МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ГМК
(протокол № 1 от 04.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Ю. А. Лагунова

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.27 ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Форма обучения: очная, заочная, очно-заочная

год набора: **2026**

Автор: Шестаков В. С., канд. техн. наук, профессор

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 43D659E81F59110FB2CEBF5795FF2768
Владелец: Зубов Владимир Владимирович
Действителен: с 20.08.2025 до 13.11.2026

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время проектирование технических объектов выполняется полностью на ЭВМ, что привело к использованию понятия автоматизированное проектирование. Выпускники университета должны уметь работать на ЭВМ в текстовых и графических редакторах, конструкторских пакетах, позволяющих выполнять проектирование машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов.

Цель контрольной работы: обучение студентов проектированию и расчетам с применением компьютерных технологий. Умение использовать компьютерные технологии при проектировании объектов машиностроения позволит в последующей профессиональной деятельности разрабатывать оптимальные конструкции с минимальной массой и стоимостью и сократить продолжительность разработки проектов.

В методических указаниях приведен один из вариантов типового задания, практикуется применение индивидуальных заданий, соответствующих выбранному студентом направлению будущей работы. Такими заданиями являются разработка проекта отдельных механизмов и узлов экскаваторов, дробилок, буровых установок и т.п.

Результат изучения дисциплины:

Знать:

- функциональные возможности компьютерных программ, используемых для профессиональной деятельности при оптимизации объектов;
- требования к технологичности изделий и оптимальности процессов их изготовления;
- методы математического моделирование технологических процессов и технологических машин и оборудования;
- методы математической обработки экспериментальных данных, теорию вероятностей и математическую статистику для получения целевых функций;

Уметь:

- применять современные образовательные и информационные технологии для приобретения новых знаний при оптимизации объектов;
- реализовывать в проектах требования к технологичности изделий и оптимальности процессов их изготовления;
- применять методы математического моделирование технологических процессов и технологических машин и оборудования;
- применять методы математической обработки экспериментальных данных, теории вероятности и математической статистики для получения уравнений регрессии для использования их в целевых функциях;

Владеть:

- навыками работы на персональном компьютере при оптимизации объектов;
- навыками реализации в проектах требования к технологичности изделий и оптимальности процессов их изготовления;
- навыками математического моделирование технологических процессов и технологических машин и оборудования;
- приемами математической обработки экспериментальных данных, использования теории вероятности и математической статистики для получения уравнений регрессии для использования их в целевых функциях.

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

При подготовке к контрольной работе необходимо изучить примеры, рассмотренные на лекциях, а также в пособии [1].

2. ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа должна включать следующие этапы:

1. Постановка задачи оптимизации.
2. Анализ задачи.
3. Выбор критерия оптимальности.
4. Выбор переменных проектирования и оптимизации.
5. Выбор ограничений.
6. Составление целевой функции.
7. Выбор метода оптимизации.
8. Составление алгоритма решения для ЭВМ.
9. Составление программы для ЭВМ и проведение оптимизации.

3. ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

1. Определить оптимальное сечение каната при аварийном срыве с захватов бурового става. Перед срывом имелась слабина каната ΔL. Барабан лебедки заторможен. Исходные данные: C – жесткость каната, m_c – масса бурового става, $D_б$ – диаметр барабана лебедки, $J_б$ – момент инерции барабана лебедки, $J_д$ – момент инерции двигателя лебедки, U – передаточное отношение лебедки, $\eta_м$ – КПД лебедки

2. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара ударника по крышке при холостом ходе. Бурение вертикальной скважины снизу вверх. Ударник перемещается сжатым воздухом, давление которого не меняется в процессе движения и равно Po, а усилие сопротивления определяется по выражению $Fc=K_v \cdot V^2$, где K_v - коэффициент, V-текущее значение скорости ударника. После прохождения расстояния L_1, переключается подача сжатого воздуха в другую камеру, под действием которого происходит торможение ударника.

3. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара ударника по крышке при холостом ходе. Бурение вертикальной скважины сверху вниз. Поршень перемещается сжатым воздухом, давление которого не меняется в процессе движения и равно P_o, а усилие сопротивления определяется по выражению $F_c=C_v \cdot V^2$, где C_v – коэффициент, V-текущее значение скорости ударника. После прохождения расстояния L_1, перекрывается выхлопное окно и оставшаяся часть воздуха в нижней части камеры начинает тормозить ударник. Усилие торможения может быть определено по выражению $F_т=C_т$ * X, где $C_т$ —коэффициент пропорциональности, X —ход ударника после перекрытия отверстия.

4. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара ударника по крышке при холостом ходе. Бурение вертикальной скважины. Ударник перемещается сжатым воздухом, подаваемым в нижнюю часть цилиндра. Давление воздуха не меняется в процессе движения и равно Po. Усилие сопротивления в процессе движения определяется по выражению $Fc=C_v \cdot V^2$, где C_v – коэффициент, V-текущее значение скорости ударника.

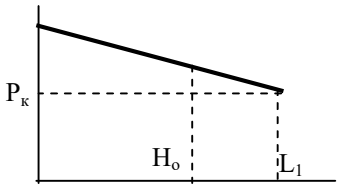
После прохождения расстояния L_1, цилиндр отключается от магистрали (сжатый воздух перестает действовать), а после прохождения расстояния L_2, перекрывается выхлопное окно и в верхнюю часть цилиндра начинает поступать сжатый воздух под давлением Po, под действием которого и происходит торможение ударника.

5. Определить оптимальное сечение каната при аварийном срыве с захватов бурового става. Перед срывом имелась слабина каната ΔL. Барабан лебедки заторможен. При движении бурового става усилие сопротивления $Fc=kV^2$, где v-скорость. Исходные данные: C – жесткость каната, m_c – масса бурового става, $D_б$ – диаметр барабана лебедки, $J_б$ – момент инерции барабана лебедки, $J_д$ – момент инерции двигателя лебедки, U – передаточное отношение лебедки, $\eta_м$ – КПД лебедки, k - коэффициент для расчета усилия сопротивления

6. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара ударника по крышке при холостом ходе. Бурение вертикальной скважины снизу вверх. Ударник перемещается сжатым воздухом, подаваемым в верхнюю часть цилиндра. Давление воздуха не меняется в процессе движения и равно Po. Усилие сопротивления определяется по выражению $Fc=Kv \cdot V2$, где Kv – коэффициент, V-текущее значение скорости ударника. После прохождения расстояния L1, цилиндр отключается от магистрали (сжатый воздух перестает действовать), а после прохождения расстояния L2, перекрывается выхлопное окно и в нижнюю часть цилиндра начинает поступать сжатый воздух под давлением Po, под действием которого и происходит торможение ударника.

7. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара ударника по крышке при холостом ходе. Бурение горизонтальной скважины. Ударник перемещается сжатым воздухом, подаваемым в левую часть цилиндра. Давление воздуха не меняется в процессе движения и равно Po. После прохождения расстояния L_1, цилиндр отключается от магистрали (сжатый воздух перестает действовать), после прохождения расстояния L_2, перекрывается выхлопное окно и в правую часть цилиндра начинает поступать сжатый воздух под давлением Po, под действием которого и происходит торможение поршня. Усилие сопротивления определяется по выражению $F_c=K_v \cdot V^2$, где K_v – коэффициент, V-текущее значение скорости ударника.

8. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара ударника по крышке при холостом ходе. Бурение вертикальной скважины. Ударник перемещается сжатым воздухом, давление которого равномерно меняется в процессе движения от P_o до $P_к$ на расстоянии L_1. Усилие сопротивления, действующее на поршень определяется по выражению $Fc=C \cdot V$, где C —коэффициент пропорциональности, V —скорость перемещения ударника, м/с.



Определить время перемещения поршня на расстояние H_o.

Исходные данные:

P_o, $P_к$- давление сжатого воздуха вначале движения, и на расстоянии L_1, Па; M — масса поршня, кг; D —диаметр поршня, м

C —коэффициент пропорциональности

9. Определить глубину погружения бурового снаряда в породу, которая требуется для оптимизации по производительности бурового станка. Буровой снаряд, массой M, падает под собственным весом с высоты H_o и в конце хода наносит удар по забою скважины. Сопротивление при падении снаряда определяется по выражению $Fc=Kv \cdot V^2$, где Kv —коэффициент пропорциональности, V —скорость перемещения, м/с.

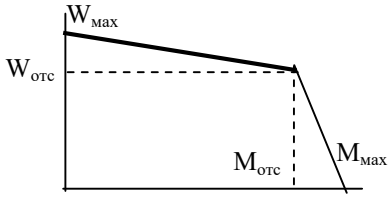
При внедрении снаряда на него начинает действовать усилие сопротивления грунта, изменяющееся по закону $Fc = C_г \cdot H_{вн}$, где $C_г$ —коэффициент пропорциональности, $H_{вн}$ — глубина погружения в породу,

10. Определить глубину погружения бурового снаряда в породу, которая требуется для оптимизации по производительности бурового станка. Буровой снаряд, массой M, падает под собственным весом с высоты H_o и в конце хода наносит удар по забою скважины. Сопротивление при падении снаряда меняется по закону $Fc=aV^2$, где a - коэффициент пропорцио-

нальности, V —текущее значение скорости в процессе падения снаряда. При внедрении снаряда в породу, на него начинает действовать усилие сопротивления, изменяющееся по закону $Fc = C_г \cdot H_{вн}$, где $C_г$ —коэффициент пропорциональности, $H_{вн}$ —глубина погружения в породу, м.

11. Определить оптимальное сечение каната при срыве с уступа ковша драглайна. Перед срывом имелась слабина каната ΔL. Барабан лебедки заторможен. Исходные данные: C – общая жесткость каната стрелы драглайна, m_c – масса ковша, $D_б$ – диаметр барабана лебедки, $J_б$ – момент инерции барабана лебедки, $J_д$ – момент инерции двигателя лебедки, U – передаточное отношение лебедки, $\eta_м$ – КПД лебедки

12. Для проведения оптимизации по производительности определить время цикла лебедки при подъеме груза на высоту H_o и опускании крюка на глубину H_o.



Исходные данные: M, $M_к$ —масса груза и крюка, кг;

$J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2;

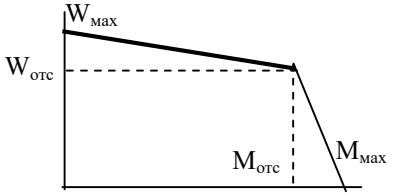
U —передаточное число редуктора, $T_п$ – время погрузки, с.

$R_б$ —радиус барабана, м; $M_{мах}$ —максимальный момент на валу двигателя привода, Нм; $M_{отс}$ —момент отсечки на валу двигателя привода, Нм;

$W_{мах}$ —максимальная скорость вала двигателя, рад/с; $W_{отс}$ –скорость “отсечки вала двигателя, рад/с;

При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент $M_{мах}$.

13. Для проведения оптимизации по производительности определить время опускания груза лебедкой на глубину Но.



Исходные данные: M —масса груза, кг;

$J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2;

U —передаточное число редуктора,

$R_б$ —радиус барабана, м; $M_{мах}$ —максимальный момент на валу двигателя привода, Нм;

$M_{отс}$ —момент отсечки на валу двигателя привода, Нм;

$W_{мах}$ —максимальная скорость вала двигателя, рад/с;

$W_{отс}$ —скорость “отсечки вала двигателя, рад/с;

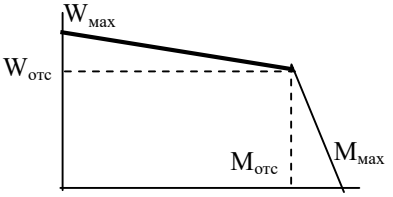
При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент $M_{мах}$.

14. Определить время подъема груза лебедкой на высоту Но.

Исходные данные: M —масса груза, кг;

$J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2;

i —передаточное число редуктора, Rб —радиус барабана, м;

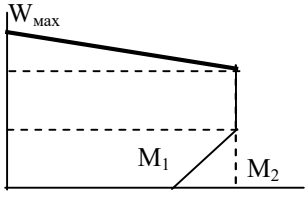


Мmax —максимальный момент на валу двигателя привода, Нм; Мотс —момент отсечки на валу двигателя привода, Нм;

Wmax —максимальная скорость вала двигателя, рад/с; Wотс —скорость “отсечки” вала двигателя, рад/с;

При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент Ммах .

15. Определить время опускания груза лебедкой на глубину Lo.



Исходные данные: M —масса груза, кг;

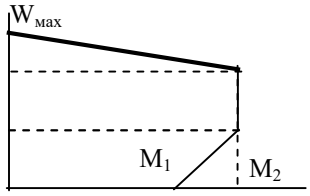
$J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2;

U —передаточное число редуктора, $R_б$ —радиус барабана, м;

M_1,M_2 —моменты на валу двигателя привода при скорости, Нм;

W_1, W_2 – скорости участков статической характеристики.
При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент M_2

16. Определить время подъема груза лебедкой на высоту H_o.
Исходные данные: M —масса груза, кг; q-масса 1 м. каната.
$J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2;
U —передаточное число редуктора, $R_б$ —радиус барабана, м;
M_1,M_2 —моменты на валу двигателя привода
W_1, W_2,- скорости участков статической характеристики рад/с;
Учесть уменьшение длины каната при подъеме.
При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент.



17. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара при холостом ходе ударника. Бурение горизонтальной скважины. Ударник перемещается сжатым воздухом, давление которого равномерно меняется по закону $P=P_o-к\cdot X$, где P_o - давление в начале движения, к - коэффициент пропорциональности, X — перемещение поршня с начала движения. Усилие сопротивления определяется по выражению $Fc=9.81\cdot f\cdot M+a\cdot V$, где M - масса поршня, f - коэффициент трения, a – коэффициент пропорциональности, V –скорость перемещения поршня. После прохождения расстояния L_1, перекрывается выхлопное окно, в камеру подается сжатый воздух под давлением P_o, под действием этого давления и усилия сопротивления и происходит торможение.

18. Определить глубину внедрения коронки в породу при рабочем ходе поршня ударника при бурении вниз и время перемещения ударника при рабочем ходе. Поршень перемещается сжатым воздухом, давление которого постоянно и равно Po. Усилие сопротивления от сил трения определяется по выражению $Fc=Fco+a\cdot V$, где Fco –сопротивление, не зависящее от скорости, a - коэффициент пропорциональности, V -скорость перемещения поршня.

После перемещения на расстояние L1, происходит удар по коронке. За счет сопротивления породы происходит торможение поршня. Усилие сопротивления породы определяется по выражению $Fп=Cг\cdot X$, где Cг- коэффициент сопротивления грунта, X - глубина погружения коронки

19. Определить глубину погружения бурового снаряда в породу, которая требуется для оптимизации по производительности бурового станка. Буровой снаряд, массой ***m***, падает под собственным весом с высоты $\boldsymbol{H_o}$ и в конце хода наносит удар по забою скважины. Вначале буровой снаряд движется в воздухе (на расстоянии L_1), а затем в шламе (смесь воды и буровой мелочи). Сопротивление при падении в шламе определяется по выражению $F_c=K_v\cdot V^2$, где $\boldsymbol{K_v}$ —коэффициент пропорциональности, $\boldsymbol{V}$ —скорость, м/с. При внедрении снаряда на него начинает действовать усилие сопротивления грунта, изменяющееся по закону $F_c = C_г \cdot H_{вн}$, где $C_г$ —коэффициент пропорциональности, $\boldsymbol{H_{вн}}$ —глубина погружения в породу, м.

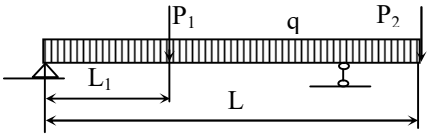
20. Определить глубину погружения бурового снаряда в породу, которая требуется для оптимизации по производительности бурового станка. Буровой снаряд, массой **m**, падает под собственным весом с высоты H_o и в конце хода наносит удар по забою скважины. Каната в начале движения не препятствует падению. Сопротивление при падении снаряда определяется по выражению $F_c=K_v\cdot V^2$, где K_v —коэффициент пропорциональности, V — скорость, м/с. На расстоянии ΔL от забоя натягивается канат и дальнейшее внедрение происходит при сжатии пружин амортизатора, при этом усилие в канате определяется по формуле $F_c=C_к\cdot X$, где $C_к$- коэффициент, X – расстояние, проходимое буровым снарядом после натяжения каната. При внедрении снаряда на него начинает действовать усилие сопротивления грунта, изменяющееся по закону $F_c = C_г \cdot H_{вн}$, где $C_г$ —коэффициент пропорциональности, $H_{вн}$ —глубина погружения в породу, м.

21. Определить оптимальное сечение каната по условию выбора по максимальному усилию. Максимальное усилие определить при аварийном срыве буровой колонны с захватов. Перед срывом имелась слабина каната ΔL. Барабан лебедки расторможен и может поворачиваться усилием в канате. При падении бурильной колонны на нее действует сопротивление $F_c=F_{co}+k_v V^2$. где F_{co} – трение, не зависящее от скорости, k_v – коэффициент пропорциональности, V –скорость перемещения колонны. Исходные данные: C –жесткость каната, $m_{бк}$ – масса бурильной колонны, $D_б$ – диаметр барабана лебедки, $J_б$ – момент инерции барабана лебедки, $J_д$ – момент инерции двигателя лебедки, U – передаточное отношение лебедки, $\eta_м$ – КПД лебедки.

22. Определить оптимальное сечение каната по условию выбора по максимальному усилию. Максимальное усилие определить при аварийном срыве шахтной клети с захватов. Перед срывом имелась слабина каната ΔL. Барабан лебедки расторможен и может поворачиваться усилием в канате. При падении клети срабатывают тормозные устройства, обеспечивающие усилие торможения $F_т=F_{co}+k_v V_2$. где F_{co} – усилие от трения, не зависящее от скорости, k_v – коэффициент пропорциональности, V –скорость перемещения клети.

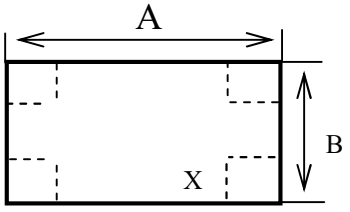
Исходные данные: C –жесткость каната, $m_к$ – масса клети, $D_б$ – диаметр барабана лебедки, $J_б$ – момент инерции барабана лебедки, $J_д$ – момент инерции двигателя лебедки, U – передаточное отношение лебедки, $\eta_м$ – КПД лебедки. \

23. Определить оптимальное положение правой опоры балки, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой ***q*** и сосредоточенными силами ***P_1*** и ***P_2***. Левая опора находится на конце балки.



24. Определить оптимальные размеры контейнера, изготовляемого из стального листа заданного размера A * B (с углов листа удаляются квадраты размером X, затем отгибаются боковые стороны контейнера и выполняются сварные швы).

Удаленные квадраты идут в отходы, стоимость сварного шва не учитывать.



ЛИТЕРАТУРА

Шестаков В.С. Оптимизация технических объектов: учебное пособие; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016 – 238 с..

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ГМК
(протокол № 1 от 04.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Ю. А. Лагунова

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся

Б1.О.27 ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Форма обучения: ***очная, заочная, очно-заочная***

год набора: 2026

Автор: Шестаков В. С., канд. техн. наук, профессор

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ 3

2. ОФОРМЛЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ 3

3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ 4

ЛИТЕРАТУРА 8

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании технических объектов решаются задачи поиска оптимальных решений. Выпускники университета должны уметь применять ЭВМ при проведении оптимизации.

Цель самостоятельной работы: проверка приобретенных студентами навыков оптимизации и поиска оптимальных значений параметров объектов и технологических процессов нефтегазовой отрасли.

Самостоятельная работа соответствуют следующим компетенциям Государственного стандарта:

общепрофессиональные:

- способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения (ОПК-14).

Результат изучения дисциплины:

Знать:

- общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;
- алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения;

Уметь:

- применять общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
- разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения;

Владеть:

- навыками применения методов математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;
- способами разработки алгоритмов и компьютерных программы, пригодных для практического применения.

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

При выполнении самостоятельной работы необходимо изучить примеры, рассмотренные в лекциях, а также в пособии [1].

2. ОФОРМЛЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Отчет по самостоятельной работе должна включать следующие этапы:

1. Постановка задачи оптимизации.
2. Анализ задачи.
3. Выбор критерия оптимальности.
4. Выбор переменных проектирования и оптимизации.
5. Выбор ограничений.
6. Составление целевой функции.
7. Выбор метода оптимизации.
8. Составление алгоритма решения для ЭВМ.
9. Составление программы для ЭВМ и проведение оптимизации.

3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Определить оптимальное сечение каната при аварийном срыве с захватов бурового става. Перед срывом имелась слабина каната ΔL. Барабан лебедки заторможен. Исходные данные: С – жесткость каната, m_c – масса бурового става, $D_б$ – диаметр барабана лебедки, $J_б$ – момент инерции барабана лебедки, $J_д$ – момент инерции двигателя лебедки, U – передаточное отношение лебедки, $\eta_м$ – КПД лебедки

2. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара ударника по крышке при холостом ходе. Бурение вертикальной скважины снизу вверх. Ударник перемещается сжатым воздухом, давление которого не меняется в процессе движения и равно Ро, а усилие сопротивления определяется по выражению $Fc=K_v \cdot V^2$, где K_v - коэффициент, V-текущее значение скорости ударника. После прохождения расстояния L_1, переключается подача сжатого воздуха в другую камеру, под действием которого происходит торможение ударника.

3. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара ударника по крышке при холостом ходе. Бурение вертикальной скважины сверху вниз. Поршень перемещается сжатым воздухом, давление которого не меняется в процессе движения и равно P_o, а усилие сопротивления определяется по выражению $F_c=C_v \cdot V^2$, где C_v – коэффициент, V-текущее значение скорости ударника. После прохождения расстояния L_1, перекрывается выхлопное окно и оставшаяся часть воздуха в нижней части камеры начинает тормозить ударник. Усилие торможения может быть определено по выражению $F_т=C_т * X$, где $C_т$ —коэффициент пропорциональности, X —ход ударника после перекрытия отверстия.

4. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара ударника по крышке при холостом ходе. Бурение вертикальной скважины. Ударник перемещается сжатым воздухом, подаваемым в нижнюю часть цилиндра. Давление воздуха не меняется в процессе движения и равно Ро. Усилие сопротивления в процессе движения определяется по выражению $Fc=C_v \cdot V^2$, где C_v – коэффициент, V-текущее значение скорости ударника.
   После прохождения расстояния L_1, цилиндр отключается от магистрали (сжатый воздух перестает действовать), а после прохождения расстояния L_2, перекрывается выхлопное окно и в верхнюю часть цилиндра начинает поступать сжатый воздух под давлением Ро, под действием которого и происходит торможение ударника.

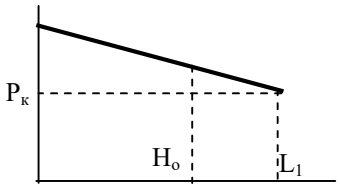
5. Определить оптимальное сечение каната при аварийном срыве с захватов бурового става. Перед срывом имелась слабина каната ΔL. Барабан лебедки заторможен. При движении бурового става усилие сопротивления $Fc=kV^2$, где v-скорость. Исходные данные: С – жесткость каната, m_c – масса бурового става, $D_б$ – диаметр барабана лебедки, $J_б$ – момент инерции барабана лебедки, $J_д$ – момент инерции двигателя лебедки, U – передаточное отношение лебедки, $\eta_м$ – КПД лебедки, k - коэффициент для расчета усилия сопротивления

6. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара ударника по крышке при холостом ходе. Бурение вертикальной скважины снизу вверх. Ударник перемещается сжатым воздухом, подаваемым в верхнюю часть цилиндра. Давление воздуха не меняется в процессе движения и равно Ро. Усилие сопротивления определяется по выражению Fc=Kv·V2, где Kv – коэффициент, V-текущее значение скорости ударника. После прохождения расстояния L1,

цилиндр отключается от магистрали (сжатый воздух перестает действовать), а после прохождения расстояния L2, перекрывается выхлопное окно и в нижнюю часть цилиндра начинает поступать сжатый воздух под давлением Ро, под действием которого и происходит торможение ударника.

7. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара ударника по крышке при холостом ходе. Бурение горизонтальной скважины. Ударник перемещается сжатым воздухом, подаваемым в левую часть цилиндра. Давление воздуха не меняется в процессе движения и равно Ро. После прохождения расстояния L_1, цилиндр отключается от магистрали (сжатый воздух перестает действовать), после прохождения расстояния L_2, перекрывается выхлопное окно и в правую часть цилиндра начинает поступать сжатый воздух под давлением Ро, под действием которого и происходит торможение поршня. Усилие сопротивления определяется по выражению $F_c=K_v \cdot V^2$, где K_v – коэффициент, V-текущее значение скорости ударника.

8. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара ударника по крышке при холостом ходе. Бурение вертикальной скважины. Ударник перемещается сжатым воздухом, давление которого равномерно меняется в процессе движения от P_o до $P_к$ на расстоянии L_1. Усилие сопротивления, действующее на поршень определяется по выражению Fc=C ·V, где C —коэффициент пропорциональности, V —скорость перемещения ударника, м/с.



Определить время перемещения поршня на расстояние H_o.
Исходные данные:
P_o, $P_к$- давление сжатого воздуха вначале движения, и на расстоянии L_1, Па; M — масса поршня, кг; D —диаметр поршня, м
C —коэффициент пропорциональности

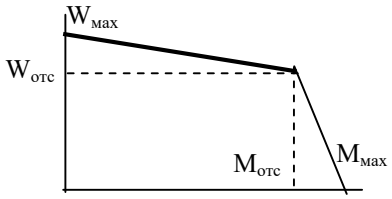
9. Определить глубину погружения бурового снаряда в породу, которая требуется для оптимизации по производительности бурового станка. Буровой снаряд, массой M, падает под собственным весом с высоты H_o и в конце хода наносит удар по забою скважины. Сопротивление при падении снаряда определяется по выражению $Fc=Kv \cdot V^2$, где Kv —коэффициент пропорциональности, V —скорость перемещения, м/с.
При внедрении снаряда на него начинает действовать усилие сопротивления грунта, изменяющееся по закону $Fc = C_г \cdot H_{вн}$, где $C_г$ —коэффициент пропорциональности, $H_{вн}$ —глубина погружения в породу,

10. Определить глубину погружения бурового снаряда в породу, которая требуется для оптимизации по производительности бурового станка. Буровой снаряд, массой M, падает под собственным весом с высоты H_o и в конце хода наносит удар по забою скважины. Сопротивление при падении снаряда меняется по закону $Fc=aV^2$, где a - коэффициент пропорциональности, V —текущее значение скорости в процессе падения снаряда. При внедрении снаряда в породу, на него начинает действовать усилие сопротивления, изменяющееся по закону $Fc = C_г \cdot H_{вн}$, где $C_г$ —коэффициент пропорциональности, $H_{вн}$ —глубина погружения в породу, м.

11. Определить оптимальное сечение каната при срыве с уступа ковша драглайна. Перед срывом имелась слабина каната ΔL. Барабан лебедки заторможен. Исходные данные: C – общая жесткость каната стрелы драглайна, m_c – масса ковша, $D_б$ –

диаметр барабана лебедки, $J_б$ – момент инерции барабана лебедки, $J_д$ – момент инерции двигателя лебедки, U – передаточное отношение лебедки, $\eta_м$ – КПД лебедки

12. Для проведения оптимизации по производительности определить время цикла лебедки при подъеме груза на высоту H_o

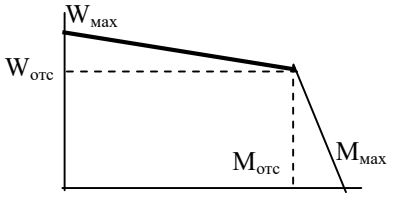


и опускании крюка на глубину H_o.

Исходные данные: M, $M_к$ —масса груза и крюка, кг;
$J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2;
U —передаточное число редуктора, $T_п$ – время погрузки, с.
$R_б$ —радиус барабана, м; $M_{мах}$ —максимальный момент на валу двигателя привода, Нм;
$M_{отс}$ —момент отсечки на валу двигателя привода, Нм;
$W_{мах}$ —максимальная скорость вала двигателя, рад/с; $W_{отс}$ –скорость “отсечки вала двигателя, рад/с;

При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент $M_{мах}$.

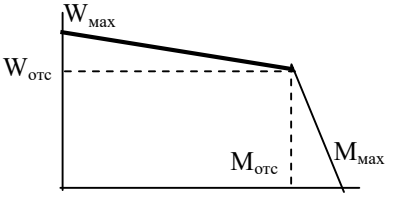
13. Для проведения оптимизации по производительности определить время опускания груза лебедкой на глубину Но.



Исходные данные: M —масса груза, кг;
$J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2;
U —передаточное число редуктора,
$R_б$ —радиус барабана, м; $M_{мах}$ —максимальный момент на валу двигателя привода, Нм;
$M_{отс}$ —момент отсечки на валу двигателя привода, Нм;
$W_{мах}$ —максимальная скорость вала двигателя, рад/с;
$W_{отс}$ —скорость “отсечки вала двигателя, рад/с;

При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент $M_{мах}$.

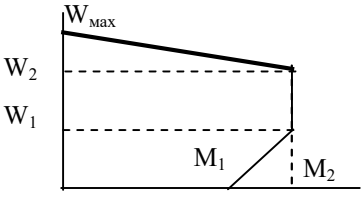
14. Определить время подъема груза лебедкой на высоту Но.



Исходные данные: M —масса груза, кг;
$J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2;
i —передаточное число редуктора, Rб —радиус барабана, м;
Ммах —максимальный момент на валу двигателя привода, Нм; Мотс —момент отсечки на валу двигателя привода, Нм;
Wмах —максимальная скорость вала двигателя, рад/с;
Wотс —скорость “отсечки” вала двигателя, рад/с;

При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент Ммах .

