. Даже при выполнении стандартных операций, которые были многократно улучшены, потери выявляются снова и снова. Производственная ситуация часто меняется, она может значительно отличаться от существовавшей ситуации на производстве в тот момент, когда создавались стандарты. Те, кто отвечает за разработку и совершенствование стандартов, должны учитывать, что в изменившихся условиях могут проявляться новые, не отмеченные ранее потери. Нужно помнить, что возможности для улучшений существуют всегда. Процедуры стандартизированной работы следует постоянно пересматривать и совершенствовать.

Внедрение стандартизированной работы выполняется обычно в четыре этапа:

Этап 1. *Составление таблицы анализа производительности операций*. В данной таблице отражается текущее состояние производительности каждой операции, выполняемой в ячейке или на производственном участке. Измеряется производительность количеством обработанных деталей.

Этап 2. *Сведение данных в сводной таблице стандартных операций*.

Данные из таблицы производительности стандартных операций следует перенести в сводную таблицу, которая позволяет отслеживать зависимость между временем обработки на станке и временем операций, выполняемых вручную. Также в эту таблицу следует включить время, затрачиваемое на установку заготовки, съем деталей и их перемещения.

Этап 3. *Разработка технологической схемы выполнения стандартных операций*. В этом документе подробно представляется описание операций, контролируемые параметры, время изготовления и критические факторы (правильное/неправильное выполнение операций, безопасность, упрощение и др.).

Этап 4. *Разработка карты стандартных операций*. Карта стандартных операций – это схема производственного процесса в ячейке или на производственном участке с указанием того, как расположено оборудование. На этой карте указывают время цикла, последовательность операций, стандартный объем незавершенного производства и другую информацию. Чтобы обеспечить соблюдение стандартов, работник должен регулярно обращаться к этой карте.

Заполнять карту стандартных операций необходимо следующим образом:

1) указать расположение станков в ячейке или на производственной линии и пронумеровать в соответствии с последовательностью выполнения операций. Соединить эти цифры сплошной линией. Первую и последнюю стадию производственного цикла соединить прерывистой линией;

2) указать расположение пунктов контроля качества;

3) указать пункты проверки техники безопасности;

4) отметить объем текущего незавершенного производства;

5) указать время такта и общее время цикла (включая время, отводимое на контроль качества продукции и переналадку);

6) указать стандартный объем незавершенного производства (запасы).

7) указать количество операторов, присвоив каждому из них буквенное обозначение, в ячейке или на линии.

Сводную таблицу стандартных операций и карту стандартных операций можно объединить в один документ. Это обеспечивает наглядность и позволяет легко разобраться в стандартах.

Так же можно оформить таблицу специфических факторов при выполнении стандартных операций. В этой таблице указываются факторы, влияющие на выполнение стандартных операций. Можно указать порядок действия в определенных ситуациях, например при выходе оборудования из строя или при возникновении других проблем.

Выполнение стандартных производственных операций можно усовершенствовать за счет следующих действий:

1) организовать непрерывный поток продукции;

2) перейти от однотипных операций к многостаночному обслуживанию и операциям различных видов;

3) усовершенствовать передвижения работников;

4) разработать правила выполнения операций;

5) усовершенствовать оборудование;

6) разделить машинные операции и труд операторов;

7) применить методы защиты от ошибок.

Стандартизация и стандартизированная работа дают следующие преимущества для предприятия:

- снижается нестабильность производства, потери и затраты;
- возрастает качество продукции и сокращается время производственных циклов;
- повышается уровень готовности предприятия пройти сертификацию по требованиям стандартов ISO серии 9000.

Для персонала также создается ряд преимуществ:

- легче выполняется освоение новых операций;
- упрощается переход к выполнению разнотипных операций в своей ячейке или на других производственных участках, линиях или рабочих зонах;
- легче разбираться в проблемных ситуациях и предлагать решения по улучшению своей работы.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение терминов «стандартизация» и «стандарт», представленных в Федеральном законе «О техническом регулировании» № 184-ФЗ от 27.12.2002.

2. Дайте определение терминов «стандартизация» и «стандарт», применяемых в бережливом производстве.