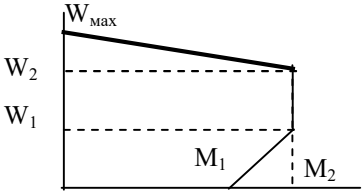
15. Определить время опускания груза лебедкой на глубину Lo.



Исходные данные: M —масса груза, кг;
$J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2;
U —передаточное число редуктора, $R_б$ —радиус барабана, м;
M_1,M_2 —моменты на валу двигателя привода при скорости, Нм;
W_1, W_2 – скорости участков статической характеристики.

При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент M_2

16. Определить время подъема груза лебедкой на высоту H_o.



Исходные данные: M —масса груза, кг; q-масса 1 м. каната.
$J_б$,$J_д$ —момент инерции барабана и двигателя,кгм^2;
U —передаточное число редуктора, $R_б$ —радиус барабана, м;
M_1,M_2 —моменты на валу двигателя привода

W_1, W_2,- скорости участков статической характеристики рад/с;
Учесть уменьшение длины каната при подъеме.

При торможении на барабан действует максимальный тормозной момент.

17. Определить оптимальный размер корпуса пневмоударника по условию исключения удара при холостом ходе ударника. Бурение горизонтальной скважины. Ударник перемещается сжатым воздухом, давление которого равномерно меняется по закону $P=P_o-к\cdot X$, где P_o - давление в начале движения, к - коэффициент пропорциональности, X —перемещение поршня с начала движения. Усилие сопротивления определяется по выражению $Fc=9.81\cdot f\cdot M+a\cdot V$, где M - масса поршня, f - коэффициент трения, a – коэффициент пропорциональности, V –скорость перемещения поршня. После прохождения расстояния L_1, перекрывается выхлопное окно, в камеру подается сжатый воздух под давлением P_o, под действием этого давления и усилия сопротивления и происходит торможение.

18. Определить глубину внедрения коронки в породу при рабочем ходе поршня ударника при бурении вниз и время перемещения ударника при рабочем ходе. Поршень перемещается сжатым воздухом, давление которого постоянно и равно Po. Усилие сопротивления от сил трения определяется по выражению $Fc=Fco+a\cdot V$, где Fco –сопротивление, не зависящее от скорости, a - коэффициент пропорциональности, V -скорость перемещения поршня.

После перемещения на расстояние L1, происходит удар по коронке. За счет сопротивления породы происходит торможение поршня. Усилие сопротивления породы определяется по выражению $Fп=Cг\cdot X$, где Сг- коэффициент сопротивления грунта, X - глубина погружения коронки

19. Определить глубину погружения бурового снаряда в породу, которая требуется для оптимизации по производительности бурового станка. Буровой снаряд, массой ***m***, падает под собственным весом с высоты $\boldsymbol{H_o}$ и в конце хода наносит удар по забою скважины. Вначале буровой снаряд движется в воздухе (на расстоянии L_1), а затем в шламе (смесь воды и буровой мелочи). Сопротивление при падении в шламе определяется по выражению $F_c=K_v\cdot V^2$, где $\boldsymbol{K_v}$ —коэффициент пропорциональности, $\boldsymbol{V}$ —скорость, м/с. При внедрении снаряда на него начинает действовать усилие сопротивления грунта, изменяющееся по закону $F_c = C_г \cdot H_{вн}$, где $C_г$ —коэффициент пропорциональности, $\boldsymbol{H_{вн}}$ —глубина погружения в породу, м.

20. Определить глубину погружения бурового снаряда в породу, которая требуется для оптимизации по производительности бурового станка. Буровой снаряд, массой **m**, падает под собственным весом с высоты H_o и в конце хода наносит удар по забою скважины. Каната в начале движения не препятствует падению. Сопротивление при падении снаряда определяется по выражению $F_c=K_v\cdot V^2$, где K_v —коэффициент пропорциональности, V —скорость, м/с. На расстоянии ΔL от забоя натягивается канат и дальнейшее внедрение происходит при сжатии пружин амортизатора, при этом усилие в канате определяется по формуле $F_c=C_к\cdot X$, где $C_к$- коэффициент, X – расстояние, проходимое буровым снарядом после натяжения каната. При внедрении снаряда на него начинает действовать усилие сопротивления грунта, изменяющееся по закону $F_c = C_г \cdot H_{вн}$, где $C_г$ — коэффициент пропорциональности, $H_{вн}$ —глубина погружения в породу, м.

21. Определить оптимальное сечение каната по условию выбора по максимальному усилию. Максимальное усилие определить при аварийном срыве буровой колонны с захватов. Перед срывом имелась слабина каната ΔL. Барабан лебедки расторможен и может поворачиваться усилием в канате. При падении бурильной колонны на нее действует сопротивление $F_c=F_{co}+k_v V^2$. где F_{co} – трение, не зависящее от скорости, k_v – коэффициент пропорциональности, V –скорость перемещения колонны. Исходные данные: C –

жесткость каната, $m_{бк}$ – масса бурильной колонны, $D_б$ – диаметр барабана лебедки, $J_б$ – момент инерции барабана лебедки, $J_д$ – момент инерции двигателя лебедки, U – передаточное отношение лебедки, $\eta_м$ – КПД лебедки.

22. Определить оптимальное сечение каната по условию выбора по максимальному усилию. Максимальное усилие определить при аварийном срыве шахтной клети с захватов. Перед срывом имелась слабина каната ΔL. Барабан лебедки расторможен и может поворачиваться усилием в канате. При падении клети срабатывают тормозные устройства, обеспечивающие усилие торможения $F_т=F_{со}+k_v V_2$. где $F_{со}$ – усилие от трения, не зависящее от скорости, k_v – коэффициент пропорциональности, V –скорость перемещения клети.

Исходные данные: C –жесткость каната, $m_к$ – масса клети, $D_б$ – диаметр барабана лебедки, $J_б$ – момент инерции барабана лебедки, $J_д$ – момент инерции двигателя лебедки, U – передаточное отношение лебедки, $\eta_м$ – КПД лебедки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шестаков В.С. Оптимизация технических объектов: учебное пособие; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016 – 238 с..

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ГМК
(протокол № 1 от 04.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Ю. А. Лагунова

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям по дисциплине

Б1.О.27 ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Форма обучения: очная, заочная, очно-заочная

год набора: **2026**

Автор: Шестаков В. С., канд. техн. наук, профессор

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
2. Задания к практическим занятиям 3
3. Порядок выполнения работы.....4
4. ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ 4
4.1. Практическое занятие № 1.....4
Освоение набора кода программы и отладку.....4
4.2. Практическое занятие № 2.....9
4.3. Практическое занятие № 3.....14
Литература.....20

ВВЕДЕНИЕ

Трудоемкость дисциплины (модуля): 6 з.е. 216 часов.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Цель дисциплины: приобретение студентами представлений о возможности оптимизации и поиска оптимальных значений параметров объектов и технологических процессов нефтегазовой отрасли.

Результат изучения дисциплины (модуля):

общепрофессиональные:

- способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения (ОПК-14).

Результат изучения дисциплины (модуля):

Знать:

- общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;
- алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения;

Уметь:

- применять общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
- разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения;

Владеть:

- навыками применения методов математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;
- способами разработки алгоритмов и компьютерных программы, пригодных для практического применения.

2. ЗАДАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Занятие 1-2. Изучение проведения расчетов на алгоритмическом языке Visual Basik на примерах простейших программ.

Занятие 3. Решение задачи «Определение продолжительности разгона поршня-ударника на расстоянии Lo и скорости в конце разгона

Занятие 4. Решение задачи «Определение продолжительности торможения поршня-ударника со скорости Vo

Занятие 5. Разработка имитационной модели рабочего процесса погружного пневмоударника.

Занятие 6-7. Разработка имитационной модели рабочего процесса подъема груза лебедкой на высоту Но .

Занятие 8. Разработка имитационной модели рабочего цикла лебедки при подъеме груза лебедкой на высоту Но и опускании порожнего крюка.

Занятие 9-10. Решение задачи определения максимального усилия в канате лебедки при выборе слабины.

Занятие 11. Решение задачи определения коэффициента загрузки привода лебедки за рабочий цикл.

Занятие 12. Составление программы для ЭВМ для метода одномерной оптимизации поиска оптимального значения аргумента для функции в виде квадратичного уравнения.

Занятие 13. Решение задачи определения оптимального положения опоры мачты бурового станки.

Занятие 14. Разработка программы для ЭВМ, включающей готовые модули, реализующих алгоритмы методов многомерной поисковой оптимизации, и поиска оптимальных значений аргументов функций.

Занятие 15-16. Решение задачи определения оптимального передаточного отношения лебедки

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Примеры выполнения заданий рассмотрены в [1, 2].

Задания выполняются в следующей последовательности:

Решение задач расчета длительности операций можно проводить в следующей последовательности:

1. формулировка задачи;
2. анализ задачи и составление расчетной схемы;
3. математическое описание в дифференциальной форме;
4. преобразование выражений в численную форму для решения на ЭВМ;
5. разработка вычислительного алгоритма;
6. разработка программы для ЭВМ;
7. набор программы на ЭВМ и ее отладка;
8. выполнение расчетов и анализ полученных результатов.

Содержание указанных этапов определяется конкретной задачей.

Отчетность по работе: пункты 1-5 оформляются в рукописном виде на бумаге, пункты 6-8 представляются при защите работы на компьютере.

4. ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

4.1. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

ОСВОЕНИЕ НАБОРА КОДА ПРОГРАММЫ И ОТЛАДКУ

Подготовка к занятию.

1. Изучить лекцию 2.
2. Изучить пример 1. Расчет площади прямоугольника (приведен ниже)

Вопросы для зачета по практической работе

1. Порядок вычисления формул
2. Математические функции используемые в VBA
3. Из каких соображений определено количество подпрограмм в разработанной программе?
4. Поясните работу каждой программной единицы.
5. Как обеспечивается передача данных с листа ввода данных в программный модуль?
6. Как обеспечивается вывод результатов расчета на лист?
7. Пояснить назначение строк программы.
8. Как выполнить набор программы?
9. Как выполнить отладку программы?
10. Как организовать независимость расположения ячеек с исходными данными от кода программы?
11. Как расположить элементы управления на листе Excel

Указания к выполнению

Задание выполняется одно по примеру, вариант задания – порядковый номер студента в ведомости.

Цель: освоение приемов работы в среде Excel при решении инженерных задач с применением языка программирования Visual Basic

Порядок выполнения работы.

При первом наборе задачи в Microsof Excel проделать пункты настройки по приложению (приведено ниже)

1. Изучите выданную задачу.
2. Выполните математическое описание.
3. Разработайте алгоритм.
4. Разработайте программу для ЭВМ.
5. Выполните набор программы на ЭВМ и ее отладку.
6. Установите кнопку для запуска программы.
7. Выполните расчет.

Задания к практическому занятию 1

1. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета площади окружности. Расчет провести с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Для проведения расчета на листе расположить кнопку.
2. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета площади треугольника. Расчет провести с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Для проведения расчета на листе расположить кнопку.
3. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формулы $y=\frac{A+\sqrt[3]{B}}{C+D}$. Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.
4. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формулы $y=A*x^{2.5}$. Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.
5. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формулы $y=\frac{A+B\times X}{C}$. Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z
6. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формулы $y=\frac{A+B\times X}{C+D}$. Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.
7. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формулы $y=\frac{A+B\times\sin X}{C+D}$. Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.
8. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул

   $a=2^{-x}\sqrt{x+\sqrt[4]{|y|}}$, $b=\sqrt[3]{e^{x-1/\sin z}}$, при x=3.981, y=-1,625, z=0.512

   Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.
9. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул

$$a=2^{\left(y^{x}\right)}+\left(3^{x}\right)^{y},\ b=\frac{|x-y|\left(1+\frac{\sin^2 z}{x+y}\right)}{e^{|x-y|}+\frac{x}{2}},$$ при x=3.251, y=0,325, z=0.466

Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.

10. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул

$$a=\frac{\sqrt{|x-1|}-\sqrt[3]{|y|}}{1+\frac{x^2}{2}+\frac{y^2}{4}},\ b=x\left(\operatorname{arctg} z+e^{-(x+3)}\right),$$ при x=-0.622, y=3,325, z=5,541

Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.

11. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул

$$a=\sqrt[4]{y+\sqrt[3]{x}-1},\ b=|x-y|\left(\sin^2 z+\operatorname{tg} z\right),$$ при x=17,421, y=10,365, z=0,828

Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.

12. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул

$$a=\frac{y^{x+1}}{\sqrt[3]{|y-2|+3}}+\frac{x+y/2}{2|x+y|},\ b=(x+1)^{-1/\sin z},$$ при x=1,625, y=-15,4, z=0,252

Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.

13. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул

$$a=\frac{x^{y+1}+e^{y-1}}{1+x|y-\operatorname{tg} z|},\ b=1+|y-x|+\frac{|y-x|^2}{2}+\frac{|y-x|^3}{3},$$ при x=0,244, y=0,869, z=-0,166

Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z

14. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул

$$a=\frac{2\cos(x-\pi/6)}{\frac{1}{2}+\sin^2 y},\ b=1+\frac{z^2}{3+z^2/5},$$ при x=1.426, y=-1.220, z=3.5

Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.

15. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул

$$a=\frac{\sqrt[3]{8+|x-y|^2+1}}{x^2+y^2+2},\ b=e^{|x-y|}\left(\operatorname{tg}^2 z+1\right)^{x},$$ при x=-4.500, y=0.750, z=0.845

Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.

16. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул

$$a=\left|\cos x+\cos y\right|^{1+2\sin^2 y},\ b=1+z+\frac{z^2}{2}+\frac{z^3}{3}+\frac{z^4}{4},\ \text{при } x=0.400,\ y=-0.875,\ z=-0.475$$

Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.

17. На листе Excel сформировать таблицу для ввода исходных данных и вывода результата расчета формул

$$a=\ln\left(y^{-\sqrt{|x|}}\right)\left(x-\frac{y}{2}\right),\ b=\sin^2 \operatorname{arctg} z,\ \text{при } x=-15.246,\ y=4.642,\ z=20.001$$

Расчет провести средствами Excel и с помощью VBA с обязательным использованием подпрограмм и передачей данных через аргументы. Сравнить результаты. На лист Excel переписать условие задачи. Для проведения расчета на листе расположить кнопку. Установить защиту листа от изменения ячеек с обеспечением возможности изменения значений x,y,z.

Пример задачи 1. Расчета площади прямоугольника

Последовательность действий будет следующей.

1. **На листе «Лист1»** располагаем вводные данные и готовим место для вывода результатов:

– увеличиваем ширину столбца А – навести курсор на линию между А и В, нажать левую кнопку мыши и потянуть;
– объединяем в первой строке ячейки А1 и В1 – выделить мышью эти ячейки и щелкнуть по кнопке «Объединить и поместить в центре» на панели «Форматирование»;
– вводим обозначение параметров и размеры сторон в виде

	A	B
1	Вычисление площади прямоугольника	
2	Ширина прямоугольника, м	4
3	Длина прямоугольника, м	10
4	Площадь, м^2	

2. **Вызываем на экран панель *Visual Basic*** (если она отсутствует):

– курсор мыши на любую из имеющихся панелей;
– щелчок правой кнопкой, щелчок по *Visual Basic* (на экран выведется панель рис. 1).

Рис. 1.

3. **Записываем заготовку для основной подпрограммы**:

– щелчок по кнопке «Запись макроса» на панели *Visual Basic*;
– вписываем название основной процедуры «Прямоугольник» в окно «Имя макроса», щелчок по «*ОК*» (рис. 2);

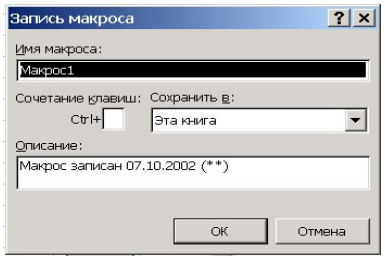
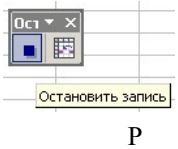


Рис. 2. Окно записи макроса



Р

– щелчок по кнопке «Остановить запись» на появившейся дополнительной панели (рис. 3) или на панели *Visual Basic*. (на ней кнопка «Запись» заменится кнопкой «Остановить запись»).

4. **Переходим в окно редактора *Visual Basic*:**

– щелчок по кнопке «Редактор» на панели *Visual Basic* –на экране должно появиться окно, показанное на рис. 4;
– если на экране отсутствует окно проекта, то его необходимо открыть *View→Project Explorer* (Вид→Окно проекта);

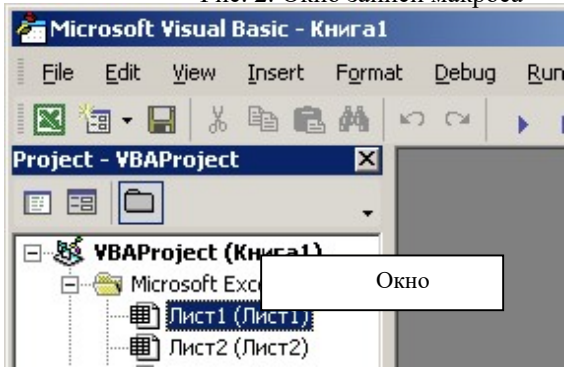


Рис. 4.

– щелчок по папке «Модули» (*Modules*);
– двойной щелчок по «Модуль1» (*Module*1).

5. **Выполняем набор с клавиатуры кода программы** (в отдельные подпрограммы выделен ввод данных и расчет, процедура «Прямоугольник» использована как общая для вызова остальных процедур, передача данных выполнена через аргументы).

```
Option Explicit
Sub Прямоугольник()
   Dim A, B
    Call Ввод(A, B)
    Call Расчет(A, B)
End Sub
Sub Ввод (A, B)
  A = Worksheets("Лист1").Range("B2")
  B = Worksheets("Лист1").Range("B3")
End Sub
Sub Расчет(A, B)
  Dim S
  S = A * B
  Worksheets("Лист1").Range("B4") = S
End Sub
```

При наборе необходимо освоить копирование строк:

- текстовый курсор (вертикальная мигающая черточка) навести на начало копируемой строки клавишами с изображением стрелок или щелчком мыши;
- нажать Shift и не отпуская ее выделить нужный участок (если не всю строку то нажатиями на клавишу с стрелкой → на клавиатуре, если одну строку, то нажать клавишу End, если несколько строк, то клавишей со стрелкой ↓) – выделенный участок выделится темным цветом;
- отпустить Shift;
- нажать Cntr и не отпуская клавишу Insert;
- навести текстовый курсор на место, куда должна быть скопирован фрагмент;
- нажать Shift и не отпуская клавишу Insert.

Рис. 5

6. Выполняем отладку программы:

– компиляция - *Debug→Compile VBAProject* (Отладка→Компиляция*)* – при обнаружении ошибок появится соответствующее сообщение,
  - при обнаружении не определенной переменной появится сообщение (рис.5), неизвестная переменная выделится синим цветом;
  - при отсутствии вызываемой процедуры сообщение по рис. 6;

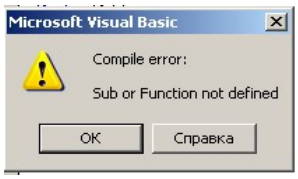


Рис. 6

– пошаговое выполнение – наводим курсор на основную программу (на строку *Sub Прямоугольник*), нажатиями кнопки *F*8 на клавиатуре прогоняем желтую полосу по всем строкам программы. После завершения отладки на листе *Excel* в ячейке "B4" должно появиться значение 40. При проверке процедуры «*Ввод*» после прохождения строки B=.., но еще до выхода из этой процедуры, т.е. полоса на *End Sub*, проверяем получаемые с листа *Excel* значения (наводим и задерживаем курсор на «A» - должно появиться желтое поле со значением A). При проверке процедуры «Расчет» аналогично проверяем, передаются ли значения переменных между подпрограммами.

7. Устанавливаем кнопку управления для запуска программы:

– переходим из редактора на лист *Excel* (можно щелкнуть по значку *Microsoft Excel* строки задач *Windows*);
– вызываем на экран панель «Формы» (курсор на любую панель инструментов, щелчок правой кнопки мыши, щелчок левой кнопкой по строке «Формы»);
– щелчок по изображению кнопки на панели «Формы»;
– щелчок по свободному месту листа;
– в окне «Назначить макрос объекту» щелчок по наименованию «Прямоугольник»;
– щелчок по кнопке «ОК»;
– щелчок по полю внутри кнопки, удаляем «Кнопка1» и набираем слово «Расчет»;

– щелчок по листу *Excel* вне кнопки – должны исчезнуть маркеры вокруг кнопки.

8. Проверяем работу программы:

– наводим курсор на ячейку «B2» и с клавиатуры вводим 6, нажимаем "*Enter*";
– щелчок по установленной кнопке «Расчет» - в ячейке «B4» должно появиться 60.

9. Сохраняем программу – обязательно выбрать тип «С поддержкой макросов»

4.2. ПРАКТИЧЕСКОЕ **занятие № 2.**

ОСВОЕНИЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМОВ

Подготовка к занятию.

3. Изучить лекцию 2.
4. Изучить пример 2. Программа расчета синусоиды (приведен ниже)

Вопросы для зачета по практической работе

12. Порядок составления алгоритма
13. Приведите операторы для организации циклов
14. Приведите операторы ветвления
15. Из каких соображений определено количество подпрограмм в разработанной программе?
16. Поясните работу каждой программной единицы.
17. Как обеспечивается передача данных с листа ввода данных в программный модуль?
18. Как обеспечивается вывод результатов расчета на лист в табличной форме?
19. Пояснить назначение строк программы.
20. Как выполнить набор программы?
21. Как выполнить отладку программы?
22. Как организовать независимость расположения ячеек с исходными данными от кода программы?
23. Как расположить элементы управления на листе Excel

Указания к выполнению

Задание выполняется одно по примеру, вариант задания – порядковый номер студента в ведомости.

Цель: освоение приемов работы в среде Excel при решении инженерных задач с применением языка программирования Visual Basic

Порядок выполнения работы.

8. Изучите выданную задачу.
9. Выполните математическое описание.
10. Разработайте алгоритм.
11. Разработайте программу для ЭВМ.
12. Выполните набор программы на ЭВМ и ее отладку.
13. Установите кнопку для запуска программы.
14. Выполните расчет.

Задания к практическому занятию 2

Задание 2.1

Функция задается выражениями

$У=A+B\cdot x$, при $x<X_1$

$У=C+D\cdot x^2$, при $X_1<=x<X_2$

$У=E+F/x$, при $X_2<=x$

Составить алгоритм и программу для расчета функции, вывода на лист Excel таблицы результатов при изменении аргумента от $X_{мин}$ до X_{max} N раз, а также минимального и максимального значений функции и соответствующих значений аргументов. Мастером диаграмм построить график зависимости У=f(x)

Задание 2.2

Функция задается выражениями

$У=A+B\sin(x)$, при $x<X_1$

$У=C+D\cos(x)$, при $X_1<=x<X_2$

$У=E+F\cdot x$, при $X_2<=x$

Составить алгоритм и программу для расчета функции, вывода на лист Excel таблицы результатов при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз, а также минимального и максимального значений функции и соответствующих значений аргументов. Мастером диаграмм построить график зависимости У=f(x)

Задание 2.3

Функция задается выражениями

$У=A+B\cdot x-C\cdot X^3-D\cdot\cos(x)$

Составить алгоритм и программу для расчета функции, вывода на лист Excel таблицы результатов при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз, найти корень уравнения. Мастером диаграмм построить график зависимости У=f(x)

Задание 2.4

Функция задается выражениями

$У=A+B\cdot x-C\cdot x^2-D\cdot\sin(x)$

Составить алгоритм и программу для расчета функции, заполнения таблицы результатов при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз, поиска корня уравнения. Мастером диаграмм построить график зависимости У=f(x)

Задание 2.5

Функция задается выражениями

$У=A+B/x$, при $x<X_1$

$У=C+D\cdot x^2$, при $X_1<=x<X_2$

$У=E+F\cdot x$, при $X_2<=x$

Составить алгоритм и программу для расчета функции, заполнения таблицы при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз, поиска корня уравнения. Мастером диаграмм построить график зависимости У=f(x)

Задание 2.6

Функция задается выражениями

$У=A+B/x$, при $x<X_1$

$У=C+D\cdot x^2$, при $X_1<=x<X_2$

$У=E+F\cdot x$, при $X_2<=x$

Составить алгоритм и программу. Рассчитать значение функции при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ с шагом Δx. Вывести на лист Excel в таблицу результатов каждого 10 рассчитанного значения функции и соответствующего значения аргумента. Мастером диаграмм построить график зависимости У=f(x)

Задание 2.7

Функция задается выражениями

$У=A+B/x$, при $x<X_1$

$У=C+D\cdot x^2$, при $X_1<=x<X_2$

$У=E+F\cdot x$, при $X_2<=x$

Составить алгоритм и программу. Рассчитать значение функции при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ с шагом Δx . Вывести на лист Excel в таблицу результатов по 10 строк рассчитанных значения функции и соответствующих значений аргументов (количество вычислений на каждом участке должно быть во много раз больше 10). Мастером диаграмм построить график зависимости У=f(x)

Задание 2.8

Функция задается выражениями

У=A+B·x, при x<X_1
У=C+D·x^2, при X_1<=x<X_2
У=E+F/x, при X_2<=x

Составить алгоритм и программу для расчета функции и построения графика отрезками из программы при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз

Задание 2.9

Функция задается выражениями
У=A+B sin(x), при X<X_1
У=C+D cos(x), при X_1<=x<X_2
У=E+F·x, при X_2<=x

Составить алгоритм и программу для расчета функции и построения графика отрезками из программы при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз

Задание 2.10

Функция задается выражениями
У=A+B·x-C·x^3-D·cos(x)

Составить алгоритм и программу для расчета функции, построения графика отрезками из программы при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз, для графика вывести сетку и проградуировать ее.

.

Задание 2.11

Функция задается выражениями
У=A+B·x-C·x^2-D·sin(x)

Составить алгоритм и программу для расчета функции, построения графика отрезками из программы при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз, поиска корня уравнения

Задание 2.12

Функция задается выражениями
У=A+B/x, при X<X1
У=C+D·x^2, при X_1<=x<X_2
У=E+F·x, при X_2<=x

Составить алгоритм и программу для расчета функции, построения графика отрезками из программы при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз, поиска корня уравнения.

.

Задание 2.13

Функция задается выражениями
У=Acos(x), при x<X_1
У=Csin(x), при X_2<=x

Составить алгоритм и программу для расчета функции, построения графика отрезками из программы при изменении аргумента от $X_{мин}$ до $X_{мах}$ N раз

ПРИМЕР 2. ПРОГРАММА ПОВТОРЯЮЩИХСЯ ВЫЧИСЛЕНИЙ С ВЫВОДОМ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Рассмотрим также очень простую программу вычисления данных для построения синусоиды. При использовании *Excel* график может быть построен мастером диаграмм, но при этом потребуется таблица данных в виде двух столбцов – аргумента *x* и функции *y=sin*(*x*).

Анализ задачи. Для проведения вычислений на листе Excel должны располагаться исходные данные и на этот же лист в виде таблицы должны быть выведены результаты. При вычислении таблицы необходимо организовать изменение аргумента (угла) *N* раз от минимального значения x_{min} до максимального значения x_{max} и для каждого значения аргумента вычислить *y=sin*(*x*). В алгоритмических языках повторяющиеся вычисления принято заключать в цикл. При этом не требуется N раз набирать формулы, кроме того, при использовании циклов программа приобретает универсальность. Какое значение N введет пользователь, столько раз и повторится цикл.

Форма ввода-вывода.

Чистый лист Excel переименовываем: курсор мыши на ярлычок листа, щелчок правой кноп-

кой, переименовать, набрать с клавиатуры Синусоида.

По подобию примера оформляем лист и вводим исходные данные.

Разработка алгоритма расчета. Эта задача сложнее рассмотренной первой простейшей задачи, но и она опытным программистом может быть решена без предварительного составления алгоритма. Целью учебных занятий является обучение программированию и составлению алгоритмов, так как для решения более сложных задач обязательно потребуется умение составлять алгоритмы. Рассмотрим два варианта создания алгоритма: словесно-пошаговую (текстовую) и блок-схему.

1 вариант.

Ввести: N – количество вычислений, x_{min} x_{max} минимальное и максимальное значение аргумента, ввод в градусах.

Вычислить шаг изменения переменной: $dx=(x_{max} - x_{min})/N$

Организовать повторение выполнения строк вычислений функции и вывода результатов при изменении аргумента от минимального до максимального с шагом dx N раз. После каждого вычисления выводить в таблицу значения x и y.

2 вариант.

В этой задаче можно выделить подпрограммы ввода, расчета и вывода. Кроме того, для вызова этих подпрограмм должна быть еще одна подпрограмма. Таким образом, программа будет состоять их четырех подпрограмм. Передача данные между подпрограммами будет выполнена через аргументы.