3. Каково назначение стандартов в бережливом производстве?

4. Опишите связь стандартизации с Кайдзен.

5. Что называется операционной стандартной процедурой?

6. Назовите этапы совершенствования стандартов.

7. Дайте определение термина «стандартизированная работа».

8. Назовите основные показатели стандартизированной работы.

9. Назовите этапы внедрения стандартизированной работы.

10. Назовите примеры стандартизированной работы в системе самостоятельного обслуживания оборудования оператором.

11. Назовите порядок заполнения карты стандартных операций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повышение конкурентоспособности и обеспечение выпуска качественной продукции требует совершенствования системы организации производства современных предприятий.

Одной из концепций совершенствования производственной системы является «Бережливое производство». Бережливое производство – это не просто набор понятий, инструментов и правил. Это, прежде всего, философия, меняющая устоявшиеся взгляды на организацию производственных отношений; философия, затрагивающая все уровни организационной структуры предприятия; философия, требующая активного участия всего персонала предприятия и даже поставщиков. Две основные составляющие определяют большую часть успеха реализации философии бережливого производства. Прежде всего, предприятию нужны лидеры, способные «зажечь» своих подчиненных новыми идеями, вселить в них уверенность необходимости перемен и вместе с ними шаг за шагом переносить все трудности, связанные с решением застарелых проблем. И второе – понятная всем система мотивации-вовлечения персонала предприятия в общее дело реализации новых подходов. Эти две составляющие – есть необходимое условие успешного внедрения бережливого производства. Все остальное (методы, инструменты) – это техническая сторона вопроса, которая дополняет необходимое условие до достаточного.

Методы и инструменты бережливого производства в настоящее время широко используются на предприятиях России в различных областях деятельности, например, в авиастроении, в металлургии, на предприятиях общего машиностроения, в структурах Сбербанка РФ, ОАО РЖД и др.

С августа 2013 г. в РФ ведутся работы по разработке национального стандарта «Бережливое производство. Основные положения и словарь».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Быстрая переналадка для рабочих / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2009. – 112 с.

2. Вумек, Д. П. Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Джеймс П. Вумек, Дениэл Т.Джонс ; пер. с англ. – 2-е изд. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2005. – 473 с.

3. Вэйдер, М. Инструменты бережливого производства : Мини-руководство по внедрению методик бережливого производства / М. Вэйдер ; пер. с англ. – 7-е изд. – М. : Альпина Паблишерз, 2011. – 125 с.

4. Имаи, М. Гемба кайдзен: Путь к снижению затрат и повышению качества / Масааки Имаи ; пер. с англ. – 4-е изд. – М. : Альпина Пабли- шерз, 2009. – 345 с.

5. Иллюстрированный глоссарий по бережливому производству / под ред. Ч. Марчвински, Д. Шука ; пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2005. – 123 с.

6. Искандарян, Р. А. Организационная структура продвижения TPM / Р. А. Искандарян // Методы менеджмента качества. – 2004. – № 1. – С. 24-25.

7. Канбан для рабочих / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – 136 с.

8. Куприянова, Т. М. Реализация технологии быстрой переналадки: российский опыт / Т. М. Куприянова, В. Е. Растимешин // Методы менеджмента качества. – 2007. – № 6. – С. 4-9.

9. Луйстер, Т. Бережливое производство : от слов к делу / Т. Луйстер, Д. Теппинг ; пер. с англ. ; под ред. В. В. Брагина. – М. : РИА Стандарты и качество, 2008. – 132 с.

10. Монден, Я. Тойота : методы эффективного управления / Я. Монден ; пер. с англ. – М. : Экономика, 1989. – 288 с.

11. Ноль дефектов: система ZQC / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2008. – 128 с.

12. Общая эффективность оборудования / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – 112 с.

13. Производство без потерь для рабочих / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – 152 с.

14. Пшенников, В. В. Качество через TPM, или О предельной эффективности промышленного оборудования / В. В. Пшенников // Методы менеджмента качества. – 2001. – № 10. – С. 5-11.

15. 5S для рабочих: как улучшить свое рабочее место / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2008. – 176 с.

16. Ротер, М. Учитесь видеть бизнес-процессы. Практика построения карт потоков создания ценности / Майк Ротер, Джон Шук ; пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс : CBSD, Центр развития деловых навыков, 2005. – 144 с.

17. Синго, С. Быстрая переналадка: Революционная технология оптимизации производства / Сигео Синго ; пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2006. – 344 с.

18. Стандартизированная работа / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – 152 с.

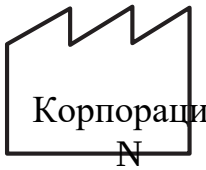
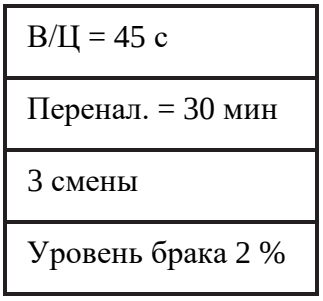
19. «Точно вовремя» для рабочих / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2008. – 120 с.

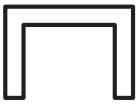
20. TPM в простом и доступном изложении /А. Итикава [и др.] ; пер. с яп. А. Н. Стерляжникова ; под науч. ред. В. Е. Растимешина, Т. М. Куприяновой. – М. : РИА «Стандарты и качество» 2008. – 128 с.

21. Фомичев, С. К. Бережливое управление: управление потоками создания ценности / С. К. Фомичев, Н. И. Скрябина, О. Ю. Уразлина // Методы менеджмента качества. – 2004. – № 7. – С. 15-21.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО ПОТОКА

Изображение	Обозначает	Примечание
1	2	3
	Процесс	Один прямоугольник обозначает один процесс или операцию. Все процессы должны иметь названия
	Внешние участники потока создания ценности	Используется для обозначения потребителей, поставщиков и производственных процессов за пределами предприятия
	Список параметров	Используется для отображения информации о производственном процессе, отделе, потребителе и др.
	Доставка грузов автотранспортом	Требуется указать частоту отгрузок
	Доставка грузов железнодорожным транспортом	Требуется указать частоту отгрузок
	Доставка грузов авиатранспортом	Требуется указать частоту отгрузок
	Доставка грузов водным транспортом	Требуется указать частоту отгрузок

1	2	3
	Перемещение материалов и изделий при помощи погрузчика	Требуется указать частоту отгрузок
 **300 изд. 1 день**	Запасы	Указываются объем и время хранения
	Движение материалов и изделий методом выталкивания	Движение материалов и изделий до того, как в них возникает потребность
	Движение материалов и продукции от поставщика и к потребителю	Движение материалов и комплектующих от поставщика и готовой продукции к потребителю
	Супермаркет	Регулируемый запас деталей, предназначенный для обеспечения процесса-потребителя
	Изъятие	Вытягивание материалов и деталей, как правило, из супермаркета
Макс. 20 изд 	Перемещение регулируемого количества изделий между процессами методом ФИФО	Метод ограничения количества и обеспечения процессов в последовательности «Первым вошел – первым вышел». Указывается максимальное количество
	Страховые запасы	Указывается количество
	U – образная рабочая ячейка	Расположение оборудования, способствующее эффективному потоку работы

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОТОКА

Изображение	Обозначает	Примечание
	Передача информации вручную	Передача информации на бумажном носителе
	Передача информации средствами связи	Передача информации средствами связи или в электронном виде
	План, расписание, график	Представляется информация с показателями плана, расписания, результаты прогнозов и др.
	Канбан производства	Карточка или другое средство, которое указывает процессу, сколько и что следует производить
	Канбан отбора	Карточка или другое средство, которое дает разрешение о получении и перемещении деталей
	Сигнальный канбан	Движение материалов и изделий до того, как в них возникает потребность
	Выравнивание загрузки	Средство для остановки партий карточек канбан и регулирования их количества и номенклатуры в течение периода времени
	Место сбора карточек канбан	Место, где собираются и хранятся карточки канбан для транспортировки
	«Световая вспышка»	Выделяет деятельность, которая необходима для совершенствования определенных процессов