Алгоритм будем составлять только для подпрограммы расчета, так подпрограммы ввода и вывода очень просты и не требуют составления алгоритма. На рисунке представлено два варианта алгоритма. На рис. 1, а цикл организован при изменении параметра цикла i N раз, но при такой организации цикла потребуется в подпрограмме использовать две дополнительных строки $x=x_{min}$ и $x = x +dx$. В варианте по рис. 1, б задание начального значения и изменения аргумента выполняется в операторе цикла, поэтому дополнительных строк не нужно. При вычислении синуса в скобках выполнено деление на 57.3 чтобы перевести градусы в радианы (функции sin, cos и др. на ал-

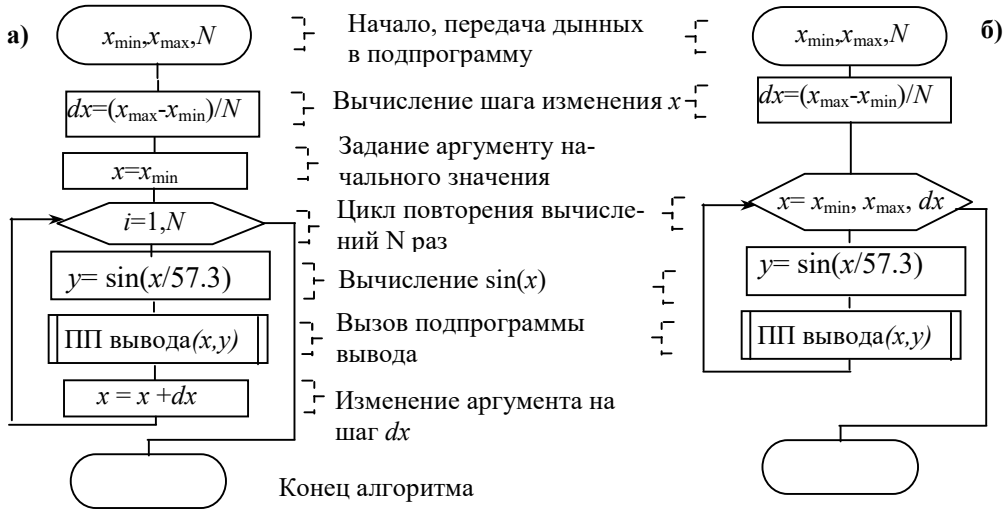


Рис. 1. Алгоритмы расчета с вычислением аргумента: а - отдельными операторами, б –

горитмических языках берутся от аргумента в радианах).

Разработка программы. Подпрограмму ввода оформляем аналогично предыдущему примеру.
Подпрограмма расчета оформляется по составленному алгоритму по рис. 1, б.

.

Таблица 1. Соответствие блоков алгоритма строкам
подпрограммы расчета

Блок алгоритма	Строки программы
	Sub Расчет(Xmin, Xmax, N).

Таблица 2. Назначение дополнительных строк и переменных подпрограммы расчета

i	Переменная для указания текущей строки таблицы при выводе данных
Dim dx, x, y, i	Описание переменных, тех, которые

$dx=(x_{max}-x_{min})/N$	dx = (Xmax - Xmin) / N.
$x= x_{min}, x_{max}, dx$	For x = Xmin To Xmax Step dx Next x
$y= \sin(x/57.3)$	y = Sin(x / 57.3)
ПП вывода(x,y)	Call Вывод(x, y, i)
	End Sub

	не передаются через аргументы заголовка подпрограммы
i=8	Указание номера первой строки листа Excel, в которую будут выводиться результаты расчета. На листе примера первые 7 строк занято под исходные данные и заголовок, пустая для вывода 8 стр.

Подпрограмм вывода. Для вывода в таблицу должен быть использован адрес с использованием указания ячейки с помощью Cells. В скобках указывается на первом месте номер строки, а на втором номер столбца числом, а не именем столбца, т.е. вместо А используется цифра 1, вместо В – цифра 2 и т.д. Чтобы обеспечить заполнение таблицы результатов необходимо обеспечить изменение номера строки листа Excel для вывода очередной строки данных результатов. Поэтому для номера строки в адресе Cells должна быть использована вычисляемая переменная. Изменение строки на единицу выполняется строчкой i=i+1. В подпрограмме расчета использованы для хранения результатов перемененные, а не массивы, поэтому вывод результатов должен быть осуществлен в процессе выполнения цикла расчета. Исходя из этого, строка вызова подпрограммы вывода включена в цикл после расчета функции. Задание начальной строки вывода i=8 выполнено в подпрограмме расчета до цикла, внутрь цикла или в подпрограмму вывода эту строку вводить нельзя, так как после перевода строки оператором i=i+1 строкой i=8 , при расположение ее в цикле или в подпрограмме вывода будет происходить возврат вывода снова в 8-ю строку.

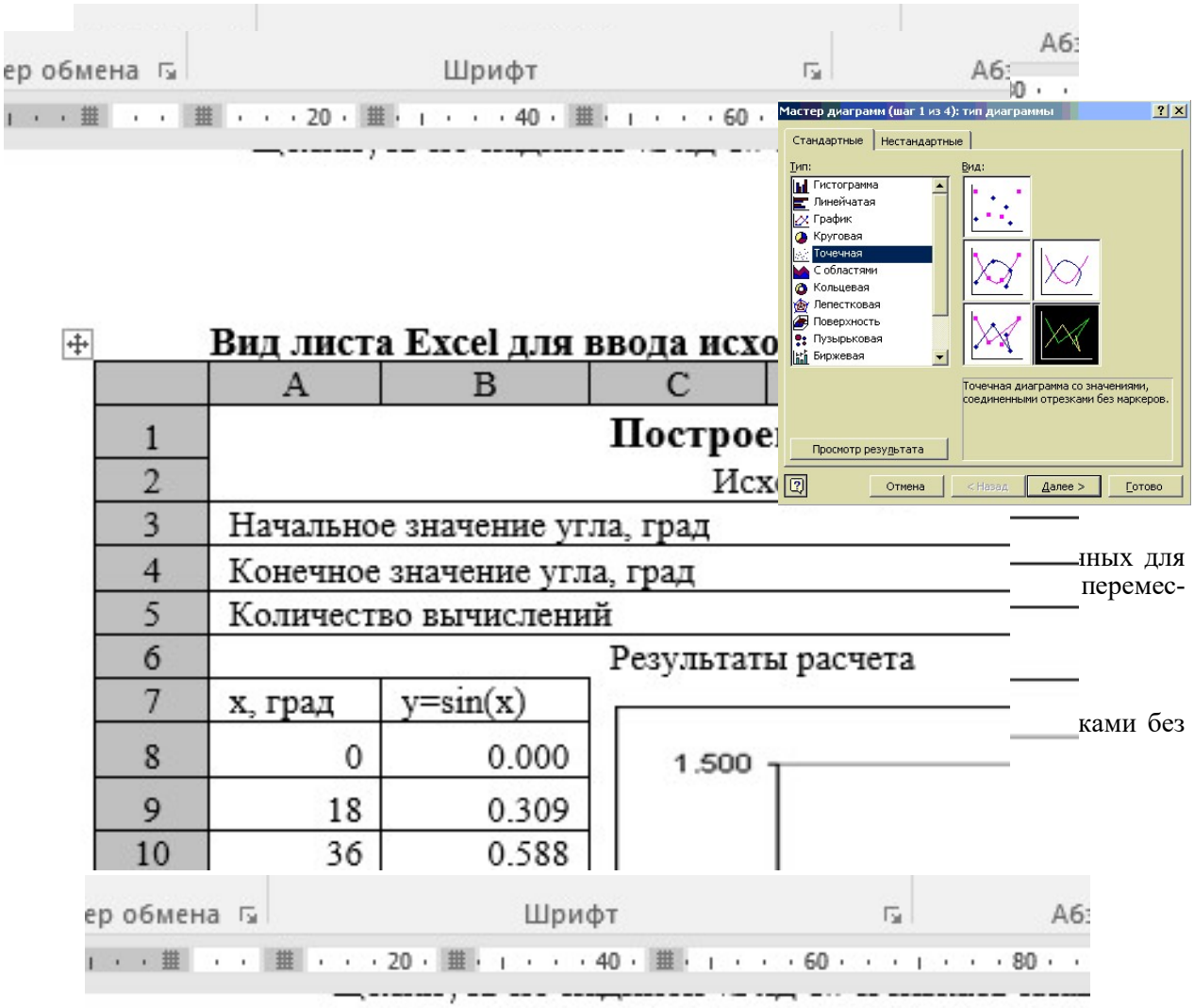
Программа расчета данных для построения синусоиды:

```
Option Explicit
Sub Синусоида()
  Dim Xmin, Xmax, N
  Call Ввод(Xmin, Xmax, N)
  Call Расчет(Xmin, Xmax, N)
End Sub

Sub Ввод(Xmin, Xmax, N)
  Xmin = Worksheets("Синусоида").Range("G3")
  Xmax = Worksheets("Синусоида").Range("G4")
  N = Worksheets("Синусоида").Range("G5")
End Sub

Sub Расчет(Xmin, Xmax, N)
Dim dx, x, y, i
i = 8                              'Первая строка таблицы данных
dx = (Xmax - Xmin) / N             'Шаг изменения аргумента
For x = Xmin To Xmax Step dx  'Начало цикла
  y = Sin(x / 57.3)                'Вычисление функции
  Call Вывод(x, y, i)              'Вызов ПП вывода строки в таблицу
Next x                             'Конец цикла
End Sub

Sub Вывод(x, y, i)
  Worksheets("Синусоида").Cells(i, 1) = x  'Вывод в i-ю строку в 1-й столбец аргумента x
  Worksheets("Синусоида").Cells(i, 2) = y  'Вывод в i-ю строку во 2-й столбец y
```



ных для перемес-

ками без

4.3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ РАСЧЕТА ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЦИКЛА

Задания

3.1. Определить скорость в начале внедрения бурового снаряда в породу . Буровой снаряд,

массой ***m***, падает под собственным весом с высоты H_o и в конце хода наносит удар по забою скважины. Сопротивление при падении снаряда определяется по выражению $F_c=K_v \cdot V^2$, где K_v — коэффициент пропорциональности, V —скорость перемещения, м/с

3.2. Определить скорость в начале внедрения бурового снаряда в породу . Буровой снаряд, массой ***m***, падает под собственным весом с высоты H_o и в конце хода наносит удар по забою скважины. Сопротивление при падении снаряда до глубины H_1 определяется по выражению $F_c=K_v \cdot V^2$, где K_v —коэффициент пропорциональности, V —скорость перемещения, м/с, а ниже глубины H_1 добавляется усилие сопротивления шлама (взвесь буровой мелочи в воде) по выражению $F_{сш}=к_1+к_2 \cdot x$, где x – расстояние от поверхности шлама, $к_1$,$к_2$ – известные коэффициенты

3.3. Определить скорость ударника при движении его в нижнее положение на расстояние L2 и время перемещения. Ударник перемещается сжатым воздухом, подаваемым в верхнюю часть цилиндра. Давление воздуха не меняется в процессе движения и равно Ро. Усилие сопротивления определяется по выражению $Fc=Kv \cdot V^2$, где Kv – коэффициент, V-текущее значение скорости ударника. После прохождения расстояния L1, цилиндр отключается от магистрали (сжатый воздух перестает действовать)

3.4. Определить скорость ударника при движении его в верхнее положение на расстояние L2 и время перемещения. Ударник перемещается сжатым воздухом, подаваемым в верхнюю часть цилиндра. Давление воздуха не меняется в процессе движения и равно Ро. Усилие сопротивления определяется по выражению $Fc=Kv \cdot V^2$, где Kv – коэффициент, V-текущее значение скорости ударника. После прохождения расстояния L1, цилиндр отключается от магистрали (сжатый воздух перестает действовать)

3.5. Определить скорость и время перемещения ударника при горизонтальном движении на расстоянии L_2. Ударник перемещается сжатым воздухом, подаваемым в левую часть цилиндра. Давление воздуха не меняется в процессе движения и равно P_o. После прохождения расстояния L_1, цилиндр отключается от магистрали (сжатый воздух перестает действовать).

3.6. Определить скорость при аварийном срыве с захватов бурового става в конце выбора слабины . Перед срывом имелась слабина каната ΔL. Барабан лебедки расторможен. При падении на буровой став действует усилие сопротивления, изменяющегося по выражении. $F_c=k_1+k_2v^2$ (k_1,k_2 – известные коэффициенты, v – текущее значение скорости).

Указания к выполнению

Задание выполняется одно по примеру, вариант задания – порядковый номер студента в ведомости.

Цель работы: освоение приемов работы в среде Excel при решении инженерных задач с применением языка программирования Visual Basic

Порядок выполнения работы.

15. Изучите формулировку выданной для выполнения задачи.
16. Выполните анализ задачи и составьте расчетную схему.
17. Выполните математическое описание в дифференциальной форме.
18. Выполните преобразование выражений в численную форму для решения на ЭВМ.
19. Разработайте вычислительный алгоритм.
20. Разработайте программу для ЭВМ.
21. Выполните набор программы на ЭВМ и ее отладку.
22. Выполните расчет и анализ полученных результатов.

Пример выполнения занятия

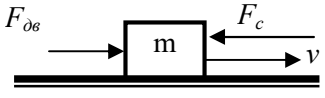


Рис. 1. Расчетная схема

Формулировка задачи. Определить время перемещения на расстояние $\mathbf{L_o}$ поршня-ударника массой **m** под действием постоянного движущего усилия $\mathbf{F_{дв}}$ и усилия сопротивления $\mathbf{F_c}$. Ударник перемещается горизонтально.

Анализ задачи. В процессе решения задачи необходимо определять:

- текущее значение пути перемещения, чтобы его использовать в алгоритме для сравнения с заданным расстоянием;
- текущее значение скорости, для использования при расчете пути перемещения;
- время перемещения.

Расчетная схема механической системы показана на рис. 1. Практически все механизмы горных машин имеют одну степень свободы – обеспечивают или вращение рабочего органа вокруг его оси, или перемещение рабочего органа вдоль определенной линии. Поэтому для расчета текущего значения скорости пере-

мещения может быть использовано соответствующее уравнение движения.

Математическое описание.

Для механизмов поступательного движения с неизменной массой уравнение движения $\mathbf{F_{дв} - F_c = m \cdot dv/dt,}$ (1)

где $F_{дв}$, F_c –движущее усилие и усилие сопротивления, действующие на ударник, m – масса, *dv/dt* – ускорение движения, *v*- скорость.

Движущее усилие определится по давлению сжатого воздуха и площади $\boldsymbol{F_{дв}=P \cdot S}$

Из выражения (1) может быть определена скорость. Для расчета пути перемещения ***X*** можно применить выражение, реализующее определение скорости (скорость - это первая производная пути по времени) $\boldsymbol{v = dX/dt.}$ (2)

Преобразование в численную форму.

Выражения (1)-(2) не могут быть использованы в программе непосредственно в дифференциальном виде. Они должны быть переведены в численную форму. Для преобразования применяют численные методы, наиболее простым из которых является метод Эйлера.

Суть метода Эйлера заключается в замене: $\boldsymbol{dv/dt \rightarrow (v_{i+1} - v_i)/\Delta t;}$ $\boldsymbol{dx/dt \rightarrow (x_{i+1} - x_i)/\Delta t,}$

где $\boldsymbol{v_{i+1}, v_i}$ – последующее и предыдущее значение скорости, определенные через шаг интегрирования $\boldsymbol{\Delta t}$;

$\boldsymbol{x_{i+1}, x_i}$ – последующее и предыдущее значение пути перемещения ударника, определенные через шаг интегрирования $\boldsymbol{\Delta t}$.

При такой замене выражение (1) примет вид: $\mathbf{F_{дв} - F_c = m \cdot (v_{i+1} - v_i)/\Delta t.}$

В этом выражении неизвестными являются $\boldsymbol{v_{i+1}}$, $\boldsymbol{v_i}$. Для решения подобных выражений необходимо применять начальные условия. В начале движения скорость равна нулю $\boldsymbol{v_i=0}$, и в выражении остается только одна неизвестная. Таким образом, последующее значение скорости можно вычислить через предыдущее $\boldsymbol{v_{i+1} = v_i + (F_{дв} - F_c) \cdot \Delta t / m;}$ (1')

Для расчета перемещения, после соответствующей подстановки, получим $\boldsymbol{x_{i+1} = x_i + v_{i+1} \cdot \Delta t.}$ (2')

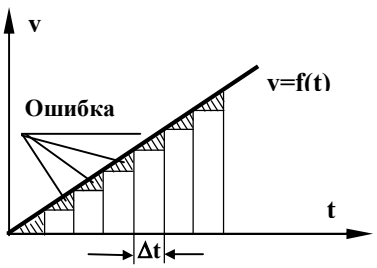


Рис. 2. Иллюстрация метода Эйлера

Время перемещения определяется суммированием $\boldsymbol{\Delta t}$ до тех пор, пока условие выполняется $\boldsymbol{T_{i+1} = T_i + \Delta t.}$ (3)

При решении на ЭВМ индексы в выражениях можно опустить и при этом не произойдет искажения смысла – определение последующего значения переменной по предыдущему значению. Графически метод Эйлера хорошо иллюстрируется на примере определения пути перемещения через график скорости (рис. 2). Из курса физики и теоретической механики известно, что путь это интеграл от скорости, а при графическом представлении – это площадь под линией интегрируемой функции. По выражению (2') выполняется суммирование прямоугольников, а заштрихованные треугольники показывают ошибку использования метода Эйлера для интегрирования. Рис. 2 показывает, что ошибка зависит от шага интегрирования Δt, при уменьшении шага ошибка уменьшается. Для повышения точности расчетов желательно уменьшить шаг интегрирования, но при этом одновременно увеличится число вычислений, а значит и время вычислений, поэтому необходимо использовать «разумную точность». Зададим шаг 0.1 с, выполним расчет времени цикла, затем шаг уменьшим в 10 раз, повторно выполним расчет времени и сравним с предыдущим расчетом. Если относительная разница между ними будет существенной (больше одного процента), то шаг уменьшим еще, а если нет, то оставим последнее значение шага.

После исключения индексов выражения примут вид:

$\boldsymbol{v = v + (F_{дв} - F_c) \cdot \Delta t / m;}$ (1")

$\boldsymbol{x = x + v \cdot \Delta t;}$ (2")

$\boldsymbol{T = T + \Delta t.}$ (3")

Разработка вычислительного алгоритма.

Из рис. 2 следует, что определить путь перемещения при известном графике скорости за одно вычисление невозможно, потребуется обязательно выполнить вычисления ***v, x, T*** несколько раз. Для реализации повторяющихся вычислений в программе применим цикл. Блок-схема такого алгоритма быть изображена на рис. 3.

Алгоритм составлен в следующей последовательности.

1). В качестве условия выхода из цикла принимаем $\boldsymbol{X<L_o}$ и заносим его в элемент сравнения ***4*** в нижней части листа, на котором изображается алгоритм.

2). Введенное неравенство анализируем. Переменные, входящие в правые части вычисляемого выражения или в обе части логического должны быть обязательно определены. $\boldsymbol{L_o}$ является заданным значением расстояния, следовательно, эту переменную указываем в блоке ввода данных ***1***

3). Выше блока сравнения ***4,*** для определения переменной ***X,*** присутствующей в логическом выражении, в алгоритм вводится выражение для вычисления пути $\boldsymbol{x = x + v \cdot \Delta t.}$ В правой части этого выражения должны быть определены переменные $\boldsymbol{x, v, \Delta t.}$ Шаг интегрирования$\boldsymbol{\Delta t}$ вводится в блоке ввода данных ***1***. Для

определения ***x*** используем начальное состояние ударника – в начале движения путь равен нулю, поэтому выражение ***x = 0*** вводим в блок начальных условий ***2.***

4). Выше выражения расчета пути вводится выражение для расчета скорости ***v,*** необходимой для вычисления ***x,*** $v = v + (F_{дв} - F_c) \cdot \Delta t / m$.

Для определения переменных правой части этого выражения добавляем в блок ввода данных ***1:*** $F_{дв}$, F_c, ***m,*** и ***v =0*** - в блок начальных условий ***2*** .

5). При формальном подходе для расчета параметра больше не требуется ни одного выражения и можно завершать цикл расчетов. Выражение для расчета времени $T = T + \Delta t$ потребуется, когда будет решаться вопрос вывода результатов расчетов – значения Т. Его можно ввести как выше выражения расчета скорости, так и ниже выражения расчета пути, но это выражение должно обязательно попасть в цикл. После ввода выражения для расчета времени в блок начальных значений добавляют условие ***T=0***.

Разработка программы на ЭВМ.

На примере этой задачи освоим приемы программирования:

1. Реализацию составленного алгоритма программным кодом
2. Вывод данных в таблицу для последующего построения графика
3. Управление количеством выводимых в таблицу данных

При составлении сложного программного обеспечения применяют подход поэтапного составления программы и ее отладки. В данной задаче можно вначале решить задачу без вывода промежуточных данных (реализация составленного алгоритма), затем обеспечить вывод в таблицу всех данных, а затем освоить вывод с управлением количества выводимых строк.

Первый вариант программы – решение задачи без вывода промежуточных данных

На листе Excel формируем форму ввода-вывода. Для данной задачи она может иметь вид

	A	B	C	D	E	F
1	**Расчет времени перемещения элемента на заданное расстояние**					
2	Исходные данные					
3	1. Расстояние перемещения, м					1
4	2. Масса поршня, кг					20
5	3. Движущее усилие, Н					100
6	4. Усилие сопротивления, Н					10
7	5. Шаг интегрирования					0.001
8	Результаты расчеты					
9	1. Время перемещения, с					
10	2. Скорость в конце хода, м/с					
11	Время,с	Скорость, м/с	Путь,м			
12						

Программа составляется по разработанному алгоритму. Для упрощения отладки программу разбивают на отдельные подпрограммы по условию: каждая функция выполняется отдельной подпрограммой. В этой задаче можно выделить подпрограммы ввода и расчета. Наименования переменных желательно применять такие же, что и используются в математической модели. Для пояснений в программу введены комментарии. Передача данных между подпрограммами здесь выполнена через аргументы.

В нижней части алгоритма, представленного на рис. 3 выполняется проверка ***x<Lo.*** Если это условие выполняется, то должен быть выполнен возврат к расчету скорости ***v.*** В программе для осуществления возврата после какого-либо сравнения из нижней части алгоритма к верхней применим оператор цикла.

Первый вариант программы без вывода промежуточных данных представлен на рис. 4. После отладки и выполнения программы получим «Время перемещения =0,667», «Скорость в конце хода =3.0015».

Второй вариант программы - вывод промежуточных данных (дополним процедуру Расчет)

Вывод данных в таблицу выполняется с использованием указателя ячейки .Cells(номер строки, номер столбца). В этой задаче вывод времени осуществляется в столбец 1 (столбец А), скорости во 2, а пути в 3-й. Строки должны меняться, вначале вывод в 12, затем в 13 и т.д. Для указания строки введем переменную i (допишем ее в строке Dim V, X, T, i). Перед циклом присвоим ей начальное значение i = 12. Внутри цикла вставим строки для вывода. Чтобы график начинался с нулевой точки строки вывода вставим выше строк расчета. После вывода строк изменим строку i = i + 1, чтобы следующий вывод был на другую строку. Вид процедуры показан на рис. 5 . Изменим исходные данные «Шаг интегрирования=0.1» и выполним расчет. В результате будет получено 7 строк в таблице. Изменим «Шаг интегрирования=0.01» и снова выполним расчет. В результате будет получено 66 строк в таблице. Таким образом, при решении задачи с малым шагом будут выводиться таблицы с большим количеством строк.

Построим график средствами Excel. Выделим три столбика с данными, щелкнем по кнопке «Мастер диаграмм», выберем «Точечная» и вид с соединением точек, щелкнем по «Готово».

Снова увеличим шаг до 0,1 и проведем перерасчет. В таблице останется 66 строк с данными, а график будет неверным. Это объясняется тем, что в таблице остались данные от предыдущего расчета. При выводе в таблицы вначале необходимо таблицу подготовить – очистить ячейки от предыдущих значений. Для этого

можно составить макрос и вызвать его в программе:

- выполнить щелчок по кнопке «Запись макроса» на панели инструментов *Visual Basic*;
- ввести наименование макроса, например «Очистка»;
- курсор мыши навести на ячейку «A12» и при нажатой левой кнопке выделить диапазон до ячейки «C100»;
- нажать клавишу «*Delete*»;
- выполнить щелчок мышью по ячейке «A12»;
- выполнить щелчок по кнопке «Остановить запись макроса»;
- перейти в программу и в основной процедуре ввести строку Call Очистка.

Третий вариант программы - вывод промежуточных данных через заданное число строк

Освоим вывод, например каждого 10-го вычисления. Идея, которая должна быть реализована: вывести результаты, затем выполнить расчет 9 раз без вывода результатов, и снова повторить эти этапы. Следовательно, вывод должен быть управляемым. Для управления используется оператор проверки If и он должен быть расположен перед выводом. Если мы рассматривает вывод каждого 10-го значения, то в условие организуем проверку достижения этого значения. Теперь решаем вопрос, а что сравнивать с этим числом. Анализ процедуры по рис. 5 покажет, что без дополнительной переменной не обойтись. Введем новую переменную j. Тогда строка проверки примет вид If j >= 10 Then. End If вставим после всех строк управления выводом. Решим вопрос по ее изменению. Чтобы вывести строку при нулевых значениях T,V,X первым значением j должно быть число не меньшее 10, поэтому до цикла введем строку j=10. Если при таких изменениях запустить программу, то увидим, что ничего не изменилось, вывод будет всех строк. Это происходит потому, что j все время остается равным 10. Для того, чтобы прекратить вывод следующих за первой строк обнулим после вывода j=0. Но если после этого запустить программу, то в результате буде получена всего одна строка таблицы. Значит, после обнуления необходимо включить оператор определения количества вычислений, чтобы после 9 вывести строку j=j+1. На рис. 6 показана процедура этого варианта с процедурой «Очистка»

Четвертый вариант программы - вывод заданного числа промежуточных данных (любое количество расчетных данных должно выводиться в заданную заранее таблицу). Примем, что результаты должны поместиться в 20 строк. Чтобы правильно научиться составлять программы проще всего применять численные значения. Определим, через сколько вычислений надо выводить результаты, если количество вычислений 2000, а надо получить 20 строк. Очевидно через 100. Если вычислений 400, то выводить нужно через 20. Эти рассуждения позволяют сделать вывод, что вместо числа 10 (в процедуре на рис. 6) необходимо ввести вычисляемую переменную, например, dN и вычислять ее как dN=N/20 (N – число вычислений). Значит, до вывода необходимо знать количество вычислений, а оно до тех пор, пока не просчитаем неизвестно. Как решить эту проблему? Ответ будет такой: вначале выполняем расчет без вывода промежуточных данных, определяем число вычислений, а затем после определения dN повторяем расчет с выводом данных. Эта идея реализуется организацией цикла выполнения расчетов два раза. Пример программы на рис. 7. В примере на рис. 7 строки, которые обеспечивают вывод данных в таблицу вынесены в отдельную процедуру. Это сделано для того, чтобы операторы вывода не затрудняли восприятие процедуры расчета. Для случая, когда нужно выводить не 20, а иное число строк, заменяется число в операторе dN=N/20

	A	B	C	D	E	F
1	**Расчет времени перемещения элемента на заданное расстояние**					
2	Исходные данные					
3	1. Расстояние перемещения, м					1
4	2. Масса поршня,					20
5	3. Движущее усилие, Н					100
6	4. Усилие сопротивления, Н					10
7	5. Шаг интегрирования					0.001
8	Результаты расчеты					
9	1. Время перемещения, с					0.667
10	2. Скорость в конце хода, м/с					3.0015
11	Время,с	Скорость, м/с	Путь,м			
12	0	0	0			
13	0.034	0.15	0.003			
14	0.068	0.31	0.011			
15	0.102	0.46	0.024			
16	0.136	0.61	0.042			
17	0.170	0.76	0.065			
18	0.204	0.92	0.094			
19	0.238	1.07	0.128			
20	0.272	1.22	0.167			
21	0.306	1.38	0.211			
22	0.340	1.53	0.261			
23	0.374	1.68	0.316			
24	0.408	1.84	0.375			
25	0.442	1.99	0.441			
26	0.476	2.14	0.511			
27	0.510	2.29	0.586			
28	0.544	2.45	0.667			
29	0.578	2.60	0.753			
30	0.612	2.75	0.844			
31	0.646	2.91	0.940			

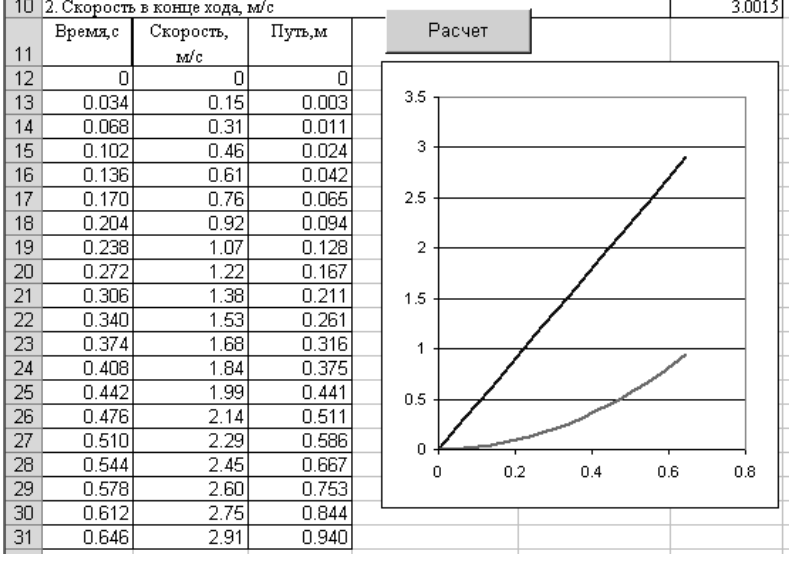


Рис. 8. Вид листа Excel

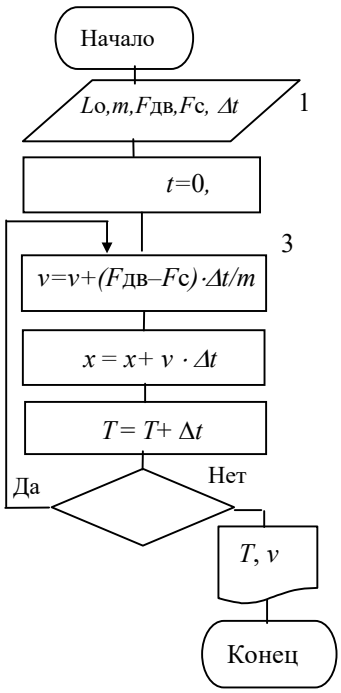


Рис. 3. Блок-схема алгоритма расчета времени перемещения

```
Option Explicit
Sub Разгон_до_макс_скорости()
   Dim Fdv, Fc, m, Lo, dT, I
   Call Ввод (Lo,m,Fdv,Fc,dt)
  Call Расчет(Lo,M,Fdv,Fc,dt)
End Sub
Sub Ввод(Lo,m,Fdv,Fc,dt)
  Lo=Worksheets("Лаб1").Range(“F3")
  m =Worksheets("Лаб1").Range("F4")
  Fdv = Worksheets("Лаб1").Range("F5")
   Fc=Worksheets("Лаб1").Range("F6")
   dT = Worksheets("Лаб1").Range("F7")
End Sub
.Sub Расчет(Lo,M,Fdv,Fc,dt)
Dim V,  X, T
T = 0 :  V = 0  :  X = 0
 While   x < Lo
      V = V + (Fdv - Fc) * dT / M
      X = X + V * dT
       T = T + dT
 Wend
 Worksheets("Лаб1").Range("F9") = T
 Worksheets("Лаб1").Range("F10") = V
End Sub
```

Рис. 4. Вариант без вывода данных в табл.

```
Sub Расчет (Lo, M, Fdv, Fc, dt)
Dim V, X, T, i
T = 0:   V = 0:    X = 0
i = 12
 While X < Lo
   Worksheets("Лаб1").Cells(i, 1) = T
   Worksheets("Лаб1").Cells(i, 2) = V
   Worksheets("Лаб1").Cells(i, 3) = X
   i = i + 1
   V = V + (Fdv - Fc) * dt / M
   X = X + V * dt
   T = T + dt
 Wend
 Worksheets("Лаб1").Range("f9") = T
 Worksheets("Лаб1").Range("f10") = V
End Sub
```

Рис. 5. Вариант с выводом всех данных в таблицу

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.С.Шестаков. Оптимизация технических объектов. Учебное пособие. Изд. УГУ, Екатеринбург, 2016, 238 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ЭГП
(протокол № 3 от 30.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ А. Л. Карякин

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.28 ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Форма обучения: очная, заочная, очно-заочная

Автор: Стариков В. С., доцент, канд. техн. наук

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

Введение……...3

1. Указания по выполнению контрольной работы…….3

2. Учебно-методическое обеспечение дисциплины……4

Приложения:

Схема электроснабжения карьера…….6

Варианты заданий к контрольной работе……6

ВВЕДЕНИЕ

Цель дисциплины: получение базовых знаний для дальнейшего освоения дисциплин специального курса; формирование у студентов необходимых знаний и умений по современному электрическому приводу, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности.

Целью методических рекомендаций является повышение эффективности процесса обучения по основной образовательной программе путем правильной организации и выполнения контрольной работы.

Контрольная работа предназначена для выработки умения дать лаконичный аргументированный полный ответ на вопрос изучаемого курса, снабженный выводами. Написание ее требует самостоятельности и ответственного отношения, способности работать с литературой по проблеме, знаний истории и теории вопроса, основных теоретических положений. Объем работы не должен превышать 8-10 страниц печатного или рукописного текста, и содержать титульный лист, основную часть работы, список использованной литературы.

1. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа предназначена для закрепления теоретического материла, приобретения навыков выполнения электротехнических расчетов и пользования справочной специализированной литературой.

Контрольная работа выполняется студентами по вариантам исходных данных, которые задаются преподавателем каждому студенту индивидуально. Исходные данные по вариантам заданий соответствуют схеме электроснабжения карьера (рис. 1) и приведены в табл.1 Приложения к настоящим методическим указаниям.

Контрольная работа выполняется на белой бумаге формата А4 с применением персонального компьютера шрифтом Times New Roman (размер шрифта 14, межстрочный интервал 1,5). В исключительных случаях допускается представить контрольную работу, выполненную аккуратно в ученической тетради рукописным образом. Выполненная контрольная работа должна быть сдана на кафедру ЭГП и зарегистрирована не позднее дня проведения предэкзаменационной консультации.

При выполнении контрольной работы необходимо придерживаться следующих общих требований:

- ✓ принятые решения должны иметь обоснования, сопровождаемые соответствующими расчетами и пояснениями;
- ✓ при выборе электрооборудования необходимо приводить его основные технические характеристики;
- ✓ схемы должны изображаться в условных графических обозначениях, предусмотренных действующими ГОСТ;
- ✓ работа выполняется с оставлением полей шириной 3 см для замечаний преподавателя.

При выполнении контрольной работы необходимо решить следующее:

1. выполнить расчет электрических нагрузок по карьеру;
2. выбрать, при необходимости, средства компенсации реактивной мощности;
3. определить количество и мощность силовых трансформаторов на главной понижающей подстанции (ГПП);
4. определить мощность и выбрать ПКТП для ламп ДКсТ и для буровых станков;
5. выполнить расчет воздушных и кабельных ЛЭП карьера;
6. произвести расчет защитного заземления электроустановок карьера.

Расчет электрических нагрузок рекомендуется проводить по установленной мощности и коэффициенту спроса. Результаты расчетов следует представить в виде таблицы – формуляра электрических нагрузок. При составлении формуляра электрических нагрузок все электроприемники карьера независимо от их напряжения следует сгруппировать по отдельным воздушным ЛЭП (ВЛ-1, ВЛ-2, ВЛ-3).

Для выбора средств компенсации реактивной мощности необходимо, прежде всего, определить величину средневзвешенного коэффициента мощности по карьеру. В зависимости от соотношения между расчетным значением и нормированным значением коэффициента реактивной мощности принимается решение о необходимости применения искусственной компенсации реактивной мощности. Методика выбора компенсирующих устройств изложена в [4].

Выбор числа и мощности трансформаторов на ГПП карьеров производится, исходя и расчетной нагрузки и категории электроприемников. При наличии на карьере электроприемников I и II категорий на ГПП устанавливается, как правило, не менее двух силовых трансформаторов, что необходимо для резервирования питания. Трансформаторы принимаются, как правило, одинаковой мощности, которая определяется с учетом их перегрузочной способности и требований по резервированию [4]. По величине расчетной мощности с помощью справочной литературы, указанной в [4], выбираются соответствующие трансформаторы.

При определении мощности силового трансформатора ПКТП для питания лампы ДКсТ следует учитывать его несимметричную работу. Расчетная мощность может быть определена по соответствующим выражениям, приведенным в [4].

Мощность силового трансформатора ПКТП для питания бурового станка определяется по суммарной установленной мощности электроприемников бурового станка с учетом группового коэффициента спроса, величина которого зависит от количества электроприемников в группе и может быть определена по соответствующим выражениям, приведенным в [4].Выбранный трансформатор для ПКТП бурового станка должен быть проверен по условию прямого пуска наиболее мощного в группе асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.

При расчете воздушных и кабельных ЛЭП карьера необходимо выбрать марку и сечение проводов воздушных ЛЭП (ВЛ-1, ВЛ-2, ВЛ-3), марку и сечение токоведущих жил кабелей для питания экскаваторов и буровых станков. При расчете воздушных ЛЭП следует учитывать, что ВЛ-1 является стационарной, а ВЛ-2 и ВЛ-3 являются передвижными. Гибкие кабели горных машин карьеров относятся к временным ЛЭП. Применяемые методы расчета воздушных и кабельных ЛЭП карьеров приведены в [4].

При расчете защитного заземления электроустановок карьера необходимо определить тип и количество электродов центрального заземлителя и сечение заземляющих проводников. Расчет производится для наиболее удаленного от центрального заземлителя электроприемника карьера. Центральный заземлитель сооружается, как правило, на борту карьера вблизи от ГПП. Методика расчета защитного заземления электроустановок карьеров изложена в [4].

На основании проведенных расчетов необходимо изобразить схему электроснабжения карьера с указанием на ней типов электрооборудования, марок воздушных и кабельных ЛЭП.

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Чеботаев Н. И. Электрооборудование и электроснабжение открытых горных работ: Учебник для вузов. – М.: Изд-во «Горная книга», 2006. – 474 с.

2. Электрификация горного производства: Учебник для вузов: В 2 т. / Под ред. Л. А. Пучкова и Г. Г. Пивняка. – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2007. – Т.1. – 511 с.

3. Электропривод и электрификация приисков: Учебник для вузов / Г. А. Багаутинов, Ю. А. Марков, А. П. Маругин, В. С. Стариков. – М.: Недра, 1989. – 303 с.

4. Стариков В. С. Электроснабжение карьера (прииска): Учебно-методическое пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. 27 с.

5. Бекетов В. Ф. Методические разработки по лабораторным работам по электрооборудованию для студентов неэлектрических специальностей. Часть 2. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2000.

ПРИЛОЖЕНИЯ

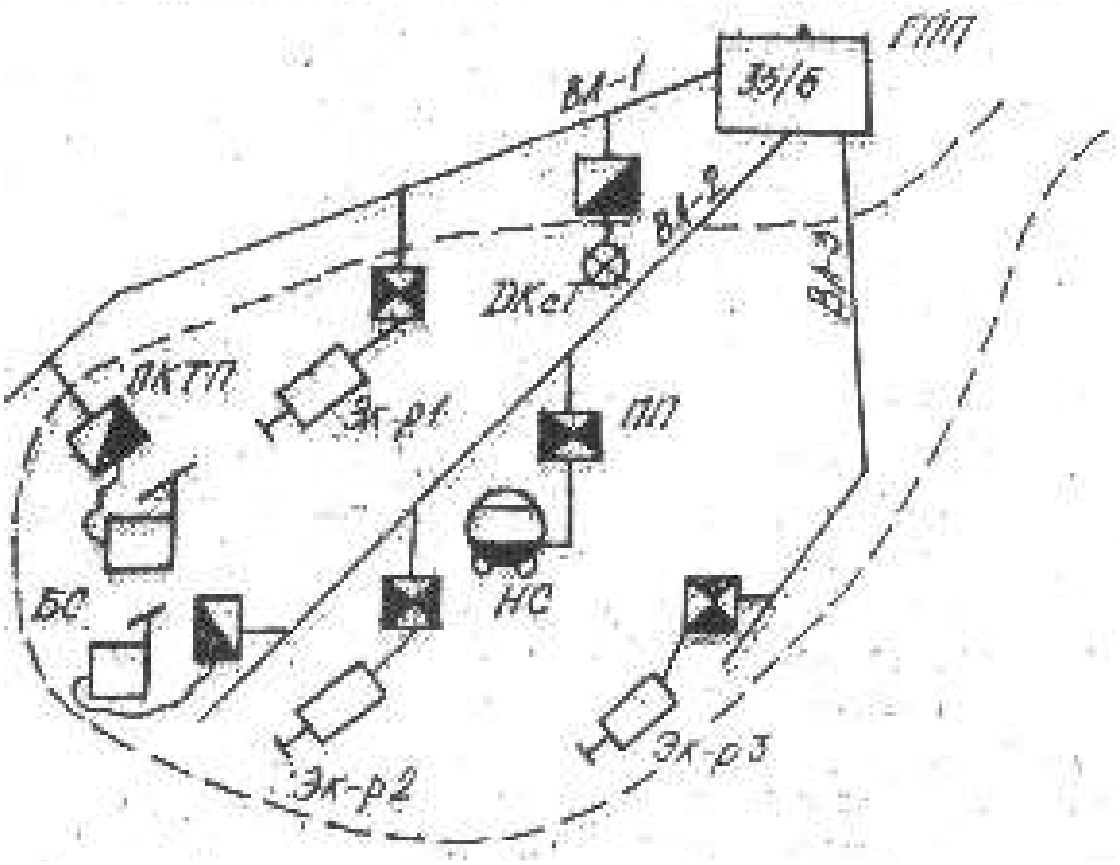


Рис. 1. Схема электроснабжения карьера

Варианты заданий к контрольной работе

Таблица 1

№ варианта	Тип экскаватора			Тип бур. станка (БС)	Мощность дв-ля насоса (НС), кВт	Мощность лампы ДКсТ, кВТ	Протяженность ВЛ, км		
	Эк-р 1	Эк-р 2	Эк-р 3				ВЛ-1	ВЛ-2	ВЛ-3
1	ЭКГ-8У	ЭКГ-8Н	ЭКГ-8Н	СБШ-250МН	500	20	0,8	1,8	1,5
2	ЭКГ-5У	ЭКГ-12	ЭКГ-12	СБШ-250МН	350	20	1,0	1,6	1,4
3	ЭКГ-5А	ЭКГ-12	ЭКГ-12	2СБШ-200	140	50	1,6	2,0	1,8
4	ЭКГ-8Н	ЭКГ-10	ЭКГ-8,3	СБШ-250	800	50	1,8	2,0	1,4
5	ЭКГ-10	ЭКГ-12У	ЭКГ-10	2СБШ-200	500	20	1,4	1,6	1,2

6	ЭКГ-12Ус	ЭКГ-5А	ЭКГ-5А	СБУ-160	350	20	2,0	1,8	1,6
7	ЭКГ-8У	ЭКГ-8Н	ЭКГ-8Н	СБО-2	200	100	1,8	1,6	1,4
8	ЭКГ-5У	ЭКГ-12	ЭКГ-12	СБШ-250	500	50	0,5	1,0	0,8
9	ЭКГ-8,3	ЭКГ-8Н	ЭКГ-8Н	2СБШ-200Н	350	20	0,6	0,8	1,2
10	ЭКГ-8Н	ЭКГ-5А	ЭКГ-5А	СВБ-2М	140	20	0,4	0,6	0,8
11	ЭКГ-12Ус	ЭКГ-8Н	ЭКГ-12	СБШ-250МН	500	50	1,0	1,2	0,8
12	ЭКГ-8У	ЭКГ-8Н	ЭКГ-8Н	2СБШ-200	800	100	0,8	1,0	1,4
13	ЭКГ-15	ЭКГ-10	ЭКГ-10	СБШ-320	500	20	1,6	1,6	1,2
14	ЭКГ-8У	ЭКГ-8Н	ЭКГ-10	СБР-160	300	50	2,0	2,0	1,8
15	ЭКГ-8Н	ЭКГ-10	ЭКГ-12	СБШ-250 МН	800	100	1,0	1,2	1,4
16	ЭКГ-10	ЭКГ-8И	ЭКГ-8И	СБШ-250	200	20	1,2	1,4	1,4
17	ЭКГ-12У	ЭКГ-10	ЭКГ-10	2СБШ-200	500	50	1,6	1,6	1,2
18	ЭКГ-5У	ЭКГ-5А	ЭКГ-5А	СБР-160	800	20	1,0	1,2	1,4
19	ЭКГ-15	ЭКГ-8Н	ЭКГ-8Н	2СБШ-200	800	20	1,5	1,7	1,6
20	ЭКГ-10	ЭКГ-12	ЭКГ-12	СБШ-320	500	50	0,8	1,0	1,2
21	ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-8И	ЭКГ12,5	СБШ-250МН	500	20	1,8	2,0	1,4
22	ЭВГ-6	ЭКГ-8	ЭКГ-12,5	СБШ-250МН	350	20	1,8	1,6	1,4
23	ЭВГ-15	ЭКГ-12,5	ЭКГ-12,5	СБШ-320	140	50	1,4	1,6	1,2
24	ЭКГ-8	ЭКГ-8	ЭКГ-10	СБШ-250	800	50	0,6	0,8	1,2
25	ЭКГ-8И	ЭКГ-10	ЭКГ-12,5	2СБШ-200	500	20	1,2	1,4	1,4
26	ЭШ-6/60	ЭКГ-5А	ЭКГ-5А	СБО-2	200	20	1,0	1,2	0,8
27	ЭШ-10/60А	ЭКГ-8	ЭКГ-8	2СБШ-200	500	50	0,80	1,0	1,4
28	ЭШ-10/70	ЭКГ-12,5	ЭКГ-12,5	СБР-160	800	20	0,6	0,8	1,2
29	ЭШ-14/75	ЭКГ-8И	ЭКГ-8И	2СБШ-200	400	50	1,0	1,2	1,4
30	ЭШ-15/90А	ЭКГ-4,6Б	ЭКГ-4,6Б	СБШ-320	500	50	1,5	1,7	1,6

Примечания: 1) длину экскаваторного кабеля принять 250 м;
2) длину кабеля для бурового станка принять 120 м.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ЭГП
(протокол № 3 от 30.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ А. Л. Карякин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся

Б1.О.28 ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)

Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Форма обучения: ***очная, заочная, очно-заочная***

год набора: 2026

Автор: Трапезников В. Т., старший преподаватель

Екатеринбург

КОМПЛЕКТ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Темы № 1, 3, 6, 7, 8

Основные понятия

1. Электропривод состоит из таких основных частей, как…

а. силовая часть и система управление
б. механическая и динамическая
в. система регулирования
г. система устойчивости

2. Многодвигательный электропривод - это…

а. электропривод, который состоит из нескольких одиночных электроприводов, каждый из которых предназначен для приведения в действие отдельных элементов производственного агрегата
б. электропривод, который с помощью одного электродвигателя приводит в движение отдельную машину
в. трансмиссионный электропривод
г. электропривод, который служат для регулирования скорости

3. Экономичность регулируемого привода характеризуется…

а. затратами на его сооружения и эксплуатацию
б. затратами на его транспортировку
в. затратами на дополнительные приборы
г. не имеет никакие затраты

4. Плавность регулирования характеризуется…

а. числом устойчивых скоростей
б. числом устойчивых моментов
в. числом устойчивых сил
г. устойчивостью по всем характеристикам

5. Диапазон регулирования зависит от…

а. от нагрузки
б. от внешних сил
в. от внутренних сил
г. от скорости момента

Регулирование координат электропривода

1. Механическая характеристика производственного механизма связывает…

а. ускорение и момент сопротивления
б. угловую скорость и момент сопротивления
в. механическую и электрическую мощность
г. ускорение и угловую скорость

2. Подъёмные механизмы имеют механическую характеристику…

а. не зависящую от скорости

б. линейно – возрастающую
в. нелинейно – возрастающую
г. нелинейно – падающую

3. Вентиляторы и насосы имеют механическую характеристику…
а. не зависящую от скорости
б. линейно – возрастающую
в. нелинейно – возрастающую
г. нелинейно – падающую

4. Металлообрабатывающие станки имеют характеристику…
а. не зависящую от скорости
б. линейно – возрастающую
в. нелинейно – возрастающую
г. нелинейно – падающую

Электроприводы с синхронными двигателями

1. Для асинхронного двигателя не приемлем следующий вид электрического торможения…
а. сверхсинхронное
б. динамическое
в. переменное
г. торможение противовключением

2. Режим сверхсинхронного торможения у асинхронных двигателей возникает…
а. при скорости ниже синхронной
б. при номинальной скорости
в. при нулевой скорости
г. при скорости выше синхронной

3. Режим сверхсинхронного торможения ещё называют…
а. рекуперативным
б. повышенным
в. скоростным
г. обратным

4. В режиме сверхсинхронного торможения ЭДС двигателя…
а. меньше напряжения сети
б. больше напряжения сети
в. равно напряжению сети
г. равно 0

Взаимосвязанный электропривод

1. В критерии регулирования скорости в электроприводах не входит…
а. диапазон
б. плавность
в. стабильность

г. резкость

2. Диапазон регулирования скорости в электроприводах определяется отношением максимальной скорости вращения двигателя…
а. к минимальной
б. к средней
в. к номинальной
г. к текущей

3. Плавность регулирования скорости в электроприводах характеризуется…
а. отношение максимальной скорости к минимальной
б. количеством ступеней скорости внутри диапазона регулирования
в. стабильностью работы системы при изменении нагрузки
г. диапазоном регулирования напряжения сети

4. Коэффициент плавности регулирования скорости в электроприводах определяется как…
а. разница между синхронной скоростью двигателя и скоростью ротора
б. отношение момента нагрузки к моменту двигателя
в. отношение двух соседних значений скоростей
г. разница между двумя соседними скоростями

Энергетика электропривода

1. Наибольшая допустимая температура нагрева двигателя ограничивается…
а. температурой плавления обмоток
б. термической стойкостью его изоляции
в. механической стойкостью подшипников
г. уставкой тепловой отсечки теплового реле

2. Нагрев двигателя обусловлен рядом факторов, в которые не входит…
а. потери энергии в обмотках статора и ротора
б. потери на гистерезис и вихревые токи
в. потери электроэнергии в проводах питающей линии
г. трение в подшипниках

3. Повышение температуры электродвигателя продолжается до тех пор, пока…
а. электродвигатель включен в сеть электропитания
б. электродвигатель не достигнет скорости холостого хода
в. количество теплоты, отдаваемое поверхностью электродвигателя, не станет равным количеству теплоты, выделяемому электродвигателем
г. механическая мощность электродвигателя не станет равной электрической мощности, потребляемой из сети

4. Предельно допустимое превышение температура обмотки двигателя над температурой окружающей среды определяется разностью между предельно допустимой температурой изоляции двигателя и стандартной температурой окружающей среды, которая равна…
а. 20 ^{o}C
б. 24 ^{o}C

в. 30 °С
г. 40 °С

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПРОСА

1. Что такое механическая характеристика электропривода?
2. Написать выражение для электромагнитного момента двигателя постоянного тока?
3. Дать определение двигательного и тормозного режимов работы электродвигателя?
4. Чему равен момент да валу двигателя при работе в двигательном и тормозном режимах работы?
5. Дать определение естественной и искусственной механической характеристик электродвигателя?
6. Что такое жесткость механической характеристики? Классификация механических характеристик электрических двигателей по жесткости.
7. Назвать разновидности электропривода по этапам его развития.
8. Что такое совместная механическая характеристика электродвигателя и производственного механизма?
9. Дать определение статической устойчивости привода. Критерий статической устойчивости.
10. В чем принципиальное отличие активного момента статического сопротивления от реактивного. Привести примеры из практики.
11. Написать уравнение механической характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.
12. Определить сопротивление якоря двигателя параллельного возбуждения по паспортным данным.
13. Что такое номинальное сопротивление двигателя постоянного тока?
14. Объяснить способ получения генераторного торможения для двигателя параллельного возбуждения.
15. Дать определение режима противовключения и перечислить способы его получения.
16. Достоинства и недостатки торможений противовключением.
17. Определить коэффициент жесткости механической характеристики двигателя параллельного возбуждения.
18. Перечислить параметры, влияющие на график механической характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.
19. Показать на графике механической характеристики, что произойдет при уменьшении потока возбуждения двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
20. Как влияет введение дополнительного сопротивления на скорость вращения в генераторном режиме работы с отдачей энергии в сеть при постоянном моменте статического сопротивления?
21. Написать уравнение механической характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения при динамическом торможении.
22. Показать на графике переход их двигательного режима в режим динамического торможения.
23. Построить механическую характеристику двигателя постоянного тока независимого возбуждения с номинальным сопротивлением цепи якоря.

24. Изложить методику графического способа определения сопротивлений пускового реостата.

25. Начертить Г-образную схему замещения трехфазного асинхронного двигателя.

26. Написать выражения для критического скольжения и критического момента асинхронного двигателя.

27. Определить по паспортным данным номинальное сопротивление ротора.

28. Перечислить способы пуска асинхронного двигателя.

29. Изложить методику построения естественной характеристики асинхронного двигателя по паспортным данным.

30. От чего зависит критическое скольжение асинхронного двигателя?

31. Перечислить тормозные режимы асинхронного двигателя.

32. Почему в режиме идеального холостого хода асинхронного двигателя ток статора не равен нулю?

33. С какой целью в цепь ротора асинхронного двигателя включают активное сопротивление?

34. Перечислить преимущества и недостатки трехфазного асинхронного двигателя перед двигателем постоянного тока.

35. На сколько изменится критический момент асинхронного двигателя при снижении напряжения сети на 10 %?

36. Перечислит способы регулирования скорости асинхронного двигателя.

37. Достоинства и недостатки системы генератор-двигатель.

38. Перечислить способы регулирования скорости по системе генератор-двигатель.

39. Написать уравнение механической характеристики двигателя в системе генератор-двигатель.

40. Почему жесткость механической характеристики двигателя в системе генератор-двигатель меньше жесткости механической характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения, питаемого от сети.

41. Начертить семейство механических характеристик системы генератор-двигатель для двух зон регулирования скорости.

42. Что называется характеристикой холостого хода генератора?

43. Определить номинальный коэффициент полезного действия системы генератор-двигатель.

44. Перечислить достоинства синхронного двигателя.

45. Начертить механическую характеристику синхронного двигателя.

46. Что такое угловая характеристика синхронного двигателя?

47. Написать зависимость перегрузочной способности синхронного двигателя от угла между напряжением и ЭДС отмотки статора.

48. Начертить пусковую характеристику синхронного двигателя.

49. Перечислить способы пуска синхронного двигателя.

50. Какие тормозные режимы применяются для остановки синхронного двигателя?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

дисциплина **ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

I. Основы электропривода

1. Электропривод состоит из таких основных частей, как…

а. силовая часть и система управление

б. механическая и динамическая

в. система регулирования
г. система устойчивости

2. Многодвигательный электропривод - это…
а. электропривод, который состоит из нескольких одиночных электроприводов, каждый из которых предназначен для приведения в действие отдельных элементов производственного агрегата
б. электропривод, который с помощью одного электродвигателя приводит в движение отдельную машину
в. трансмиссионный электропривод
г. электропривод, который служат для регулирования скорости

3. Динамическое торможение ещё называется…
а. реостатное
а. торможение, связанное со скоростью
а. торможение, связанное с пусковым моментом
а. кинематическое торможение

4. Экономичность регулируемого привода характеризуется…
а. затратами на его сооружения и эксплуатацию
б. затратами на его транспортировку
в. затратами на дополнительные приборы
г. не имеет никакие затраты

5. Плавность регулирования характеризуется…
а. числом устойчивых скоростей
б. числом устойчивых моментов
в. числом устойчивых сил
г. устойчивостью по всем характеристикам

6. Диапазон регулирования зависит от…
а. от нагрузки
б. от внешних сил
в. от внутренних сил
г. от скорости момента

7. Количество тепла обозначается…
а. Q
б. P
в. A
г. I

8. Активные моменты могут быть как движущими и …
а. тормозными
б. вращающими
в. ускорительными
г. не подвижными

9. Реактивные моменты всегда направлены…
а. против движение
б. перпендикулярно
в. не имеют направления
г. могут иметь любое направление

10. Электродвигатель предназначен для…
а. преобразования механической энергии в электрическую
б. изменения параметров электрической энергии
в. преобразования электрической энергии в механическую
г. повышения коэффициента мощности линий электропередачи

11. В электроприводах используют двигатели…
а. только постоянного тока
б. только переменного тока
в. постоянного и переменного тока
г. внутреннего сгорания

12. Преобразователь в электроприводе предназначен для…
а. преобразования электрической энергии в механическую
б. преобразования параметров электрической энергии (тока, напряжения, частоты)
в. преобразования механической энергии в механическую
г. преобразования механической энергии в электрическую

13. В качестве преобразователя в электроприводах используют…
а. автотрансформаторы
б. частотные преобразователи
в. тиристорные преобразователи напряжения
г. все выше перечисленные ответы

14. Управляющему устройству электропривода не свойственна следующая функция…
а. включение и выключение электропривода
а. реверсирование электропривода
а. регулирование скорости электропривода
*а. передача механической энергии рабочей машине

15. Передаточное устройство предназначено для…
а. передачи механической энергии от электродвигательного устройства к исполнительным органам рабочей машины
б. передачи сигналов обратной связи
в. передачи электрической энергии к электродвигателю
г. передачи электрической энергии к управляющему устройству

II. Механические характеристики производственных механизмов и электродвигателей

1. Механическая характеристика производственного механизма связывает…
а. ускорение и момент сопротивления
б. угловую скорость и момент сопротивления
в. механическую и электрическую мощность
г. ускорение и угловую скорость

2. Подъёмные механизмы имеют механическую характеристику…
а. не зависящую от скорости
б. линейно – возрастающую
в. нелинейно – возрастающую
г. нелинейно – падающую

3. Вентиляторы и насосы имеют механическую характеристику…
а. не зависящую от скорости
б. линейно – возрастающую
в. нелинейно – возрастающую
г. нелинейно – падающую

4. Металлообрабатывающие станки имеют характеристику…
а. не зависящую от скорости
б. линейно – возрастающую
в. нелинейно – возрастающую
г. нелинейно – падающую

5. Для выбора рационального электропривода необходимо знать…
а. механическую характеристику рабочей машины
б. механическую характеристику электродвигателя
в. механическую характеристику рабочей машины и электродвигателя
г. нагрузочную характеристику рабочей машины

6. Механической характеристикой электродвигателя называется зависимость между…
а. вращающим моментом электродвигателя и его угловой скоростью
б. моментом сопротивления и угловой скоростью
в. механической и электрической мощностью
г. вращающим моментом электродвигателя и моментом сопротивления

7. У всех электродвигателей скорость является…
а. возрастающей функцией момента двигателя
б. убывающей функцией момента двигателя
в. независящей от момента двигателя
г. нет правильного ответа

8. Величина определяемая, как отношение разности моментов, развиваемых электродвигателем, к соответствующей разности угловых скоростей называется…
а. твёрдость механической характеристики
б. прочность механической характеристики
в. мягкость механической характеристики
г. жёсткость механической характеристики

9. Механическая характеристика, при которой скорость с изменением момента остается неизменной ($\beta=\infty$) называется…
а. абсолютно жёсткая
б. жесткая
в. мягкая
г. абсолютно мягкая

10. Механическая характеристика с коэффициентом жесткости $\beta = 40$ - называется…
а. абсолютно жёсткая
б. жесткая
в. мягкая
г. абсолютно мягкая

11. Механическая характеристика с коэффициентом жесткости $\beta \leq 10$ называется…
а. абсолютно жёсткая
б. жесткая
в. мягкая
г. абсолютно мягкая

12. Синхронные электродвигатели обладают…
а. абсолютно жёсткой механической характеристикой

б. жесткой механической характеристикой
в. мягкой механической характеристикой
г. абсолютно мягкой механической характеристикой

13. Асинхронные двигатели в рабочей части механической характеристики обладают…
а. абсолютно жёсткой механической характеристикой
б. жесткой механической характеристикой
в. мягкой механической характеристикой
г. абсолютно мягкой механической характеристикой

14. Согласно уравнению движения электропривода вращающий момент электродвигателя уравновешивается…
а. динамическим моментом
б. моментом сопротивления и моментом сил трения
в. моментом сопротивления и динамическим моментом
г. моментом сопротивления

15. Момент, развиваемый электродвигателем, принимается положительным, если он направлен…
а. в сторону движения электропривода
б. в сторону, обратную движению электропривода
в. по оси вращения ротора электродвигателя
г. по касательной к окружности, описываемой ротором электродвигателя

16. Если момент электродвигателя больше момента сопротивления рабочей машины, то имеет место…
а. замедление электропривода
б. ускорение электропривода
в. работа в установившемся режиме
г. реверсирование электропривода

III. Характеристики и режимы работы двигателей постоянного тока

1. При установившимся режиме работы двигателя постоянного тока приложенное напряжение U уравновешивается…
а. падением напряжения в якорной цепи и ЭДС, наведённым в обмотке возбуждения
б. только падением напряжения в якорной цепи
в. ЭДС, наведенной в якоре в процессе его вращения
г. падением напряжения в якорной цепи и ЭДС, наведенной в якоре в процессе его вращения

2. Электромеханической характеристикой электродвигателя постоянного тока называется…
а. зависимость тока статора от скорости двигателя
б. зависимость тока якоря от скорости двигателя
в. зависимость тока статора от тока ротора
г. зависимость скорости двигателя от момента вращения

3. Характеристики электродвигателя, полученные при номинальных параметрах электродвигателя и отсутствии в его цепях добавочных сопротивлений, называются…
а. искусственными
б. естественными
в. физическими
г. параметрическими

4. Искусственные механические характеристики двигателя постоянного тока можно получить за счет изменения…
а. только напряжения питающей сети U и магнитного потока возбуждения Ф
б. только напряжения питающей сети U и включения добавочного сопротивления R в цепь якоря двигателя
в. только магнитного потока возбуждения Ф и путем включения добавочного сопротивления R в цепь якоря двигателя
г. напряжения питающей сети U, магнитного потока возбуждения Ф и путем включения добавочного сопротивления R в цепь якоря двигателя

5. Скорость идеального холостого хода двигателя постоянного тока не зависит от…
а. напряжения питающей сети
б. магнитного потока возбуждения
в. сопротивления якорной цепи
г. конструктивных параметров двигателя

6. При введении добавочного сопротивления в цепь якоря электродвигателя постоянного тока…
а. изменяется скорость идеального холостого хода
б. изменяется жёсткость механической характеристики
в. изменяется скорость идеального холостого хода и жёсткость механической характеристики
г. ничего не происходит

7. При изменении напряжения питающей сети двигателя постоянного тока…
а. изменяется скорость идеального холостого хода
б. изменяется жёсткость механической характеристики

в. изменяется скорость идеального холостого хода и жёсткость механической характеристики
г. ничего не происходит

8. При изменении магнитного потока возбуждения двигателя постоянного тока…
а. изменяется скорость идеального холостого хода
б. изменяется жёсткость механической характеристики
в. изменяется скорость идеального холостого хода и жёсткость механической характеристики
г. ничего не происходит

9. Режим электродвигателя, при котором создаваемый им момент противодействует движению рабочей машины называется…
а. тормозным
б. противодействующим
в. обратным
г. холостым ходом

10. Режим торможения не свойственный двигателю постоянного тока называется…
а. рекуперативное торможение
б. динамическое торможение
в. торможение противовключением
г. сверхсинхронное торможение

11. Режим торможения возникающий во всех случаях, когда скорость вращения двигателя постоянного тока оказывается выше скорости идеального холостого хода называется…
а. рекуперативным
б. динамическим
в. торможением противовключением
г. сверхсинхронным торможением

12. Режим торможения получаемый при отключении якоря двигателя от сети и включении его на резистор называется…
а. рекуперативным
б. динамическим
в. торможением противовключением
г. сверхсинхронным торможением

13. Режим торможения, при котором обмотки двигателя включены для одного направления вращения, а якорь двигателя под воздействием

внешнего момента или сил инерции вращается в противоположную сторону, называется
а. рекуперативным
б. динамическим
в. торможением противовключением
г. сверхсинхронным торможением

IV. Характеристики и режимы работы асинхронных электродвигателей

1. Основными электродвигателями, которые наиболее широко используются как в промышленности, так и в агропромышленном производстве являются…
а. синхронные двигатели
б. двигатели постоянного тока независимого возбуждения
в. асинхронные двигатели
г. двигатели постоянного тока последовательного возбуждения

2. Критическим моментом асинхронного двигателя называется момент…
а. пусковой
б. максимальный
в. минимальный
г. номинальный

3. Скольжение асинхронного двигателя - это…
а. амплитуда колебания электродвигателя при неполной затяжке лап статора
б. мера того, насколько ротор опережает в своем вращении магнитное поле статора
в. контактное сопротивление, образующееся при скольжении щёток по контактным кольцам
г. мера того, насколько ротор отстает в своем вращении от вращения магнитного поля статора

4. Угловая скорость вращения магнитного поля статора обозначается…
а. $щ_0$
б. щ
в. ц
г. S

5. Скорость вращения магнитного поля статора зависит…
а. от напряжения и числа пар полюсов
б. от частоты тока питающей сети и числа пар полюсов двигателя
в. только от числа пар полюсов двигателя

г. только от частоты тока питающей сети

6. Искусственные механические характеристики асинхронных двигателей не получают с помощью…
а. изменения напряжения питающей сети
б. изменения частоты тока питающей сети
в. изменения момента сопротивления
г. введения добавочных сопротивлений

7. момент, развиваемый двигателем, изменяется…
а. пропорционально частоте
б. обратно пропорционально силе тока
в. пропорционально скорости двигателя
г. пропорционально квадрату напряжения

8. Изменение напряжения сети влияет на…
а. момент двигателя и не влияет на его критическое скольжение
б. критическое скольжение и не влияет на момент двигателя
в. момент двигателя и на его критическое скольжение
г. не влияет не на момент двигателя не на его критическое скольжение

9. Добавочные сопротивления вводят в цепь статора…
а. только для уменьшения пусковых значений тока
б. для уменьшения пусковых значений тока и момента
в. только для уменьшения пусковых момента
г. только для увеличения пускового момента

10. При введении добавочного сопротивления в цепь статора асинхронного двигателя не изменяется…
а. момент пусковой
б. момент критический
в. синхронная скорость
г. критическая скорость

11. Включение добавочного сопротивления в цепь ротора асинхронного двигателя…
а. возможно для двигателя с короткозамкнутым ротором
б. возможно для двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором
в. невозможно
г. возможно для двигателя с фазным ротором

12. При включении добавочного сопротивления в цепь ротора асинхронного двигателя остаётся неизменным…
а. критический момент

б. пусковой момент
в. критическое скольжение
г. номинальный момент

13. Механическая характеристика асинхронного двигателя строится по…
а. трём точкам
б. пяти точкам
в. шести точкам
г. двум точкам

V. Тормозные режимы асинхронного двигателя

1. Для асинхронного двигателя не приемлем следующий вид электрического торможения…
а. сверхсинхронное
б. динамическое
в. переменное
г. торможение противовключением

2. Режим сверхсинхронного торможения у асинхронных двигателей возникает…
а. при скорости ниже синхронной
б. при номинальной скорости
в. при нулевой скорости
г. при скорости выше синхронной

3. Режим сверхсинхронного торможения ещё называют…
а. рекуперативным
б. повышенным
в. скоростным
г. обратным

4. В режиме сверхсинхронного торможения ЭДС двигателя…
а. меньше напряжения сети
б. больше напряжения сети
в. равно напряжению сети
г. равно 0

5. Для перевода асинхронного двигателя в режим противовключения необходимо изменить порядок подключения фаз обмоток статора путем переключения…
а. только фазы А и фазы В между собой
б. только фазы В и фазы С между собой

в. двух любых фаз между собой
г. всех трёх фаз между собой

6. В режиме противовключения асинхронного двигателя вращающееся магнитное поле…
а. останавливается
б. продолжает вращаться в том же направлении
в. переходит в пульсирующий режим
г. меняет направление вращения

7. Если в режиме торможения противовключением асинхронный двигатель в момент остановки не отключить от сети, то произойдёт…
а. разгон двигателя в противоположном направлении
б. перегрев обмоток двигателя
в. межвитковое короткое замыкание
г. переход в неполнофазный режим

8. Динамическое торможение асинхронного двигателя осуществляется…
а. сменой двух любых фаз на клеммах статора
б. включением обмотки статора на сеть постоянного тока
в. повышением момента нагрузки
г. сменой полюсов на обмотке ротора

9. При динамическом торможении асинхронного двигателя с фазным ротором обмотка ротора…
а. замыкается накоротко
б. подключается к трёхфазной сети
в. замыкается на внешнее сопротивление
г. подключается к сети постоянного тока

VI. Регулирование скорости в электроприводах

1. В критерии регулирования скорости в электроприводах не входит…
а. диапазон
б. плавность
в. стабильность
г. резкость

2. Диапазон регулирования скорости в электроприводах определяется отношением максимальной скорости вращения двигателя…
а. к минимальной
б. к средней
в. к номинальной
г. к текущей

3. Плавность регулирования скорости в электроприводах характеризуется…
а. отношение максимальной скорости к минимальной
б. количеством ступеней скорости внутри диапазона регулирования
в. стабильностью работы системы при изменении нагрузки
г. диапазоном регулирования напряжения сети

4. Коэффициент плавности регулирования скорости в электроприводах определяется как…
а. разница между синхронной скоростью двигателя и скоростью ротора
б. отношение момента нагрузки к моменту двигателя
в. отношение двух соседних значений скоростей
г. разница между двумя соседними скоростями

5. Плавность регулирования скорости в электроприводах растёт если…
а. коэффициент плавности стремится к бесконечности
б. коэффициент плавности стремится к нулю
в. коэффициент плавности стремится к значению синхронной скорости
г. коэффициент плавности стремится к единице

6. Стабильность работы на заданной скорости в электроприводах зависит от…
а. жёсткости механической характеристики
б. плавности регулирования скорости
в. диапазона регулирования скорости
г. пускового момента двигателя

7. Стабильность работы на заданной скорости в электроприводах характеризуется…
а. изменением скорости при заданном отклонении момента двигателя
б. изменением скорости при заданном отклонении момента нагрузки
в. изменением момента нагрузки при заданном отклонении скорости
г. изменением момента двигателя при заданном отклонении скорости

8. Виды направления регулирования скорости в электроприводах не включают в себя…
а. двухзонное
б. однозонное вниз
в. трехзонное
г. однозонное вверх

9. Допустимая нагрузка электропривода зависит от…
а. частоты тока питающей сети

б. напряжения питания
в. диапазона регулирования скорости
г. нагрева электродвигателя

10. Способ, не относящийся к способам регулирования скорости двигателей постоянного тока, называется…
а. изменение частоты тока питающей сети
б. введение добавочного сопротивления в цепь якоря
в. изменение магнитного потока двигателя
г. изменение подводимого к якорю двигателя напряжения

11. Регулирование скорости двигателя постоянного тока введением добавочного сопротивления в цепь якоря приводит к…
а. увеличению жёсткости механической характеристики
б. снижению жёсткости механической характеристики
в. сохранению жёсткости на постоянном уровне
г. повышению стабильности работы двигателя

12. Снижение жёсткости механической характеристики двигателя постоянного тока приводит к…
а. повышению стабильности работы двигателя
б. сохранению стабильности работы двигателя на постоянном уровне
в. снижению стабильности работы двигателя
г. неконтролируемому колебанию стабильности работы двигателя

13. Работа двигателя постоянного тока с добавочным сопротивлением в цепи якоря является не экономичным в связи с…
а. большими эксплуатационными затратами на обслуживание добавочных сопротивлений
б. необходимостью в высоко квалифицированном обслуживающем персонале
в. высокой стоимостью добавочных сопротивлений
г. значительными потерями энергии на дополнительное сопротивление

14. Ток возбуждения двигателя постоянного тока регулируется…
а. с помощью реостатов или регуляторов напряжения
б. с помощью частотных преобразователей
в. с помощью батарей конденсаторов
г. с помощью дросселей

15. Ослабление магнитного потока обмотки возбуждения двигателя постоянного тока приводит к…
а. уменьшение скорости двигателя
б. увеличение скорости двигателя
в. стабилизации скорости на одном уровне

г. экстренному торможению двигателя

16. В систему «генератор - двигатель», позволяющую регулировать скорость двигателя постоянного тока изменением подводимого к якорю напряжения, не входит…
а. асинхронный двигатель
б. двигатель постоянного тока
в. асинхронных генератор
г. генератор постоянного тока

17. К способам регулирования скорости асинхронного двигателя не относится…
а. изменение напряжения
б. смена числа пар полюсов
в. реостатное регулирование
г. смена полярности на обмотке якоря

18. Регулирование скорости введением активного сопротивления в цепь ротора асинхронного двигателя…
а. возможно только для асинхронного двигателя с фазным ротором
б. возможно для всех асинхронных двигателей
в. возможно только для асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором
г. невозможно

19. Синхронная скорость асинхронного двигателя с двумя парами полюсов равна…
а. 3000
б. 1500
в. 1000
г. 750

20. При увеличении числа полюсов асинхронного двигателя в 2 раза его синхронная скорость…
а. уменьшается в 2 раза
б. не меняется
в. увеличивается в 2 раза
г. увеличивается в 4 раза

21. При частотном способе регулирования скорости асинхронного двигателя вместе с ростом частоты необходимо…
а. повышать сопротивление обмотки статора
б. снижать нагрузку
в. снижать напряжение

г. повышать напряжение

22. При регулировании скорости асинхронного двигателя за счет изменения напряжения питающей сети момент двигателя изменяется…
а. пропорционально квадрату напряжения
б. пропорционально напряжению
в. обратно пропорционально квадрату напряжения
г. обратно пропорционально напряжению

VII. Нагрев и охлаждение электродвигателей

1. Наибольшая допустимая температура нагрева двигателя ограничивается…
а. температурой плавления обмоток
б. термической стойкостью его изоляции
в. механической стойкостью подшипников
г. уставкой тепловой отсечки теплового реле

2. Нагрев двигателя обусловлен рядом факторов, в которые не входит…
а. потери энергии в обмотках статора и ротора
б. потери на гистерезис и вихревые токи
в. потери электроэнергии в проводах питающей линии
г. трение в подшипниках

3. Повышение температуры электродвигателя продолжается до тех пор, пока…
а. электродвигатель включен в сеть электропитания
б. электродвигатель не достигнет скорости холостого хода
в. количество теплоты, отдаваемое поверхностью электродвигателя, не станет равным количеству теплоты, выделяемому электродвигателем
г. механическая мощность электродвигателя не станет равной электрической мощности, потребляемой из сети

4. Предельно допустимое превышение температура обмотки двигателя над температурой окружающей среды определяется разностью между предельно допустимой температурой изоляции двигателя и стандартной температурой окружающей среды, которая равна…
а. 20 ^{o}C
б. 24 ^{o}C
в. 30 ^{o}C
г. 40 ^{o}C

5. Согласно ГОСТ 183-66 изоляционные материалы, применяемые в электрических машинах и аппаратах, делятся по нагревостойкости на…

а. классы
б. группы
в. виды
г. категории

6. Электродвигатели сельскохозяйственного назначения изготовляются с изоляцией по нагревостойкости класса…
а. A
б. F
в. B
г. C

7. Предельно допустимая температура нагрева обмоток электродвигателя класса F, как наиболее примирительного в сельском хозяйстве равна…
а. 120 °C
б. 130 °C
в. 155 °C
г. 180 °C

8. На практике нагрев электродвигателя считается законченным, когда температура достигает…
а. 0,85…0,87 установившегося значения температуры
б. 0,87…0,92 установившегося значения температуры
в. 0,92…0,95 установившегося значения температуры
г. 0,95…0,98 установившегося значения температуры

9. Нагрузочная диаграмма электропривода представляет собой зависимость нагрузки электропривода от…
а. времени
б. скорости
в. момента двигателя
г. напряжения

10. ГОСТом предусматривается количество номинальных режимов работы электрических приводов равное…
а. 3
б. 8
в. 4
г. 6

11. Режимы работы электроприводов обозначаются буквой…
а. D
б. G

в. S
г. W

12. Одним из основных номинальных режимов работы электропривода не являются…
а. продолжительный
б. кратковременный
в. повторно-кратковременный
г. повторно-кратковременный с пусками

13. Температуру электродвигателя считают установившейся, если в течение часа работы двигателя она увеличивается не более чем на…
а. 1 ^{o}C
б. 10 ^{o}C
в. 5 ^{o}C
г. 20 ^{o}C

14. Установившееся значение температуры электродвигателя наступает через промежуток времени равный…
а. T_H
б. $4T_H$
в. $2T_H$
г. $10T_H$

15. Режим работы электродвигателя при неизменной нагрузке, продолжающийся столько времени, что превышение температуры всех частей двигателя достигает установившихся значений называется…
а. кратковременный
б. повторно-кратковременный
в. продолжительный
г. повторно-кратковременный с пусками

16. Продолжительный режим работы электропривода не свойственен…
а. насосам
б. вентиляторам
в. зерноочистительным машинам
г. подъёмно-транспортным механизмам

17. Режим работы электродвигателя, при котором рабочие периоды с неизменной номинальной нагрузкой чередуются с периодами отключения машины; при этом периоды нагрузки (рабочие периоды) недлительны и превышение температуры не достигает установившегося значения, а периоды паузы позволяют двигателю охладиться до температуры окружающей среды называется…

а. кратковременный
б. повторно-кратковременный
в. продолжительный
г. повторно-кратковременный с пусками

18. Промышленность выпускает электродвигатели со стандартной продолжительностью рабочего периода…
а. 20, 40, 70 и 100 мин
б. 10, 30, 60 и 90 мин
в. 5, 15, 25 и 50 мин
г. 1, 3, 5 и 9 мин

19. Режим работы электродвигателя, при котором периоды неизменной номинальной нагрузки (рабочие периоды) чередуются с периодами отключения машины (паузами), причем как рабочие периоды, так и паузы не настолько длительны, чтобы превышение температуры могло достигнуть установившихся значений как при нагреве, так и при охлаждении называется…
а. продолжительный
б. кратковременный
в. повторно-кратковременный
г. повторно-кратковременный с пусками

20. ГОСТом установлено, что для повторно-кратковременного режима работы электродвигателя продолжительность цикла не превышает…
а. 5 мин
б. 15 мин
в. 20 мин
г. 10 мин

21. Для повторно-кратковременного режима работы электродвигателя относительная продолжительность включения ПВ составляет…
а. 15, 25, 40 и 60%
б. 10, 20, 50 и 90%
в. 1, 2, 5 и 9%
г. 25, 50, 75 и 100%

22. Если при работе двигателя момент и мощность рабочей машины не изменяются, то двигатель выбирают с номинальной мощностью, равной мощности нагрузки рабочей машины, делённой на…
а. КПД электродвигателя
б. КПД передачи
в. КПД источника электрической энергии
г. коэффициент активной мощности

23. Мощность электродвигателя выбираемого для электропривода насоса не зависит от…
а. производительности насоса
б. напора насоса
в. КПД электродвигателя
г. плотности перекачиваемой жидкости

24. При переменной продолжительной нагрузке нагрузка на валу электродвигателя может периодически меняться, при этом периодически меняются…
а. частота тока питающей сети
б. амплитуда напряжения питающей сети
в. коэффициент активной мощности электродвигателя
г. потери мощности в электродвигателе

25. Для проверки выбранного электродвигателя по нагреву на практике используют методы эквивалентных величин, в которые не входит…
а. метод эквивалентного напряжения
б. метод эквивалентного тока
в. метод эквивалентного момента
г. метод эквивалентной мощности

26. При проверке электродвигателя по нагреву с помощью метода эквивалентного тока необходимо что бы номинальный ток предварительно выбранного по каталогу электродвигателя был по отношению к эквивалентному току…
а. больше не менее чем в 2 раза
б. больше или равен
в. меньше или равен
г. меньше

27. При проверке электродвигателя по нагреву с помощью метода эквивалентного момента необходимо что бы номинальный момент предварительно выбранного по каталогу электродвигателя был по отношению к эквивалентному моменту…
а. больше не менее чем в 2 раза
б. меньше или равен
в. больше или равен
г. меньше

28. При проверке электродвигателя по нагреву с помощью метода эквивалентной мощности необходимо что бы номинальная мощность пред-

варительно выбранного по каталогу электродвигателя был по отношению к эквивалентной мощности…
а. больше не менее чем в 2 раза
б. меньше или равна
в. меньше
г. больше или равна

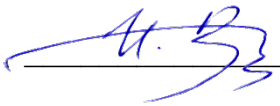
29. Если для кратковременного режима выбрать электродвигатель, предназначенный для работы в продолжительном режиме, но с мощностью кратковременного режима работы, то…
а. электродвигатель недоиспользуется по тепловому режиму
б. электродвигатель быстро перегреется
в. электродвигатель не сможет преодолеть момент сопротивления при пуске
г. электродвигатель будет работать в режиме холостого хода

30. При расчётах электропривода принимают, что минимальный пусковой момент двигателя, с учетом возможного снижения напряжения, больше статического момента рабочей машины при пуске в…
а. 1,5 раза
б. 1,25 раза
в. в 1,1 раза
г. в 2 раза

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры теологии
(протокол № 1 от 08.09.2025)
Заведующий кафедрой


_____И.В. Бачинин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.29 ОСНОВЫ РОССИЙСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОСТИ

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

форма обучения: **очная**, **заочная, очно-заочная**

Авторы: Бачинин И. В. к.п.н.; Старостин А. Н., к. ист. н.

Екатеринбург

Содержание

Методические указания по освоению дисциплины 3
Освоение лекционного курса 3
Самостоятельное изучение тем курса 3
Подготовка к практическим (семинарским) занятиям 6
Подготовка к тестированию 8
Подготовка к промежуточной аттестации 9

Методические указания по освоению дисциплины

Освоение лекционного курса

Лекции по дисциплине дают основной теоретический материал, являющийся базой для восприятия практического материала. После прослушивания лекции необходимо обратиться к рекомендуемой литературе, прочитать соответствующие темы, уяснить основные термины, проблемные вопросы и подходы к их решению, а также рассмотреть дополнительный материал по теме.

Главное в период подготовки к лекционным занятиям – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Одним из важных элементов освоения лекционного курса является самостоятельная работа на лекции. Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

Самостоятельное изучение тем курса

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования научного способа познания. Основные приемы 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, а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и дипломных 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 научными руководителями, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные книги, учебники и 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 научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того на сколько 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. Студенты с этой целью заводят 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 научного 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 научному 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 литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным 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 к практическим (семинарским) занятиям

Важной формой самостоятельной работы студента является систематическая и планомерная подготовка к практическому (семинарскому) занятию. После лекции студент должен познакомиться с планом практических занятий и списком обязательной и дополнительной литературы, которую необходимо прочитать, изучить и законспектировать. Разъяснение по вопросам новой темы студенты получают у преподавателя в конце предыдущего практического занятия.

Подготовка к практическому занятию требует, прежде всего, чтения рекомендуемых источников и монографических работ, их реферирования, подготовки докладов и сообщений. Важным этапом в самостоятельной работе студента является повторение материала по конспекту лекции. Одна из главных составляющих внеаудиторной подготовки – работа с книгой. Она предполагает: внимательное прочтение, критическое осмысление содержания, обоснование собственной позиции по дискуссионным моментам, постановки интересующих вопросов, которые могут стать предметом обсуждения на семинаре.

В начале практического занятия должен присутствовать организационный момент и вступительная часть. Преподаватель произносит краткую вступительную речь, где формулируются основные вопросы и проблемы, способы их решения в процессе работы.

Практические занятия не повторяют, а существенно дополняют лекционные занятия, помогая студентам в подготовке к промежуточной аттестации. Практические занятия являются одной из важнейших форм обучения студентов: они позволяют студентам закрепить, углубить и конкретизировать знания по курсу, подготовиться к практической деятельности. В процессе работы на практических занятиях студент должен совершенствовать умения и навыки самостоятельного анализа источников и научной литературы, что необходимо для научно-исследовательской работы.

Практическое (семинарское) занятие — это одна из организационных форм познавательной деятельности обучающихся, позволяющая закрепить полученные ранее знания, восполнить недостающую информацию, сформировать умения решать проблемы, укрепить позиции, научить культуре ведения дискуссии. Тематика обсуждения выдается на первых занятиях. Подготовка осуществляется во внеаудиторное время. Регламент – 3-5 мин. на выступление. В оценивании результатов наравне с преподавателем принимают участие студенты группы.

Обсуждение проблемы (нравственной, политической, научной, профессиональной и др.) происходит коллективно, допускается корректная критика высказываний (мнений) своих сокурсников с обязательным приведением аргументов критики.

Участие каждого обучающегося в диалоге, обсуждении должно быть неформальным, но предметным.

1. Россия: географические факторы и природные богатства.

№ п/п	Вопросы	Код компетенции
1.	Анализ предпосылок и факторов становления российской государственности (исторических, социально-экономических, географических).	УК-5
2.	Природные ресурсы и национальные богатства России.	
3.	Культуры этносов России и их основные достижения.	
4.	Религии этносов России.	

2. Многообразие российских регионов

№ п/п	Вопросы	Код компетенции
1.	Российская Федерация: основные этапы становления современного государственного устройства.	УК-5
2.	Географическое, политическое, социально-экономическое, многообразие российских регионов.	
3.	Свердловская область: природно-экономический потенциал.	
4.	История родного города на примере города Екатеринбурга – столицы Татарстана.	

Результатом обсуждения проблемы на практическом (семинарском) занятии не могут быть однозначные выводы и формулировки. Действие его всегда пролонгировано,

что дает студентам возможность для дальнейшего обдумывания рассмотренных проблемных ситуаций, для поиска дополнительной информации по обсуждаемой теме.

Незадолго до проведения практического (семинарского) занятия преподаватель разделяет группу на несколько подгрупп, которая, согласно сценарию, будет представлять определенную точку зрения, информацию. При подготовке к групповой дискуссии студенту необходимо собрать материал по теме с помощью анализа научной литературы и источников.

Используя знание материала, исходя из изложенных изначальных концепций, каждая группа должна изложить свою точку зрения на обсуждаемый вопрос, подкрепив ее соответствующими аргументами.

Каждый из групп по очереди приводит аргументы в защиту своей позиции. Соответственно другая группа должна пытаться привести контраргументы, свидетельствующие о нецелесообразности, пагубности позиции предыдущей группы и стремится доказать, аргументированно изложить свою позицию.

Подготовка к тестированию

Тестирование - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Тестовая система предусматривает вопросы / задания, на которые слушатель должен дать один или несколько вариантов правильного ответа из предложенного списка ответов. При поиске ответа необходимо проявлять внимательность. Прежде всего, следует иметь в виду, что в предлагаемом задании всегда будет один правильный и один неправильный ответ. Это оговаривается перед каждым тестовым вопросом. Всех правильных или всех неправильных ответов (если это специально не оговорено в формулировке вопроса) быть не может. Нередко в вопросе уже содержится смысловая подсказка, что правильным является только один ответ, поэтому при его нахождении продолжать дальнейшие поиски уже не требуется.

На отдельные тестовые задания не существует однозначных ответов, поскольку хорошее знание и понимание содержащегося в них материала позволяет найти такие ответы самостоятельно. Именно на это слушателям и следует ориентироваться, поскольку полностью запомнить всю получаемую информацию и в точности ее воспроизвести при ответе невозможно. Кроме того, вопросы в тестах могут быть обобщенными, не затрагивать каких-то деталей.

Тестовые задания сгруппированы по темам учебной дисциплины. Количество тестовых вопросов/заданий по каждой теме дисциплины определено так, чтобы быть достаточным для оценки знаний обучающегося по всему пройденному материалу.

При подготовке к тестированию студенту следует внимательно перечитать конспект лекций, основную и дополнительную литературу по той теме (разделу), по которому предстоит писать тест.

Для текущей аттестации по дисциплине «Основы российской государственности» применяются тесты, которые выполняются по разделам № 1-5.

Образец тестового задания

1. Ключевую роль в формировании мировоззрения играют:
- мысли
- эмоции
- ценности
-все перечисленное

2. Какое место в мире по площади занимает Россия:
- первое
- второе

- третье
- пятое

3. К преимуществам географического положения России относят:
- межграничное положение между Европой и Азией
- большая протяженность транспортных магистралей
- сложность управления страной
+ выход к большому количеству морей и двум океанам

4. С каким государством у России самая большая сухопутная граница:
- Казахстан
- Белоруссия
- Китай
- Монголия

5. Первое летописное упоминание о Москве связано с именем князя:
- Ярослава Мудрого
- Владимира Мономаха
- Александра Невского
- Юрия Долгорукого

Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*Основы российской государственности*» 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 «*Основы российской государственности*».

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»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ГМК
(протокол № 1 от 04.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Ю. А. Лагунова

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ И КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.01 ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОТОТИПОВ

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)

Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

год набора: 2026

Авторы: Хорошавин С. А., канд. техн. наук, доцент; Лагунова Ю. А., д-р техн. наук, профессор

Екатеринбург

Содержание

Введение 3
Лабораторная работа № 1. 3D-ne4amb: основные принципы и понятия 4
Контрольные вопросы 6
Лабораторная работа № 2. Основные установки 3D-ne4amu 6
Контрольные вопросы 8
Лабораторая работа № 3. Технологии 3D-ne4amu 15
Контрольные вопросы 17
Лабораторная работа № 4. Технологии оптического3D-сканирования 17
Контрольные вопросы 20
Инструкция по охране труда при работе с 3D-npuHmepoM 20
Общие требования безопасности 20
Требования безопасности перед началом работы 21
Требования безопасности во время работы 21
Требования безопасности после окончания работы 22
Контрольная работа по обратному проектированию 23
Список литературы 23

Введение

Традиционный способ выпуска изделий включает субтрактивные процессы удаления лишнего материала с заготовки механическим путем, изготовление большого количества деталей с последующей их сборкой или сваркой в готовое изделие. Теперь же функциональная деталь может быть разработана на компьютере и распечатана на принтере, создающем твердотельные объекты с помощью послойного наращивания материала. Цифровой дизайн может быть изменен: пара щелчков мышки в компьютерной программе - и вот уже готово изделие с улучшенной конструкцией. После запуска процесса печати принтеры работают автономно и не требуют вмешательства оператора до завершения всей процедуры. Установки аддитивного производства позволяют изготавливать прототипы и детали сложной геометрии, невозможной при использовании традиционных методов, легковесные конструкции и функционально интегрированные изделия. Как известно, существует несколько методов 3D-печати, однако все они являются производными аддитивной технологии изготовления изделий. Вне зависимости от того, какой 3D-принтер вы используете, построение заготовки осуществляется путем послойного добавления сырья. Несмотря на то, что термин Additive Manufacturing используется отечественными инженерами очень редко, технологии послойного синтеза фактически оккупировали современную промышленность.

Лабораторная работа № 1. 3D-ne4amb: основные принципы и понятия

Цель работы: ознакомиться с основными принципами, применяемыми в 3Г)-печ;1ти; изучить основные понятия.

Общие сведения.

По сути, 3D-печать - это создание объекта методом его послойного выращивания на основе трехмерной CAD-модели (модели, разработанной в системе автоматизированного проектирования). Зачастую также используется термин «аддитивное производство», поскольку при изготовлении детали применяется аддитивный метод - последовательное добавление материала слой за слоем (рисунок 1). В этом заключается отличие 3D-печати от традиционного метода производства изделий, который является субтрактивным и при котором лишний материал удаляется с заготовки при помощи механической обработки.

Рисунок 1 - Схема последовательности 3D-печати

3D-печать или «аддитивное производство» - процесс создания цельных трехмерных объектов практически любой геометрической формы на основе цифровой модели. 3D-печать основана на концепции построения объекта последовательно наносимыми слоями, отображающими контуры модели. Аддитивные технологии появились как способ автоматизации задач по формированию прототипов и изначально были известны под термином «быстрое прототипирование». На сегодняшний момент существенный спектр задач, для которых используются технологии, до сих пор находится в области быстрого выполнения прототипов изделий и деталей. Поскольку процесс создания деталей основан на цифровых компьютерных моделях, то для описания технологий 3D-печати изделий существует еще один термин - «цифровое производство». Любой 3D-принтер выращивает изделие послойно, а разбивка по слоям и геометрия слоев описывается в STL-файле. STL (STereoLithography - объемная литография) - формат файла, предназначенный для хранения трехмерных моделей объектов для использования в технологиях 3D-ne4amu.

Информация об объекте хранится как список нормалей и треугольных граней, которые описывают его поверхность. Для получения послойного STL-файла обычно применяется конвертор CAD-формата, встроенный в систему автоматизированного проектирования, которую используют инженерно-технические работники предприятия. На данный момент существует множество технологий 3D-печати, установок аддитивного производства и типов используемых материалов. Так, наибольшее распространение в 3D-принтерах получили титановые, алюминиевые и никелевые сплавы, конструкционная и нержавеющая сталь, сплав «кобальт - хром», жаропрочные сплавы, полиамидные пластики широкого спектра свойств, высокотемпературные пластики, жаропрочная керамика, фотополимерные пластики. Но, несмотря на широкий спектр названий, суть процесса не меняется - деталь изготавливается слой за слоем по трехмерной компьютерной модели с минимальными трудозатратами на подготовку производства и постпроцессинг. Несомненно, в зависимости от используемых материалов и сложности изготавливаемых деталей для организации производственного процесса 3D-печати требуется достаточно серьезная инжиниринговая подготовка - моделирование элементов поддержки (вспомогательных структур, необходимых для печати навесных элементов детали аналогично строительным подмостям, используемым при строительстве мостов над водным пространством), выбор оптимальной ориентации модели на рабочей платформе, оптимизация топологии изделий для снижения веса и расхода материала. В случае с металлическими деталями - моделирование вспомогательных элементов конструкции для теплоотвода в процессе печати. В рамках постобработки напечатанных деталей следует производить снятие деталей с рабочей платформы, удаление поддержек и вспомогательных элементов конструкции, а при необходимости и полировку поверхности. При работе с металлическими изделиями нужны повышенные механические свойства: деталь подвергают температурной обработке для закалки и отжига дефектов. Основные задачи, решаемые с помощью технологий 3D-печати, можно условно разделить на три группы:

1) быстрое создание прототипов, ускоряющее процесс разработки изделий;

2) создание конечных функциональных изделий сложной геометрии, легковесных конструкций, функционально интегрированных деталей;

3) создание оснастки для литьевых процессов - пресс-форм для литья пластиков, мастер-моделей для литья металлов по выплавляемым и выжигаемым моделям, форм для литья металлов в песчано-глинистых формах (ПГФ).

Задание

В соответствии с приведенным материалом структурировать данные в таблицу, в которой отразить различия между традиционными методами обработки по сравнению с 3D-печатью, указать преимущества и недостатки этих способов.

Контрольные вопросы

1 Что такое 3D-печать?
2 Отличие 3D-печати от традиционных методов обработки.
3 Материалы, применяемые при 3D-печати.
4 Что такое постпроцессинг? Его преимущества.
5 Какая последовательность работ при 3D-печати?

Лабораторная работа № 2. Основные установки 3D-ne4amu

Цель работы: ознакомиться с историей оборудования для 3D-печати; изучить особенности современных устройств и технологий.

История разработки технологий 3D-печати начинается в 1986 г., когда был выдан первый патент на установку стереолитографии (SLA). Этот патент принадлежал Чаку Халлу, американскому инженеру, который в 1983 г. разработал первую SLA-установку. После получения патента Халл создал компанию 3D Systems Corporation, которая и сейчас является одной из самых крупных и преуспевающих компаний-производителей оборудования 3D-печати. Первая коммерческая система быстрого прототипирования SLA-1 была выпущена компанией 3D Systems в 1987 г., первая продажа (после многочисленных тестов и испытаний) состоялась в 1988 г. Наиболее точной аддитивной технологией считается стереолитография - метод поэтапного послойного отверждения жидкого фотополимера лазером. SLA-принтеры используются преимущественно для изготовления прототипов, макетов и дизайнерских компонентов повышенной точности с высоким уровнем детализации. Помимо стереолитографии, в тот же период начали развиваться и другие технологии 3D-печати. В 1987 г. Карл Декард, сотрудник Техасского университета, подал заявку на патент, описывающий процесс быстрого прототипирования изделий с помощью технологии селективного лазерного спекания (SLS) (рисунок 2). Технология лазерного спекания была лицензирована компанией DTM Inc., приобретенной впоследствии компанией 3D Systems.

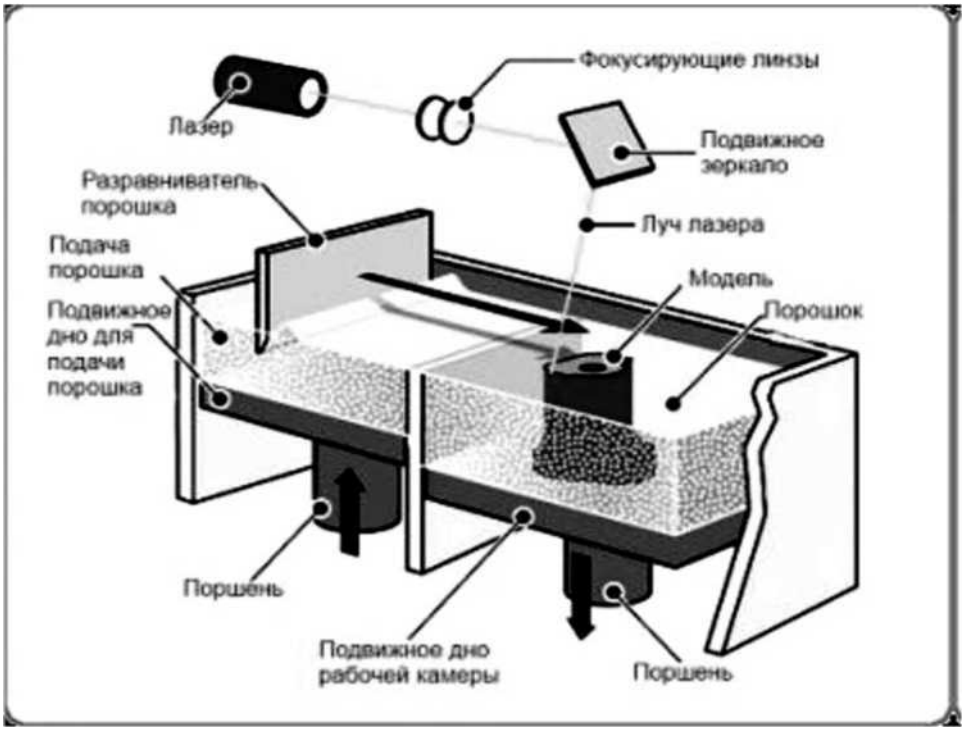


Рисунок 2 - Установка селективного лазерного спекания (SLS)

В 1989 г. Скотт Крамп, один из основателей компании Stratasys Inc., заявил о разработке технологии послойного наплавления (FDM) (рисунок 3), которая до сих пор используется компанией Stratasys Inc. и применяется на различных машинах начального уровня других производителей.

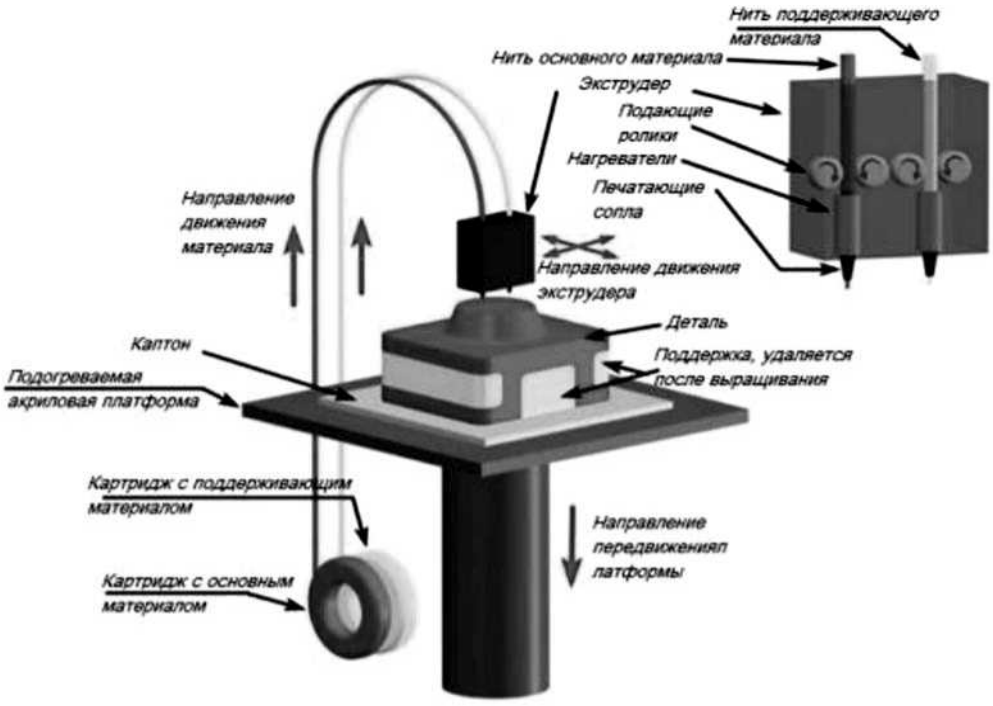


Рисунок 3 - Установка послойного наплавления (FDM)

Первым европейским производителем оборудования стала компания

EOS GmbH (Германия), которая после разработок технологий стереолитографии сконцентрировала свои усилия на развитии технологий лазерного спекания. Первая установка стереолитографии STEREOS 400 была поставлена в 1990 г. в отдел разработок концерна BMW, а в 1994 г. была выпущена первая установка лазерного спекания пластиковых порошков (SLS) EOSINT P 350, а также разработана машина EOSINT M160 - прототип первой установки для изготовления металлических деталей методом прямого лазерного спекания (DMLS). С середины 2000-х гг. начала проявляться диверсификация в развитии технологий 3D-печати - разработки стали развиваться в двух различных областях. Во-первых, как существующие, так и новые компании-производители оборудования сфокусировали свои усилия на создании настольных машин, обладающих доступной стоимостью и простотой применения. Данные 3D-принтеры используют простейшие технологии (FDM, Digital Light Processing (DLP)), имеют небольшие (настольные) габариты и позволяют реализовать преимущества аддитивных технологий дома либо в офисе для быстрого создания концептуальных прототипов.

Второе направление развития технологий - дорогие промышленные установки, направленные на решение задач по изготовлению конечных изделий средними и большими тиражами, по созданию деталей сложной геометрии. Заказчиками данного оборудования являются предприятия авиационной, космической, автомобильной, машиностроительной, медицинской и других отраслей промышленности, использующие промышленные 3D-принтеры в собственных производственных процессах. Развитие данного сегмента оборудования направлено в сторону увеличения размеров, скорости и качества изготовления деталей, смещая производственную парадигму с традиционных технологий на аддитивные.

Задание

В соответствии с представленным материалом в отчете предоставить краткую информацию об установках 3D-печати. По окончании практической работы будет организована экскурсия в лабораторию аддитивных технологий Белорусско-Российского университета.

Контрольные вопросы

1 Кем была запатентована первая установка по стереолитографии?

2 Особенности установки селективного лазерного спекания. Преимущества и недостатки метода.

3 Особенности установки послойного наплавления. Преимущества и недостатки метода.

4 Отличие современных промышленных установок от простейших настольных машин.

ОБЗОР ОСНОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ

Основные материалы для профессиональной и промышленной 3D-печати – это пластики в виде нитей/гранул или порошка, фотополимерные смолы, металлические порошки, воск и гипс. Обладая исключительно высокими качественными характеристиками, они с успехом используются в различных отраслях для прототипирования и изготовления функциональных деталей, и с развитием аддитивного производства их становится все больше.

Остановимся подробнее на каждом из материалов, применяемых в следующих технологиях:

1. Моделирование методом послойного наплавления полимерной нити или гранул (FDM);
2. Селективное лазерное спекание пластиков (SLS);
3. Стереолитография с использованием фотополимеров (SLA/DLP/LCD);
4. Селективное лазерное плавление металлов (SLM);
5. Послойное склеивание композитного порошка связующим веществом (Binder Jetting);
6. Многоструйная 3D-печать воском или фотополимером (MJP);
7. Полноцветная печать гипсом (CJP).

Пластик

Пластик – один их самых востребованных расходных материалов для аддитивного производства. Ассортимент термопластиков и композитов, предназначенных для FDM-печати, исключительно разнообразен и позволяет выбрать, исходя из поставленных задач, наиболее подходящие по физико-механическим свойствам материалы.

Рассмотрим расходные материалы FDM-принтеров. Это так называемые филаменты –

пластики в виде нитей, намотанных на катушки. Иногда они выпускаются в виде гранул.

FDM-технология лежит в основе не только домашних, но и профессиональных и промышленных 3D-принтеров, поэтому пластики активно используются на производстве, для изготовления прототипов и функциональных изделий в таких отраслях, как автомобилестроение, авиационная промышленность, бытовые товары, электроника, архитектура, медицина, наука и образование.

Преимущества пластиков для 3D-печати:

- широкий диапазон применений;
- разнообразие цветов и фактур материала;
- легкость механической обработки;
- удобство в использовании;
- гибкая структура материала;
- возможность печати крупных цельных изделий;
- относительно невысокая стоимость.

Основные виды пластиков

ABS-пластик. Обладает множеством положительных характеристик, включая повышенную ударопрочность при высокой эластичности и мягкости материала, а также простую механическую обработку. Высокая растворимость в ацетоне позволяет легко склеивать детали и сглаживать внешние поверхности изделий. Обычно ABS-пластик непрозрачен, но при необходимости легко окрашивается в любые цвета. Конечные изделия без окрашивания чувствительны к воздействию ультрафиолета и наделены невысокими электроизоляционными свойствами.

PLA-пластик. Имеет одни из самых низких температурных требований к 3D-принтеру. Ключевые составляющие PLA-пластика – это сахарный тростник и кукуруза, а в основе материала лежит молочная кислота. Регулируя ее уровень при производстве, можно получить различные свойства полимера, тем самым расширяя области его использования. Изделия из PLA-пластика обладают ровной и скользящей поверхностью. Материал нетоксичен, благодаря чему широко применяется для производства различных игрушек и сувениров. Имеет лишь один недостаток – недолговечность эксплуатации. Готовое изделие из пластика может прослужить до нескольких лет при минимальном использовании и температуре до +50 градусов.

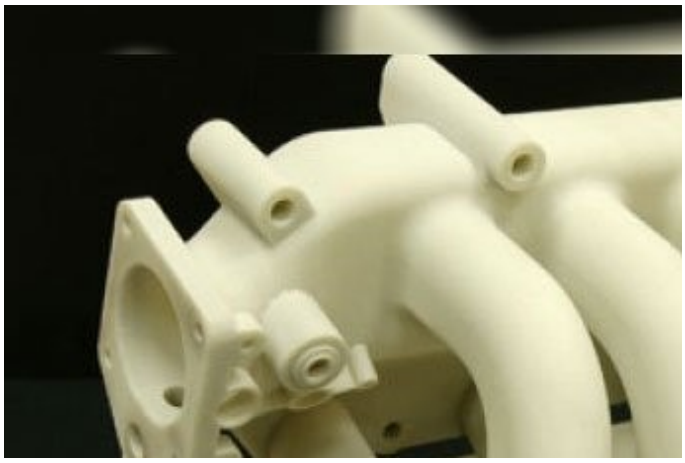
PETG / PET / PETT-пластик. PET, или полиэтилентерефталат, – наиболее распространенный вид пластика. Для 3D-печати «чистый» PET используют редко, применяя в основном его разновидность – PETG. PETG долговечен и обладает гораздо меньшей температурой переработки. Еще одной версией PET является PETT – более жесткий и достаточно популярный материал за счет своей прозрачности.

PC-пластик (поликарбонат). Обладает высокой прочностью и износостойкостью, а также повышенным сопротивлением физическим воздействиям и термостойкостью. Выдерживает температуру до 110°C. Материал про-

зрачный, гибкий, легко гнется и не деформируется. Отлично подходит для использования в автомобилестроении, медицине и приборостроении.

Полиамид и полистирол

Полиамид доступен в виде, как нити (гранул), так и порошка, спекаемого лазером. Список полиамидов обширен и включает в себя как самые простые пластики, так и специальные материалы, среди которых в 3D-печати используются:



- *стеклонаполненные* полиамиды, улучшающие физические свойства напечатанной модели;
- *угленаполненные* полиамиды, которые позволяют уменьшить вес конструкции, сохраняя при этом физико-механические свойства изделия;
- *металлонаполненные* полиамиды, необходимые в качестве барьерных материалов, например, при экранировании радиации.

Этот вид материалов для трехмерной печати задействован в таких областях, как машиностроение, аэрокосмическая отрасль, производство потребительских товаров и дизайн.

Полиамиды используются для изготовления конечных изделий, функционального тестирования и мелкосерийного производства, обеспечивая стабильную производительность и повторяемость изделий. Они дают возможность создавать конечные изделия с уникальными свойствами за один производственный цикл без последующей логистики и сборки компонентов.

Технологии печати, в которых применяются полиамиды, – FDM и SLS.

Еще один порошковый материал, используемый в 3D-печати по технологии SLS, – полистирол. Он представляет собой узкоспециализированное решение для промышленного литья и служит для создания форм и моделей с максимально качественной поверхностью. Этот материал дает возможность печатать изделия с разной геометрией на единой платформе, а выращенная из полистирола модель выжигается с минимальной зольностью.

Фотополимеры

Фотополимерная смола – один из самых перспективных и активно использующихся в аддитивном производстве материалов. Ее главное преимущество – универсальность. Под воздействием ультрафиолетового света или лазера фотополи-

1

меры, изначально находящиеся в жидком состоянии, затвердевают и могут приобретать совершенно разные механические свойства и характеристики.

Жесткие, эластичные, ударопрочные термопластики, прозрачные, полупрозрачные или разноцветные материалы – учитывая такое разнообразие, сферы применения изделий из фотополимеров практически безграничны.

Преимущества фотополимера:

- Качество. Изделия из фотополимерной смолы получаются гладкие и детализированные.
- Точность. Напечатанные на фотополимерном 3D-принтере объекты сложной геометрии могут иметь очень тонкие части – до 0,025 мм на 25,4 мм детали.
- Стабильность. Готовые модели и прототипы отличаются превосходными физическими и механическими свойствами.
- Легкая обработка. Фотополимерные модели легко склеиваются, шлифуются, красятся и т.д. – с ними можно делать буквально всё что угодно.

Благодаря всем этим качествам предприятия авиационной, автомобильной, ювелирной промышленности, оборонного комплекса, машиностроения и других отраслей по достоинству оценили 3D-печать с использованием фотополимеров.

Прототипы деталей самолетов, новых разработок двигателей – всё это изготавливается быстро и просто, в зависимости от поставленных задач, по технологиям стереолитографии (SLA/DLP/LCD) или многоструйной печати (MJP). Свойства и качество напечатанных изделий, а также нюансы процесса печати зависят от особенностей каждого из вышеупомянутых аддитивных методов.

Металлические сплавы

Металл для аддитивных установок выпускается в виде мелкодисперсных сферических гранул с величиной зерна от 4 до 80 микрон.

Применяемая технология заключается в сплавлении металлических порошков при помощи иттербиевого лазера и носит название селективного лазерного плавления (SLM).

Сегодня доступно около 20 материалов из металла, и их число будет расти. Это не только стандартные сплавы, но и уникальные высокотехнологичные материалы, которые предприятие может заказать для решения конкретных задач.

Из металлических порошков изготавливаются функциональные детали и технические прототипы, штампы, прессовые вставки, элементы пресс-форм для литья и другие изделия. Напечатанная на металлических 3D-принтерах продукция находит применение в аэрокосмической, нефтегазовой,

автомобильной, пищевой промышленности, машиностроении, электронике, медицине.

Виды сплавов, используемых в 3D-печати:

- нержавеющие (17-4PH, AISI 410, AISI 304L, AISI 316L, AISI 904L);
- инструментальные (1.2343, 1.2367, 1.2709);
- никелевые (Inconel 625, Inconel 718);
- цветных металлов (CuSn6);
- кобальт-хром (CoCr);
- алюминиевые (AlSi12);
- титановые (Ti6Al4V, Ti6Al4V).

Главное преимущество селективного лазерного плавления – это возможность создавать изделия исключительно высокой плотности и точности. Плотность напечатанных деталей в 1,5 раза выше, чем при литье. Кроме того, из металлических порошков можно вырастить мельчайшие детали сложных форм и фактур. 3D-печать металлами позволяет сократить цикл изготовления и уменьшить производственные расходы.

Воск

Это незаменимый материал для создания высокоточных выплавляемых моделей. Основные отрасли применения 3D-печати воском – ювелирное дело и литейное производство.

Раньше создание восковок и мастер-моделей было трудоемкой задачей, решение которой включало несколько этапов. С появлением восковых 3D-принтеров эта технология постепенно уходит в прошлое.

Воск идеально подходит для печати в ювелирной отрасли благодаря своим свойствам – хорошей выплавляемости (при t от 60°C) и легкости в постобработке. Еще один плюс восковой 3D-печати заключается в том, что стандартными методами производства вы при всем желании не сможете изготовить два совершенно идентичных образца. А 3D-принтеру такая возможность доступна.

Пожалуй, единственный недостаток воска – его хрупкость. При создании мастер-моделей сложных форм с тонкими стенками постобработку следует выполнять аккуратно.

Восковые мастер-модели отличаются точностью и высоким качеством поверхности. 3D-печать воском основана на технологии многоструйной печати (MultiJet Printing, MJP).

Песок

Песок используется как расходный материал в 3D-принтерах на основе технологии Binder Jett. Основное назначение – создание высокоточных сложных форм для литья металлом. Выпускается в виде порошка, который в процессе печати послойно склеивается связующим агентом. Использование этого аддитивного метода для изготовления песчаных литейных форм дает сильное конкурентное преимущество компаниям различных отраслей, в том числе машиностроения и автомобильной промышленности.

К видам песка, применяемым в аддитивном производстве, относятся кварцевый, хромированный, керамический, циркониевый и др. Чаще всего для изготовления песчано-полимерных форм используют кварцевый песок. Связующим веществом при 3D-печати является фурановая смола, поэтому песчаную форму не требуется запекать – она сразу готова к литью.

Используя BJ-принтеры, предприятие сможет значительно сократить сроки и расходы на подготовку производства новых и серийных изделий и создавать сложные детали – как небольшие, так и крупногабаритные. Время, необходимое для изготовления форм и деталей, может быть сокращено на 75 % по сравнению с традиционным производством, поскольку изделие можно отливать сразу после 3D-печати формы.

Гипс

Гипс – материал в виде порошка, который используется в аддитивном производстве для создания:

- сувенирной продукции;
- моделей для презентаций;
- архитектурных и конструкторских макетов;
- дизайнерских арт-объектов;
- прототипов деталей.

Преимущества гипса – в простоте, эффективности и универсальности его использования в 3D-печати для изготовления различных изделий. Материал распределяется по поверхности рабочего стола, сверху наносится клеящее средство, после чего снова наносится тонкий слой гипсового порошка. Напечатанные на 3D-принтере гипсовые изделия могут иметь любые цвета:

белый, синий, красный, фиолетовый и т.д. Цветовой спектр в отдельных принтерах достигает 6 миллионов оттенков.

Гипсовая печать выполняется по технологии ColorJet Printing (CJP). Максимальный на сегодня размер камеры построения аддитивной установки – 508381229 мм (в профессиональном 3D-принтере ProJet 860 Pro компании 3D Systems). При этом изделия из гипса можно склеивать между собой, тем самым получая изделия гораздо большего размера, чем предусматривает камера построения.

Лабораторная работа № 3. Технологии 3D-ne4amu

Цель работы: изучить основные современные технологии 3D-ne4amu, их преимущества и недостатки.

Сегодня можно говорить о существовании широкого спектра различных технологий 3D-печати. Более того, при профессиональных обсуждениях периодически упоминаются разработки все новых технологий, а на профильных выставках демонстрируются новые машины (пусть до промышленного применения добираются и не все из них). Далее рассмотрим самые распространенные и коммерчески востребованные процессы 3D-печати.

Fused Deposition Modelling (FDM) - метод послойного наплавления. Технология основана на печати методом послойного нанесения расплавленного пластика с помощью экструдера. Пластик подается в экструдер с разматываемой катушки в виде тонкой нити. Материалы: ABS- и PLA-пластики. Применение: простейшие прототипы и функциональные изделия из пластика.

Stereolithography (SLA), Digital Light Processing (DLP) - стереолитография. В данной технологии жидкий фотополимерный пластик слой за слоем затвердевает под воздействием ультрафиолетового лазера (SLA) либо светодиодного проектора (DLP). Качество поверхности и детализация выращенных моделей отвечает самым высоким требованиям. Материалы: фотополимерные пластики. В качестве материала поддержки используется сам фотополимер, поддержки удаляются механически. После печати и удаления поддержек деталь необходимо выдержать в ультрафиолетовой печи для достижения окончательной полимеризации пластика. Применение: печать высококачественных и детализированных прототипов, печать моделей для литья по выжигаемым моделям.

Multi-Jet Modeling (MJM) - многоструйное моделирование. Технология многоструйного моделирования подразумевает использование жидкого фотополимера, который наносится на рабочую платформу печатающей головкой через большое количество форсунок и послойно отверждается ультрафиолетовым проектором. Материалы: фотополимерные пластики, воск. В качестве поддержки используется воск, вымываемый теплой водой или выплавляемый в печи. Применение: печать высококачественных и детализированных прототипов, печать моделей для литья по выжигаемым и выплавляемым моделям.

ColorJet Printing (CJP) - цветное склеивание порошкового материала. Технология основана на послойном склеивании порошкового материала. Мелкозернистый гипсовый порошок раскатывается ракелем или роликом по рабочей поверхности. Склеивание в цельную деталь осуществляется выборочным нанесением на слой гипса специального связующего вещества с красящими добавками. Используется мелкозернистый порошок на гипсовой основе и связующее вещество различных цветов. Детали, полученные по данной технологии, являются цветными и могут использоваться как демонстрационные и выставочные образцы продукции. Материал: гипс. Поддержки как таковые отсутствуют, в качестве поддержки выступает несклеенный порошок.

Selective Laser Sintering (SLS) - селективное лазерное спекание. Суть технологии заключается в последовательном спекании слоев порошкообразного пластика с помощью лазеров высокой мощности. Порошок разравнивается ракелем по рабочей поверхности, после этого лазерный луч с помощью импульсного излучения заштриховывает соответствующий контур детали. Под воздействием высокоэнергетического лазерного луча шаровидные гранулы порошкового пластика спекаются между собой, образуя цельную деталь. Материалы: широкий спектр порошковых пластиков, керамика. Поддержки отсутствуют, в качестве поддержек выступает неспеченный порошок. Применение: печать прототипов, создание конечных изделий сложной геометрии, легковесных конструкций, производство функционально интегрированных деталей.

Selective Laser Melting (SLM) - селективное лазерное плавление. В данной технологии слои мелкозернистого металлического порошка под воздействием сверхмощного лазера сплавляются (спекаются) в среде инертного газа в цельнометаллические изделия. Металлический порошок разравнивается ракелем по рабочему пространству, затем контур детали заштриховывается импульсным лазером высокой мощности. Сферические гранулы металлического порошка сплавляются в цельнометаллическое изделие. Материалы: алюминий, титан, конструкционная сталь, нержавеющая сталь, никель, сплав «кобальт - хром». Поддержкой выступает несплавленный металлический порошок, но зачастую рекомендуется дополнительно моделировать поддержки для организации теплоотвода с целью снижения температурных деформаций детали. Применение: конечные изделия сложной геометрии, функциональная интеграция деталей, изготовление форм для литья пластиков. В зависимости от производителя оборудования данная технология также может носить название Direct Metal Printing (DMP) и Direct Metal Laser Sintering (DMLS).

Завершая обзор существующих технологий, хочется отметить, что сильные стороны аддитивного производства конечных изделий лежат в тех областях, где традиционное производство ограничено теми или иными барьерами, например, сложной формой детали, высоким весом или высокой стоимостью. Также 3D-печать является наиболее оптимальным способом сокращения времени разработки изделий за счет быстрого создания прототипов деталей и узлов. Помимо этого, аддитивные технологии незаменимы для бы-

строго и высокоточного создания литьевых форм и моделей.

Преимущества использования аддитивных технологий производства: изготовление изделия сложной геометрии;

- изготовление легковесных конструкций;
- изготовление бионических конструкций;
- выпуск изделий под конкретные требования заказчика;
- проведение функциональной интеграции изделий;
- создание форм и моделей для литья металла;
- сокращение времени разработки изделий за счет быстрого прототипирования;
- снижение производственных издержек.

Задание

По изученному материалу предоставить краткий отчет по основным технологиям, а также подготовить компьютерную модель образца детали, выданной преподавателем. Модель выполнить в САПР NX, Solidworks или Комиас-3Э и сохранить в формате STL для последующей передачи в постпроцессор для вывода управляющей программы.

Контрольные вопросы

1 Перечислите основные технологии для 3D-печати.

2 Выделите основные преимущества каждой из технологий.

3 Выделите недостатки каждой технологии.

Лабораторная работа № 4. Технологии оптического3D-сканирования

Цель работы: изучить основные технологии оптического 3D-сканирования.

Неотъемлемой составляющей развития аддитивных технологий являются технологии создания цифровых моделей физических объектов. Оптическое 3D- сканирование объектов - процесс получения компьютерной модели на основе геометрии исследуемого изделия. Данные технологии используются для метрологического контроля изделий, изготовленных как традиционным методом, так и с помощью аддитивных технологий. 3D-сканер позволяет сравнивать цифровую модель, полученную с помощью сканирования, и CAD- модель, на базе которой на ЧПУ или на 3D-принтере была изготовлена данная деталь. Также технологии сканирования физических объектов востребованы для реверс-инжиниринга, когда стоит задача разработать точную копию физического объекта. CAD-модель, полученная методом 3D-сканирования, позволяет измерять любые геометрические параметры изделий с помощью компьютерных алгоритмов, а также может быть использована для изготовления копии детали на 3D-принтере. Точность сканирования объектов составляет десятки микрон, что позволяет использовать технологии

3D-сканирования в машиностроении, автомобилестроении, приборостроении, на предприятиях аэрокосмической отрасли, а также в опытно-конструкторских бюро, НИИ и лабораториях.

Современные 3D-сканеры представляют собой высокотехнологичные устройства, основным назначением которых является создание трехмерных моделей различного рода физических объектов. Рассмотрим сканеры оптического типа, которые используются во многих профессиональных сферах и обладают массой уникальных возможностей.

Принцип работы оптических 3D-сканеров прост (рисунок 4). Процесс сканирования заключается в подсвечивании объектов создаваемым проектором структурированным светом и съемке отраженного света с определенных ракурсов. Объект сканирования засвечивают световой полоской или паттерном - эталонным монохромным рисунком. Перерабатывая отраженный сигнал и высчитывая расположение точек его поверхности на основе разницы между спроецированным и отраженным изображением, компьютер получает информацию для построения 3D-модели.

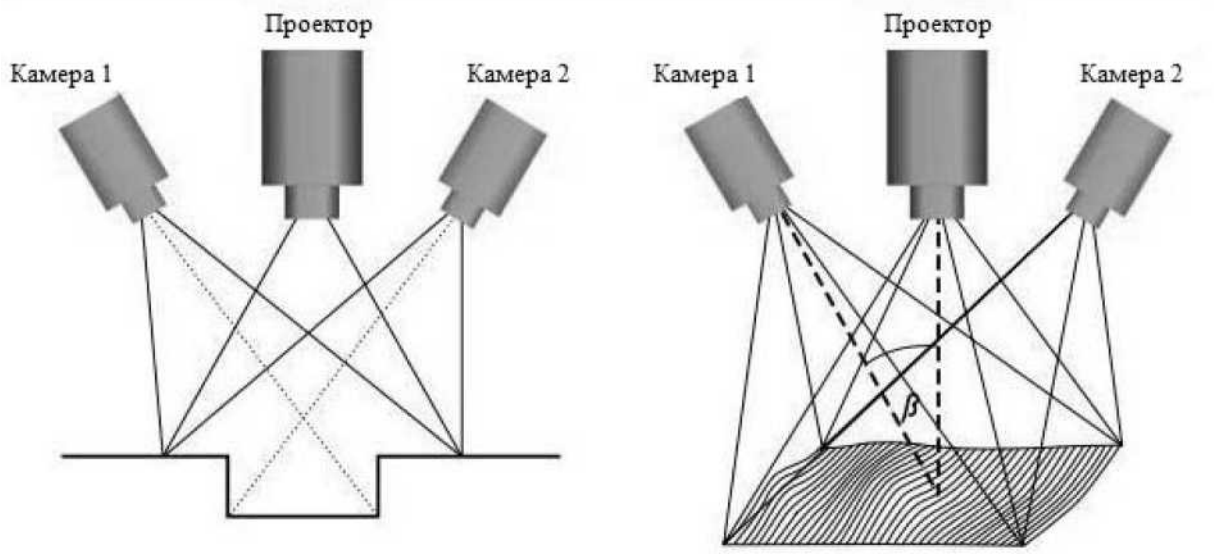


Рисунок 4 - Принцип работы оптического 3П-сканера

Все сканеры оптического типа делятся на ручные, настольные и напольные. Отдельные модели оснащены функцией цветного сканирования. Перейдем от теории к практике.

Реализованные возможности 3D-ne4amu хорошо демонстрирует примерный спектр применения этих технологий.

Авиационное подразделение General Electric - GE Aviation совместно с французским производителем авиационных двигателей Snecma разработало оптимизированную конструкцию топливной форсунки и изготовило методом аддитивных технологий 19 форсунок для установки в камеру сгорания на новый реактивный двигатель LEAP. Новое поколение пассажирских реактивных самолетов A320neo Airbus будет оснащено подобными типами двигателей. В 2015 г. в Тулузе успешно осуществлен первый полет опытного образца воздушного судна с двигателями LEAP. С 2016 г. GE Aviation намерено

выпускать подобные двигатели на коммерческой основе. Каждая топливная форсунка изготавливается аддитивным методом как единое изделие, что позволяет избежать сложной мехобработки и последующей сборки деталей. Также напечатанные форсунки могут выдерживать температуры до 2400 °C внутри камеры сгорания. Детали, изготовленные традиционным способом, теряют свои механические свойства при таких значениях температуры. Другими преимуществами перехода на аддитивный метод производства топливных форсунок стали:

- более низкие весовые характеристики (вес детали снижен на 25 %);
- упрощенная конструкция (18 деталей, необходимых для изготовления топливной форсунки традиционным методом, функционально интегрированы в одну);
- доступны новые элементы топологии детали (более сложные внутренние каналы охлаждения и прочностные элементы конструкции позволяют в 5 раз увеличить прочностные характеристики форсунок).

В сферу инжиниринговых услуг по переходу предприятий на цифровое производство также можно включить работы по оптимизации топологии изделий под 3D-печать и подготовку послойных STL-моделей к печати. Оптимизация топологии подразумевает изменение внутренней топологии деталей, снижение весовых характеристик и повышение их функциональности при сохранении прочностных и габаритных параметров. Оптимизация топологии необходима при решении задач перехода от традиционных методов изготовления деталей и узлов к цифровому производству. Подготовка STL-моделей к печати включает в себя выбор оптимальной ориентации модели на рабочей платформе и моделирование вспомогательных элементов конструкции для отвода тепла в процессе лазерного плавления металлических порошков.

Аддитивные технологии производства в первую очередь ориентированы на создание деталей сложной геометрии, функциональную интеграцию изделий либо на ограниченные тиражи продукции. Следует упомянуть и о технологических ограничениях на использование материала в процессах лазерного спекания и плавления - материал должен быть доступен в порошковой форме. Тем более, что имеются ограничения на использование аддитивных технологий в производстве. Это прежде всего высокая стоимость изготовления средних и больших тиражей деталей, а также ограниченный спектр материалов, которые доступны в порошковой форме.

Учитывая большое количество технологий 3D-ne4amu (со своими преимуществами и недостатками), сложно обобщить все факторы, влияющие на экологию при использовании аддитивных технологий производства, и сравнить их с традиционными технологиями. Но можно однозначно говорить, что общей характеристикой всех процессов промышленной 3D-печати является снижение расходного материала - при изготовлении аддитивным методом на деталь тратится существенно меньше материала, чем при изготовлении ее по традиционным субтрактивным технологиям. В дальнейшем к экологическим

преимуществам можно будет отнести снижение расхода топлива при доставке товаров - вместо отправки набора пластиковых деталей с фабрики изготовителя заказчик сможет распечатать их на 3D-nринтере. Для объективности надо заметить, что использование аддитивных технологий достаточно энергоемко. О лобби производителей традиционного оборудования ничего неизвестно, поскольку аддитивные технологии не являются конкурентом и полноценной заменой традиционным технологиям в широком спектре задач. Например, сферы применения термопласт-автомата и 3D-nринтера для печати пластиковых изделий различны. Так же как и металлический 3D-nринтер и мехобрабатывающий станок с ЧПУ не взаимозаменяемы.

Задание

Согласно пройденному материалу выбрать несколько деталей из предложенных преподавателем для дальнейшей обработки при помощи 3D-сканера. По полученному результату привести сравнительный анализ отсканированной модели с оригиналом. Для этого необходимо построить 3D-модель исследуемой детали и произвести геометрическое сравнение ее в среде САПР с отсканированной.

Контрольные вопросы

1 Опишите принцип работы 3D-сканера.
2 Преимущества и недостатки сканеров.
3 Сферы применения 3D-сканеров.

Инструкция по охране труда при работе с 3D-nрuHmepoM

Общие требования безопасности

1 К самостоятельной работе с 3D-nрuHТepoM допускаются лица, изучившие настоящую инструкцию при работе на 3D-принтере.

2 Во время работы на 3D-принтере на человека влияют следующие опасные и вредные факторы:

- испарения пластика;
- температура;
- шум.

3 При работе на 3D-принтере не допускается расположение рабочего места в помещениях без наличия естественной или искусственной вентиляции.

4 Для защиты пластика на катушке от прямых солнечных лучей должны предусматриваться солнцезащитные устройства (шторы, пленка с металлизированным покрытием, регулируемые жалюзи с вертикальными панелями и др.).

5 В помещении кабинета и на рабочем месте необходимо поддерживать

чистоту и порядок, проводить систематическое проветривание.

6 Обо всех выявленных во время работы неисправностях оборудования следует доложить руководителю, в случае поломки необходимо остановить работу до устранения аварийных обстоятельств. При обнаружении возможной опасности предупредить окружающих и немедленно сообщить руководителю; содержать в чистоте рабочее место и не загромождать его посторонними предметами.

Требования безопасности перед началом работы

1 Осмотреть и убедиться в исправности оборудования, электропроводки. В случае обнаружения неисправностей к работе не приступать. Сообщить об этом руководителю и только после устранения неполадок и его разрешения приступить к работе.

2 Проверить наличие и надёжность защитного заземления оборудования.

3 Проверить состояние электрического шнура и вилки.

4 Проверить исправность выключателей и других органов управления 3D-принтером.

5 При выявлении любых неисправностей принтер не включать и немедленно поставить в известность руководителя об этом.

6 Тщательно проветрить помещение с 3D-принтером, убедиться, что микроклимат в помещении находится в допустимых пределах: температура воздуха в холодный период года - 22 С...24 °С, в теплый период года - 23 °С...25 °С, относительная влажность воздуха - 40 %...60 %.

Требования безопасности во время работы

1 Включать и выключать 3D-прuНТер следует только выключателями, запрещается проводить отключение вытаскиванием вилки из розетки.

2 Запрещается снимать защитные устройства с оборудования и работать без них, а также трогать нагретый экструдер и столик.

3 Не допускать к 3D-принтеру посторонних лиц, которые не участвуют в работе.

4 Запрещается перемещать и переносить 3D-принтер во время печати.

5 Запрещается во время работы 3D-принтера пить рядом какие-либо напитки, принимать пищу.

6 Запрещается любое физическое вмешательство во время работы 3D-принтера, за исключением экстренной остановки печати или аварийного выключения.

7 Запрещается оставлять включенное оборудование без присмотра.

8 Запрещается класть предметы на или в 3D-принтер.

9 Строго выполнять общие требования по электробезопасности и пожарной безопасности, требования данной инструкции по охране труда при

работе на 3D-принтере.

10 Самостоятельно разбирать и проводить ремонт 3D-принтера категорически запрещается.

11 Суммарное время непосредственной работы с 3D-принтером в течение рабочего дня должно быть не более шести часов.

Требования безопасности после окончания работы

12 Отключить 3D-принтер от электросети, для чего необходимо отключить тумблер на задней части, а потом вытащить штепсельную вилку из розетки.

13Снять и протереть столик 3D-принтера, остывший до комнатной температуры, чистой влажной тканью либо промыть проточной водой и вытереть насухо. Установить столик обратно.

14 Убрать рабочее место. Обрезки пластика и брак убрать в отдельный пакет для переработки.

15 Тщательно проветрить помещение с 3D-принтером.

Контрольная работа по обратному проектированию

Задание по обратному проектированию:

Изучить оборудование 3D сканирования в аддитивном производстве.

Задание: описать виды 3D сканнеров. Расходные материалы. Правила эксплуатации и обслуживания. Особенности проектирования. Создать 3D файл с использованием 3D сканнера по заданной физической модели. Провести обратное проектирование предложенной преподавателем детали.

Список литературы

1 **Шишковский, И. В.** Основы аддитивных технологий высокого разрешения / И. В. Шишковский. - Санкт-Петербург: Из-во Питер, 2016. - 400 с.

2 **Зленко, М. А.** Аддитивные технологии в машиностроении / М. А. Зленко - Москва: НАМИ, 2015. - 342 с.

3 Лазерные аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие / Под ред. А. Г. Григорьянц. - Москва: ИНФРА-М, 2018. - 280 с.

4 **Тарасова, Т. В.** Аддитивное производство: учебное пособие / Т. В. Тарасова. - Москва: ИНФРА-М, 2019. - 196 с.

5 **Берлинер, Э. М.** САПР в машиностроении: учебник для вузов / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. - Москва: Форум, 2011. - 448 с.

6 Основы автоматизированного проектирования: учебник / Под ред. А. П. Карпенко. - Москва: ИНФРА-М, 2017. - 329 с.

7 **Шишов, О. В.** Современные технологии и технические средства информатизации: учебник / О. В. Шишов. - Москва: ИНФРА-М, 2017. - 462 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ГМК
(протокол № 1 от 04.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Ю. А. Лагунова

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.01 ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОТОТИПОВ

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

год набора: 2026

Авторы: Хорошавин С. А., канд. техн. наук, доцент; Лагунова Ю. А., д-р техн. наук, профессор

Екатеринбург

Введение

Цель дисциплины (модуля): формирование научного и практического представления о технике и технологии создания прототипов, овладение навыками создания новых изделий и механизмов техники или модернизации существующих аналогов.

Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины (модуля):

профессиональные

- изготовление прототипов (ПК-1.9);
- командная работа на производстве (ПК-1.10);

Результат изучения дисциплины (модуля):

Знать:

- основы трехмерного моделирования;
- основные инструменты редакторов трехмерного моделирования;
- способы формирования трехмерных объектов;
- виды материалов для прототипирования;
- принцип работы 3D-принтеров для прототипирования;
- способы и механизмы для преобразования движений;
- физико-технические эффекты, влияющие на решение конструкторских задач;
- особенности функционального конструирования;
- основные показатели технологичности конструкции, качественные и количественные методы оценки технологичности;
- требования ЕСКД.

Уметь:

- разрабатывать 3D модель объекта для будущих прототипов;
- выявлять основные элементы изделия для последующего разбиения изделия на слои;
- производить наладку 3D принтера;
- использовать технологии прототипирования для производства деталей и изделий;
- преобразовывать данные САПР в STL/AMF форматы, то есть передавать STL/AMF файлы на машины АП и вести их обработку;
- производить настройку машины, построение изделия; извлечение и очистку изделия; постобработку изделия.

Владеть:

- навыками 3D моделирования объекта для прототипирования;
- основами трехмерного моделирования;
- технологией прототипирования при изготовлении деталей и изделий;
- принципами работы аддитивных технологий, др. видами производства прототипов;
- методиками проектных и проверочных инженерных расчетов конструкций узлов технологических машин на прочность;
- навыками разработки рабочей проектной и технической документации, в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами, оформления законченных проектно-конструкторских работ.

1. ПОВТОРЕНИЕ ЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1: Введение. Общие приемы и методы изготовления деталей (прототипов).

Разработка концепции машин и устройств. Этапы и методы разработки концепции. Алгоритмические методы проектирования. Эвристические методы проектирования. Принятие решений при проектировании.

Тема 2: Основные технологии 3D печати. Аддитивные технологии.

Композиция – декомпозиция. Объединение – Дробление. Накапливание - Расходование. Преобразование – Восстановление. Колебание – Выравнивание. Управление - Неуправление. Концентрирование. Пропускание – Изолирование. Испускание – Поглощение. Сжатие – Разрежение. Фиксирование - Расфиксирование.

Соединение приводов. Последовательное соединение. Независимое параллельное соединение двигателя. Управление энергетическим потоком. Различные способы и механизмы для преобразования движений. Суммирование, реверсирование, прерывание, синхронизация движений. Преобразование движений.

Тема 3: Изучения различных кинематических решений в принтерах технологии FDM.

Центробежные силы. Инерция. Клин. Рычаг. Эксцентрик. Гидростатический эффект. Упругость. Сила тяжести. Теплопроводность материалов. Колебание. Трение. Закономерности истечения. Тепловое расширение материалов. Давление – Разрежение. Электромагнитные явления. Ферромагнитные частицы. Магнитострикция, пьезоэффект. Закон Гука. Тензометрия. Удар. Фазовое и псевдофазовое превращения. Лазер. Капилляр. Эффект струны. Эффект «память формы». Избирательный перенос при трении. Внутреннее трение. Ультразвуковое диспергирование.

Тема 4: Создание моделей в Компас 3D.

Схемы движений. Компоновка горной машины. Рациональная силовая схема. Разработка технического задания на проектирование. Формулировка задачи. Разработка технических требований с ограничениями. Основные показатели. Состав требований.

Тема 5: Запуск готовой модели на печать.

Обеспечение компактности конструкции. Совмещение различных функций. Выборка зазоров в кинематических цепях. Компенсация упругих деформаций деталей. Приводы перемещений узлов. Создание оригинальной конструкции. Морфологический анализ. Составление морфологической карты. Учет «мелочей» при конструировании. Учет ошибок конструирования. Метод анализа ошибок.

Тема 6: Фрезерная обработка как основной тип механообработки деталей прототипов

Явные и неявные ошибки. Ошибки функционирования. Ошибки формообразования. Кинематические ошибки. Ошибки компоновки. Конструкции механизмов, в которых не в полной мере учтены условия эксплуатации. Нерациональное восприятие нагрузок. Погрешности изготовления и сборки. Нерациональные конструкции. Недостатки оформления чертежей.

Тема 7: Программирование

Изменение формы. Изменение вида рабочих поверхностей. Изменение положения элементов. Преобразование структуры. Изменение связей. Преобразование в пространстве, во времени, преобразование движения и силы. Изменение материала. Использование аналогий. Использование инверсии. Совмещение функций.

Тема 8: Фрезеровка деталей. Основные элементы различных фрезерных станков

Функциональная целесообразность конструкции горной машины. Варианты конструкций. Расчетно-логический анализ по основным показателям работоспособности конструкции. Прямая и многокритериальная оптимизация. Качественные критерии работоспособности конструкции. Использование личного опыта и интуиции конструктора. Компромиссы при конструировании. Надежность, технологичность конструкции. Выход из тупи-

ковых ситуаций. «Парадоксы» конструкций. Конструктивный ряд. Типовые конструкции и модульный принцип конструирования. Конструкционный модуль. Конструирование с использованием каталогов. Конструирование с использованием аналогов.

Тема 9: Лазерная резка деталей.

Основные этапы создания машин. Проектирование. Конструирование. Технологическая подготовка производства. Изготовление и испытание опытных образцов. Освоение серийного производства. Показатели функционирования, надежности, эргономичности, эстетичности, технологичности, ресурсопотребления, безопасности, экологичности, конкурентоспособности. Конструирование и силовые схемы. Силы, действующие в конструкциях. Факторы, влияющие на выбор рациональной силовой схемы. Рациональное нагружение деталей. Избыточные и недостающие связи в конструкциях.

Тема 10: Основные элементы лазерной резки. Подготовка моделей для резки

3. ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

Задание № 1

3.1.1. Выполнить макет шпоночного соединения

Шпоночные соединения — соединение охватывающей и охватываемой детали для передачи крутящего момента с помощью шпонки. Шпоночное соединение позволяет обеспечить подвижное соединение вдоль продольной оси.

Техническое задание

1. Сконструировать и изготовить макет шпоночного соединения (Рис. 1).
2. Выполнить чертеж макета шпоночного соединения согласно ГОСТ.
3. Макет должен зажимать вал диаметром, согласно выданному преподавателем варианту

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
$d_{вала}$=15 мм	$d_{вала}$=20 мм	$d_{вала}$=25 мм	$d_{вала}$=28 мм	$d_{вала}$=30 мм

4. В макете необходимо предусмотреть шпоночный паз шириной не менее 5 мм и длиной не менее 15 мм.
5. Форму охватывающей детали можно выполнить произвольно, но форма охватывающей поверхности должна обеспечивать люфт не более 1 мм.
6. После сборки соединения должно обеспечиваться осевое перемещение охватывающей детали с суммарным зазором (люфтом) не более 1мм;
7. Постобработку не производить.

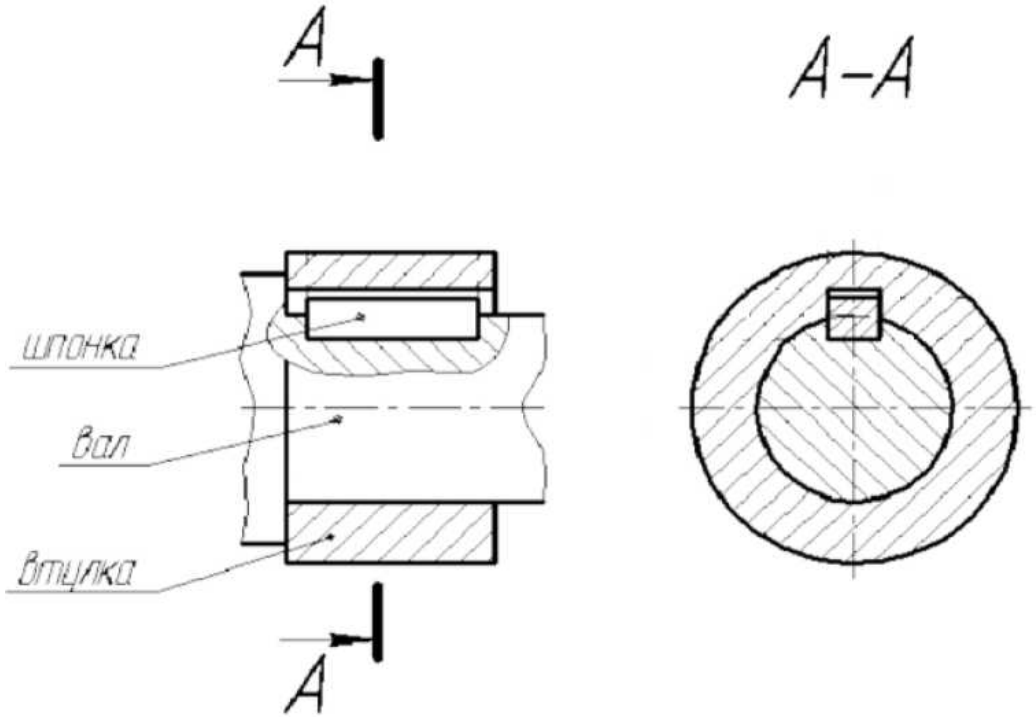


Рис. 1. Пример шпоночного соединения

Порядок выполнения работы:

1. В соответствии с заданием, разработать 3D-модель изделия «Макет шпоночного соединения» в CAD-системе, например:
   a) Компас 3D;
   b) FreeCad и др.

2. Модель **сохранить в формате по умолчанию** для членов жюри под номером участника.
3. Выполнить в CAD-системе чертеж макета соединения согласно ГОСТ. Чертеж **сохранить в формате .jpeg или .pdf** для членов жюри под номером участника.
4. Экспортировать (преобразовать) итоговый результат в формат для 3D- печати - .stl. Перенести файл на флэш-накопителе в CAM-программу управления 3В-принтером:
   a) Blender;
   b) 3D Builder;
   c) GoogleSketchUp;
   d) Maya;
   e) Cura;
   f) Tinkercad;
   g) Sketchup и др.
5. Модель **сохранить в формате .stl** для членов жюри под номером участника.
6. Открыть .stl файл изделия «Макет шпоночного соединения» в программе управления 3D-принтером. Выбрать оптимальные настройки печати: экструдер (если их несколько), скорость печати, заполнение.
7. **Сохранить снимок экрана** с настройками для печати **в формате .jpeg** для членов жюри под номером участника.
8. **Напечатать модель** и сдать преподавателям.

Рекомендации по изготовлению процесса печати на 3D принтере:

a. При разработке любой 3D-модели в программе следует размещать деталь на ее наибольшем из плоских оснований, поскольку принтер наращивает модель снизу вверх.

b. Не допускается отсутствие целостности сетки модели, рваная топология. Модель, состоящая из нескольких объектов, должна быть соединена в общую топологическую сетку, путем применения булеиновых операций или инструментов ретопологии, встроенных в программы 3В-моделирования.

c. Расположение частей модели не должно противоречить законам физики. 3Б-принтер не способен корректно распечатать абсолютно любую модель, и чем понятнее форма, тем ближе к задуманному будет результат печати.

d. Не допускается чрезмерная или недостаточная детализация модели. Следует учитывать, что при масштабировании модели часть деталей может быть утрачена ввиду технических возможностей принтера.

e. Не допускаются полностью пустотелые модели. У всех элементов

модели должна быть толщина стенки, либо оно должны быть замкнуты. Модели должны быть твердотелыми или с заполнением от 10 %.

f. Не допускается наложение и взаимопроникновение полигонов друг в
друга. В случае необходимости подобных решений следует использовать изменение структурной сетки (см. п. а))

g. Не допускается отсутствие касательных граней и поверхностей - расположенные слишком близко границы слипнутся ввиду технологических особенностей печати. Следует соблюдать дистанцию минимум 100 микрон (1 мкм = 0,001 мм = 0,0001 см).

№ п/п	Критерии оценивания	Баллы	Баллы по факту
1.	**Работа в CAD-системе**	**10**	
	Знание работы в CAD-системе (степень самостоятельности изготовления модели): - требуется постоянная помощь при работе с графическим редактором (0 балла), - испытывает затруднения при работе с графическим редактором, но после объяснения самостоятельно выполняет работу (2 балла); - самостоятельно выполняет все операции при изготовлении модели (5 баллов).	5	
	Технологичность (последовательность) моделирования объекта	2	
	Осознанность выполнения работы (конфигурации)	3	
2.	**Работа на 3D-принтере**	**5**	
	- Не печатал совсем (0 баллов); - Напечатал, но с отклонениями (2 балла); - правильно выбрал настройки печати, распечатал в соответствии с чертежом: (5 баллов).	5	
3.	**Оценка готовой модели**	**8**	
	Качество изделия. Соответствие чертежу. Модель требует серьёзной доработки (1 балл), Модель требует незначительной корректировки (2 балла); Модель не требует доработки - законченная модель) (4 балла).	4	
	Творческий подход	2	
	Рациональность действий в моделировании и прототипировании изделия	2	
4.	**Время изготовления - до 90 мин. (с одним перерывом 10 мин.).**	**2**	
5.	**Выполнение чертежа согласно ГОСТ**	**5**	
	Итого:	**30**	

3.1.2. Выполнить макет штифтового соединения

Штифтовые соединения предназначены для точного взаимного фиксирования деталей, а также для передачи небольших нагрузок. Штифтовое со-

единение относится к разъемным соединениям.

Штифтовое соединение образуется совместным сверлением соединяемых деталей и установкой в отверстия с натягом специальных цилиндрических или конических штифтов.

Техническое задание:

1. Сконструировать и изготовить макет штифтового соединения (Рис. 2).
2. Выполнить чертеж макета штифтового соединения согласно ГОСТ.
3. Диаметр вала согласно заданному варианту

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
25 мм	30 мм	35 мм	40 мм	45 м

4. Диаметр штифта согласно заданному варианту

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
4 мм	5 мм	6 мм	7 мм	8 мм

5. Макет должен собираться в прочное соединение;
6. Постобработку не производить.

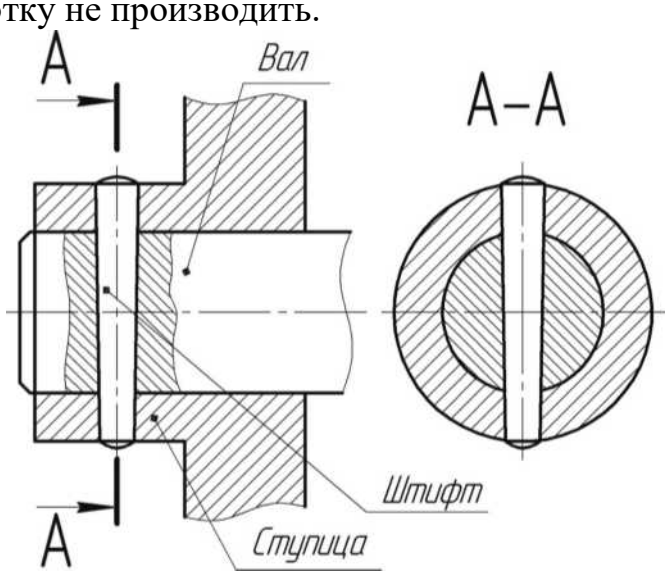


Рис. 2 Пример штифтового соединения

Порядок выполнения работы:

1. В соответствии с заданием, разработать 3D-модель изделия «Макет штифтового соединения» в CAD-системе, например:
   a. Компас 3D;
   b. FreeCad и др.
2. Модель **сохранить в формате по умолчанию** для членов жюри под номером участника.
3. Выполнить в CAD-системе чертеж макета штифтового соединения согласно ГОСТ. Чертеж **сохранить в формате .jpeg или .pdf** для членов жюри под номером участника.
4. Экспортировать (преобразовать) итоговый результат в формат для 3D- печати - .stl. Перенести файл на флэш-накопителе в CAM-программу управления 3В-принтером:

a) Blender;
b) 3D Builder;
c) GoogleSketchUp;
d) Maya;
e) Cura;
f) Tinkercad;
g) Sketchup и др.

5. Модель **сохранить в формате .stl** для членов жюри под номером участника.

6. Открыть .stl файл изделия «Макет штифтового соединения» в программе управления 3D-принтером. Выбрать оптимальные настройки печати: экструдер (если их несколько), скорость печати, заполнение.

7. **Сохранить снимок экрана** с настройками для печати **в формате .jpeg** для членов жюри под номером участника.

8. **Напечатать модель** и сдать членам жюри.

Рекомендации по изготовлению процесса печати на 3D принтере:

a. При разработке любой 3D-модели в программе следует размещать деталь на ее наибольшем из плоских оснований, поскольку принтер наращивает модель снизу вверх.

b. Не допускается отсутствие целостности сетки модели, рваная топология. Модель, состоящая из нескольких объектов, должна быть соединена в общую топологическую сетку, путем применения булеиновых операций или инструментов ретопологии, встроенных в программы 3В-моделирования.

c. Расположение частей модели не должно противоречить законам физики. 3В-принтер не способен корректно распечатать абсолютно любую модель, и чем понятнее форма, тем ближе к задуманному будет результат печати.

d. Не допускается чрезмерная или недостаточная детализация модели. Следует учитывать, что при масштабировании модели часть деталей может быть утрачена ввиду технических возможностей принтера.

e. Не допускаются полностью пустотелые модели. У всех элементов модели должна быть толщина стенки, либо оно должны быть замкнуты. Модели должны быть твердотелыми или с заполнением от 10%.

f. Не допускается наложение и взаимопроникновение полигонов друг в друга. В случае необходимости подобных решений следует использовать изменение структурной сетки (см. п. a).

g. Не допускается отсутствие касательных граней и поверхностей - расположенные слишком близко границы слипнутся ввиду технологических особенностей печати. Следует соблюдать дистанцию минимум 100 микрон (1 мкм = 0,001 мм = 0,0001 см)

№ п/п	Критерии оценивания	Баллы	Баллы по факту
1.	**Работа в CAD-системе**	**10**	

	Знание работы в CAD-системе (степень самостоятельности изготовления модели): - требуется постоянная помощь при работе с графическим редактором (0 балла), - испытывает затруднения при работе с графическим редактором, но после объяснения самостоятельно выполняет работу (2 балла); - самостоятельно выполняет все операции при изготовлении модели (5 баллов).	5	
	Технологичность (последовательность) моделирования объекта	2	
	Осознанность выполнения работы (конфигурации)	3	
2.	**Работа на 3D-принтере**	**5**	
	- Не печатал совсем (0 баллов); - Напечатал, но с отклонениями (2 балла); - правильно выбрал настройки печати, распечатал в соответствии с чертежом: (5 баллов).	5	
3.	**Оценка готовой модели**	**8**	
	Качество изделия. Соответствие чертежу. Модель требует серьёзной доработки (1 балл), Модель требует незначительной корректировки (2 балла); Модель не требует доработки - законченная модель) (4 балла).	4	
	Творческий подход	2	
	Рациональность действий в моделировании и прототипировании изделия	2	
4.	**Время изготовления - до 90 мин. (с одним перерывом 10 мин.).**	**2**	
5.	**Выполнение чертежа согласно ГОСТ**	**5**	
	Итого:	**30**	

3.1.3. Выполнить макет шлицевого соединения

Шлицевое (зубчатое) соединение — соединение вала (охватываемой поверхности) и отверстия (охватывающей поверхности) с помощью шлицев (пазов) и зубьев (выступов), радиально расположенных на поверхности. Обладает большой прочностью, обеспечивает соосность вала и отверстия, с возможностью осевого перемещения детали вдоль оси.

Техническое задание:

1. Сконструировать и изготовить макет шлицевого соединения (Рис. 3).
2. Выполнить чертеж макета шлицевого соединения согласно ГОСТ.
3. Макет должен содержать вал диаметром от 15мм до 30мм.
4. В макете необходимо выполнить не менее 6 пар зуб/шлиц.
5. Высота зуба не менее 4мм.
6. После сборки соединения должно обеспечиваться осевое перемещение охватывающей детали с суммарным зазором (люфтом) не более 1мм;
7. Постобработку не производить.

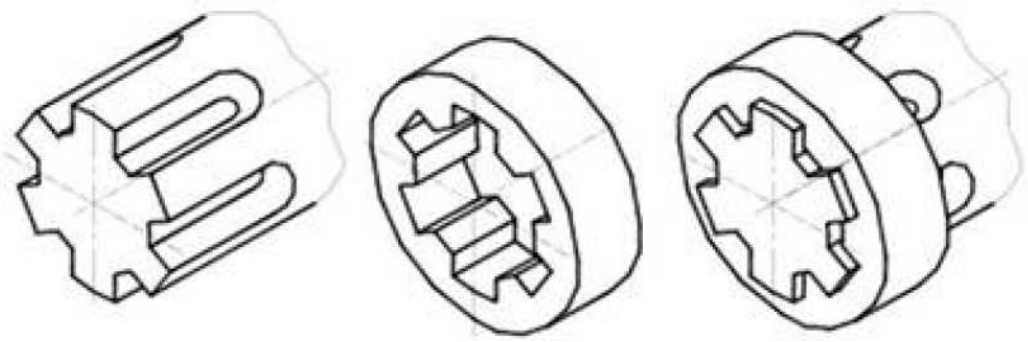


Рис. 3 Пример шлицевого соединения

Порядок выполнения работы:

1. В соответствии с заданием, разработать 3D-модель изделия «Макет шлицевого соединения» в CAD-системе, например:
   a. Компас 3D;
   b. FreeCad и др.
2. Модель **сохранить в формате по умолчанию** для членов жюри под номером участника.
3. Выполнить в CAD-системе чертеж макета шлицевого соединения согласно ГОСТ. Чертеж **сохранить в формате .jpeg или .pdf** для членов жюри под номером участника.
4. Экспортировать (преобразовать) итоговый результат в формат для 3D- печати - .stl. Перенести файл на флэш-накопителе в CAM-программу управления 3D-nринтером:
   a) Blender;
   b) 3D Builder;
   c) GoogleSketchUp;
   d) Maya;
   e) Cura;
   f) Tinkercad;
   g) Sketchup и др.
5. Модель **сохранить в формате .stl** для членов жюри под номером участника.
6. Открыть .stl файл изделия «Макет шлицевого соединения» в программе управления 3D-nриНТероМ. Выбрать оптимальные настройки печати: экструдер (если их несколько), скорость печати, заполнение.
7. **Сохранить снимок экрана** с настройками для печати **в формате .jpeg** для членов жюри под номером участника.
8. **Напечатать модель** и сдать членам жюри.

Рекомендации по изготовлению процесса печати на 3D принтере:

a. При разработке любой 3D-модели в программе следует размещать деталь на ее наибольшем из плоских оснований, поскольку принтер наращивает модель снизу вверх.

b. Не допускается отсутствие целостности сетки модели, рваная топология. Модель, состоящая из нескольких объектов, должна быть соединена

в общую топологическую сетку, путем применения булеиновых операций или инструментов ретопологии, встроенных в программы 3D-моделирования.

c. Расположение частей модели не должно противоречить законам физики. 3D-принтер не способен корректно распечатать абсолютно любую модель, и чем понятнее форма, тем ближе к задуманному будет результат печати.

d. Не допускается чрезмерная или недостаточная детализация модели. Следует учитывать, что при масштабировании модели часть деталей может быть утрачена ввиду технических возможностей принтера.

e. Не допускаются полностью пустотелые модели. У всех элементов модели должна быть толщина стенки, либо оно должны быть замкнуты. Модели должны быть твердотелыми или с заполнением от 10%.

f. Не допускается наложение и взаимопроникновение полигонов друг в друга. В случае необходимости подобных решений следует использовать изменение структурной сетки (см. п. a).

g. Не допускается отсутствие касательных граней и поверхностей - расположенные слишком близко границы слипнутся ввиду технологических особенностей печати. Следует соблюдать дистанцию минимум 100 микрон (1 мкм = 0,001 мм = 0,0001 см).

№ п/п	Критерии оценивания	Баллы	Баллы по факту
1.	**Работа в CAD-системе**	**10**	
	Знание работы в CAD-системе (степень самостоятельности изготовления модели): - требуется постоянная помощь при работе с графическим редактором (0 балла), - испытывает затруднения при работе с графическим редактором, но после объяснения самостоятельно выполняет работу (2 балла); - самостоятельно выполняет все операции при изготовлении модели (5 баллов).	5	
	Технологичность (последовательность) моделирования объекта	2	
	Осознанность выполнения работы (конфигурации)	3	
2.	**Работа на 3D-принтере**	**5**	
	- Не печатал совсем (0 баллов); - Напечатал, но с отклонениями (2 балла); - правильно выбрал настройки печати, распечатал в соответствии с чертежом: (5 баллов).	5	
3.	**Оценка готовой модели**	**8**	
	Качество изделия. Соответствие чертежу. Модель требует серьёзной доработки (1 балл), Модель требует незначительной корректировки (2 балла); Модель не требует доработки - законченная модель) (4 балла).	4	
	Творческий подход	2	

	Рациональность действий в моделировании и прототипировании изделия	2	
4.	**Время изготовления - до 90 мин. (с одним перерывом 10 мин.).**	**2**	
5.	**Выполнение чертежа согласно ГОСТ**	**5**	
	Итого:	**30**	

Задание № 2

3.2.1. Выполнить 3D-моделирование детали «Вал», разработать рабочие чертежи

	Длина вала, мм	d_1 , мм	d_2/ d_4, мм	d_3/ d_5, мм
Вариант 1	200	80	60/60	40/40
Вариант 2	220	100	80/80	60/60
Вариант 3	240	100	80/60	60/40
Вариант 4	260	120	100/100	80/80
Вариант 5	280	120	100/80	80/60
Вариант 6	300	140	120/120	100/100
Вариант 7	320	150	130/120	110/100
Вариант 8	340	160	140/120	120/100
Вариант 9	360	180	160/160	140/140
Вариант 10	380	200	180/180	160/160

3.2.2. Выполнить 3D-моделирование детали «Колесо зубчатое», разработать рабочие чертежи

	Диаметр вала, мм	m , мм	z	B, мм
Вариант 1	80	1,25	20	50
Вариант 2	100	1,5	25	52
Вариант 3	100	2,0	25	56
Вариант 4	120	2,5	30	58
Вариант 5	120	1,25	32	60
Вариант 6	140	1,5	40	62
Вариант 7	150	2,0	46	64
Вариант 8	160	2,5	50	70
Вариант 9	180	2,0	56	72
Вариант 10	200	2,5	58	80

3.2.3. Выполнить 3D-моделирование детали «Крышка» (10 вариантов), разработать рабочие чертежи

	Диаметр, мм	Толщина, B, мм
Вариант 1	80	30
Вариант 2	100	32
Вариант 3	100	36
Вариант 4	120	38
Вариант 5	120	40
Вариант 6	140	42
Вариант 7	150	44
Вариант 8	160	50
Вариант 9	180	52

Вариант 10	200	58

4. Выполнить 3D-моделирование детали «Ручка» (варианты предложенные преподавателем), разработать рабочие чертежи.

5. Выполнить 3D-моделирование детали «Маслоуказатель» (варианты предложенные преподавателем), разработать рабочие чертежи;

6. Выполнить 3D-моделирование детали «Корпус редуктора» (варианты предложенные преподавателем), разработать рабочие чертежи;

7. Выполнить 3D-моделирование детали «Крышка редуктора» (варианты предложенные преподавателем), разработать рабочие чертежи;

8. Выполнить 3D-моделирование детали «Подшипник» (варианты предложенные преподавателем), разработать рабочие чертежи;

9. Выполнить 3D-моделирование детали «Вал-шестерня» (варианты предложенные преподавателем), разработать рабочие чертежи;

10. Выполнить 3D-моделирование детали «Червяк» (варианты предложенные преподавателем), разработать рабочие чертежи.

Задание № 3

1. Выполнить печать 3D-модели детали «Вал» (по вариантам задания 2);

2. Выполнить печать 3D-модели детали «Колесо зубчатое» (по вариантам задания 2);

3. Выполнить печать 3D-модели детали «Крышка» (по вариантам задания 2);

4. Выполнить печать 3D-модели детали «Ручка» (по вариантам задания 2);

5. Выполнить печать 3D-модели детали «Маслоуказатель» (по вариантам задания 2);

6. Выполнить печать 3D-модели детали «Корпус редуктора» (по вариантам задания 2);

7. Выполнить печать 3D-модели детали «Крышка редуктора» (по вариантам задания 2);

8. Выполнить печать 3D-модели детали «Подшипник» (по вариантам задания 2);

9. Выполнить печать 3D-модели детали «Вал-шестерня» (по вариантам задания 2);

10. Выполнить печать 3D-модели детали «Червяк» (по вариантам задания 2).

4. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1.Что такое проектирование изделий?
2.Как вы понимаете понятие конструирование изделий?
3.Какие основные этапы включает в себя разработка изделия?
4. Какие этапы включает в себя жизненный цикл изделий?
5. Какие основные работы, выполняемые в процессе проектирования и конструирования, Вы знаете?
6. Что вы понимаете под понятиями модель и 3D-модель?
7. Какие этапы включает в себя жизненный цикл изделий?
8.Для чего предназначена система автоматизированного проектирования «КОМПАС-3D»?
9. Какие компоненты включает в себя система автоматизированного проектирования «КОМПАС-3D»?
10. Какие форматы файлов используются в программе «КОМПАС-3D»?
11.Что такое аддитивные технологии производства?
12.Что является основными историческими предпосылками появления аддитивных технологий?
13.Какие основные критерии выбора аддитивных технологий вы знаете?
14.Как можно классифицировать аддитивные технологии производства?

15.Какое оборудование применяется для быстрого прототипирования с использованием аддитивных технологий?
16.Что такое 3D – принтер?
17.Назовите основные технологии 3D-печати.
18.В каких отраслях промышленности используются технологии быстрого прототипирования?
19.Расскажите об особенностях применения ABS-пластика и его технических характеристиках?
20.Расскажите об особенностях применения PLA-пластика и его технических характеристиках?
21.Что такое субтрактивные технологии производства?
22.Как можно классифицировать субтрактивных технологий производства?
3.Какое оборудование применяется для быстрого прототипирования с использованием субтрактивных технологий?
24.Что такое 3D-гравер?
25.Что такое 3D-фрезер?
26.Какие форматы файлов применяются при 3D-моделировании и 3D-фрезеровании?
27. Общие термины быстрого прототипирования?.
28. Преимущества и проблемы быстрого прототипирования?
29. Классификация методов, систем и установок быстрого прототипирования?
30. Каковы пути повышения точности воспроизведения моделей и качества поверхности?
31. CAD/CAM/CAE для систем быстрого прототипирования.
32. STL формат данных для быстрого прототипирования?
33. Проблемы STL формата.
34. Дизайн в быстром прототипировании.
35. Методики сканирования и последовательность построения годных и негодных ячеистых (мозаичных) моделей.
36. Точность и ошибки воспроизведения 3D изделий средствами САПР, оценка качества и вопросы стандартизации.
37. Методы быстрого прототипирования с участием жидкой фазы.
38. Твердофазные методы быстрого прототипирования.
39. Методы быстрого прототипирования на порошковой основе.
40. Субтрактивные технологии быстрого прототипирования.
41. Быстрая инструментовка.
42. Обратное проектирование.
43. Аддитивные технологии в индустрии, архитектуре, искусстве.
44. Биопрототипирование и медицинские приложения.
45. Типовой технологический процесс обработки детали с применением станков с ЧПУ
46. Особенности проектирования технологических процессов для автоматических линий.
47. Контроль технологических параметров.
48. Классификация сложнопрофильных деталей.
49. Функциональное назначение и области применения сложнопрофильных деталей.
50. Материалы сложнопрофильных деталей.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Никонов В. КОМПАС-3D: создание моделей и 3D-печать. СПб.: Питер, 2020.	10

	208 с.: ил. (Серия «Учебное пособие»).	
2	Канесса Э. Доступная 3D печать для науки, образования и устойчивого развития. 2013 г.	25
3	Лагунова Ю. А., Комиссаров А.П., Шестаков В.С. и др. Машиностроение. Энциклопедия. М.: Машиностроение. Горные машины. Т. IV-24, 2011. 496 с.	20
4	Должиков, В.П. Технологии наукоемких машиностроительных производств [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.П. Должиков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 304 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/81559	ЭОР
5	Черемисин, В. В. Дизайн-проектирование: генерация идеи, эскизирование, макетирование и визуализация: учебное пособие / В. В. Черемисин. — Тамбов: ТГУ им. Г.Р. Державина, 2020. — 116 с. — ISBN 978-5-00078-386-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/170368	ЭОР
6	Поляков А.Н. Основы быстрого прототипирования: учебное пособие/ А.Н.Поляков, А.И.Сердюк, К.С. Романенко, И.П.Никитина; Оренбург: ОГУ, 2014.-128 с. - Доступ из ЭБС «Университетская библиотека online» Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259324	ЭОР
7	Каменев С. В., Романенко К. С. Технологии аддитивного производства : учебное пособие /; Оренбургский государственный университет. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2017. – 145 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481769 . – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7410-1696-1. – Текст : электронный	ЭОР
8	Демидов А.В. Прототипирование деталей машин. Изд-во: Инфра-Инженерия, 2025	10

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ГМК
(протокол № 1 от 04.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Ю. А. Лагунова

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению самостоятельной, практической и курсовой работы

Б1.В.02 ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Форма обучения: ***очная, заочная, очно-заочная***

год набора: **2026**

Автор: Лагунова Ю. А., д.т.н., проф.

Екатеринбург

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Контрольная работа Изучение структуры технологического процесса ***по темам 1-3***

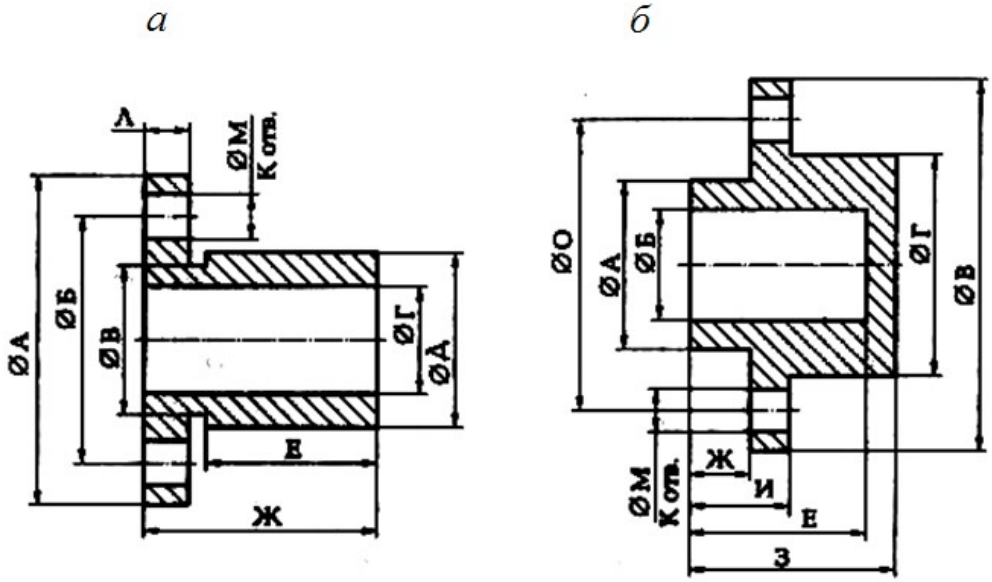


Рис. 1.1. Исходная информация для выполнения контрольной работы :
а – первая деталь; *б* – вторая деталь

Задание:

- выделить по прилагаемому к заданию чертежу детали (рис. 1.1, *б* и табл.1.1) основные операции механической обработки;
- по каждой операции назвать переходы, проходы, установы, позиции;
- показать операции с максимально возможной степенью дифференциации, когда каждая операция предельно проста, так как состоит из одного-двух простых переходов;
- показать одну операцию с максимально возможной степенью концентрации, когда совмещают ряд переходов для одновременной обработки несколько поверхностей;
- выделить вспомогательные переходы при обработке детали;
- показать одну операцию с максимально возможной степенью концентрации, когда совмещают ряд переходов для одновременной обработки несколько поверхностей;
- выделить вспомогательные переходы при обработке детали.

Таблица 1.1

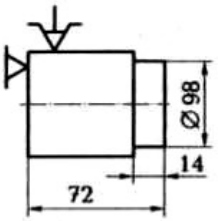
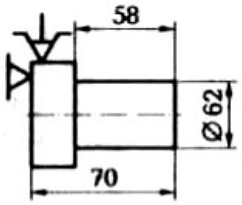
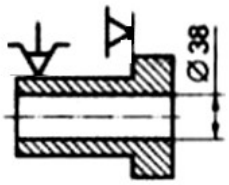
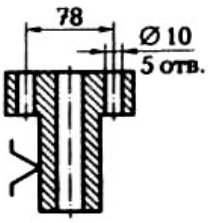
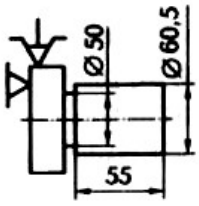
Индивидуальные варианты

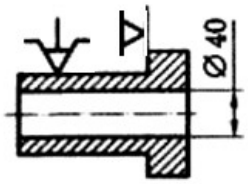
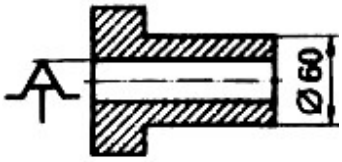
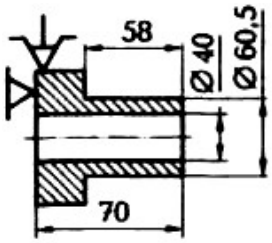
	варианты			
	1	2	3	4
Ø А	30*h*9	35*h*9	40*h*9	36*h*9
ØБ	25	30	34	30
Ø В	70	80	80	75
Ø Г	35	40	45	42
Ø М	8*H*9	10*H*9	12*H*9	10*H*9
Размер Ж	8	12	14	10
Размер З	25	30	32	28

Размер И	12	18	19	15
РазмерЕ	20	26	28	24
Ø О	50*js*l4	65*js*9	60*js*l4	55*jsl*4
Число К отверстий	2	4	6	4

Таблица 1.2

Пример выполнения контрольной работы (рис.1.1 (а))

Номер и наименование операции	Операционный эскиз	Содержание переходов
Основное задание		
05 – токарная черновая		Установить заготовку. Подрезать торец на размер 72 мм. Точить Ø98 мм за один проход на длину 14 мм. Снять деталь
10 – токарная черновая		Установить заготовку. Подрезать торец на размер 70 мм. Точить Ø62 мм за несколько проходов, выдерживая размер 58 мм. Снять деталь
15 – токарная черновая		Установить заготовку. Сверлить отверстие предварительно Ø20 мм. Расточить отверстие Ø38 мм. Снять деталь
20 –сверлильная		Установить заготовку. Сверлить 5 отверстий предварительно Ø9,6 мм. Зенкеровать 5 отверстий Ø 9,9 мм. Развернуть 5 отверстий Ø10Н9. Снять деталь
25 – токарная чистовая		Установить заготовку. Обточить Ø60,5 мм. Точить канавку Ø50 мм резцом шириной 5 мм. Снять деталь

30 – токарная чистовая		Установить заготовку. Расточить отверстие Ø40 мм. Снять деталь
35 – шлифовальная		Установить заготовку. Шлифовать наружную поверхность Ø60 мм. Снять деталь
40 – контрольная	См. рис. 2.1 и табл. 2.1	Контроль геометрических параметров
Дополнительное задание		
операция с высокой степенью концентрации		Установить заготовку. Подрезать торец на размер 70 мм. Точить Ø62 мм за несколько проходов, выдерживая размер 58 мм. Точить Ø60,5 мм. Сверлить центральное отверстие Ø20 мм. Расточить центральное отверстие Ø38 мм. Расточить центральное отверстие Ø40 мм. Точить канавку Ø50 мм резцом шириной 5 мм. Снять деталь

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПРОСА

1. Основные этапы процесса производства машин.
2. Общие понятия о типах производств.
3. Какие изделия машиностроения вы знаете?
4. Каковы основные этапы производственного процесса?
5. По каким признакам классифицируют технологические процессы машиностроения?
6. Какие элементы входят в структуру технологического процесса?
7. Как осуществляется классификация деталей по их конструктивным характеристикам?
8. Для чего используется технологическая классификация деталей?
9. Какова структура полного конструкторско-технологического кода детали?
10. Для решения каких задач используется классификация технологических операций?
11. Какова структура кода технологической операции?
12. Какие характерные признаки для разных типов производства вы знаете?
13. . Технологический переход
14. Установ, позиции, проход
15. Типы машиностроительных производств.
16. Характеристика массового производства

17. Коэффициент закрепления операций.
18. Поточное и не поточное производство
19. Характеристика серийного производства
20. Характеристика единичного производства
21. Классификация баз при механической обработке.
22. Основные принципы базирования. Примеры погрешностей базирования.
23. Исходные данные для проектирования технологического процесса.
24. Базирование детали при обработке. Конструкторская, измерительная, технологическая база.
25. Принцип единства баз.
26. Принцип постоянства баз
27. Как определить период стойкости инструмента, обеспечивающий минимум себестоимости технологической операции?
28. Как режимы обработки влияют на себестоимость технологического перехода?
29. Как влияет точность обработки на технологическую себестоимость технологического перехода?
30. Какие существуют методы расчета припусков на обработку?
31. В чем заключается расчетно-аналитический метод определения припуска?
32. Факторы, влияющие на величину припуска.
33. Основные принципы разработки маршрутного технологического процесса
34. Факторы, влияющие на точность обработки деталей.
35. Какие существуют виды погрешностей?
36. Что такое технологическая наследственность?
37. Что такое достижимая и экономическая точность обработки?
38. Какие существуют способы обеспечения точности обработки.
39. Точность обработки (общие понятия). Методы расчета точности.
40. Понятие о систематических и случайных погрешностях при обработке.
41. Методы учета случайных погрешностей при механической обработке.
42. Какие существуют методы борьбы с внутренними напряжениями в крупных отливках и штамповках.
43. Какие составляющие силы резания вызывают наибольшие деформации детали?
44. Какими свойствами определяется качество обработки детали.
45. Как качество поверхностного слоя (его параметры) влияет на эксплуатационные свойства детали?
46. Технологические характеристики получения заготовок методами литья.
47. Технологические характеристики получения заготовок методами пластического де формирования.
48. Факторы, влияющие на качество обработанной поверхности.
49. Жесткость технологической системы и ее влияние на точность обработки.
50. Экономическая и достижимая точность обработки.
51. Методы учета случайных погрешностей при механической обработке.
52. Понятие о систематических и случайных погрешностях при обработке.
53. Чем определяется вид заготовки?
54. Какие методы получения заготовок применяются в мелкосерийном, серийном, массовом производствах?
55. Какие методы обоснования эффективности применяются в серийном и массовом производствах?
56. Что такое техническое нормирование?
57. Что такое техническая норма времени на операцию?
58. Что такое штучное время на операцию?
59. Что такое норма выработки?
60. Структура нормы времени.

61. Для чего нужно определять трудоемкость обработки детали?
62. Какие существуют методы определения нормы времени?
63. Что такое подготовительно-заключительное время? Как оно определяется?
64. Параметры режима резания и их влияние на норму времени на операцию.
65. Что такое операционное время? Его составляющие.
66. Что такое технологический процесс?
67. Какие две задачи решают при проектировании технологического процесса?
68. Назовите необходимые данные для проектирования технологического процесса.
69. Назовите основные этапы разработки технологического процесса.
70. Нарезание зубчатых колес по методу обкатки.
71. Выбор вариантов при разработке технологического процесса.
72. Технологическая документация, ее виды и области применения.
73. Структура себестоимости изготовления деталей в машиностроении.
74. Какова степень проработки технологического процесса в зависимости от масштаба производства?
75. Что характеризует тип производства? Как определяется коэффициент серийности?
76. Типовые технологические процессы изготовления корпусных деталей.
77. Технология изготовления рычагов.
78. Типовые технологические процессы изготовления зубчатых колес
79. Типовые технологические процессы изготовления деталей типа «валы».
80. Типовые технологические процессы изготовления деталей типа « втулки»
81. Нарезание зубчатых колес по методу копирования.
82. Отделочная обработка зубчатых колес.
83. Методы нарезания наружной и внутренней резьбы.
84. Методы обработки шлицевых поверхностей.
85. В чем заключается типизация технологических процессов

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВЫХ РАБОТ

1. Проектирование технологического процесса изготовления зубчатого колеса
2. Проектирование технологического процесса изготовления промежуточного вала
3. Проектирование технологического процесса изготовления шлицевого вала
4. Проектирование технологического процесса изготовления вала-шестерни
5. Проектирование технологического процесса изготовления втулки

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Тест 1

1.**Выберите НЕВЕРНОЕ утверждение:**
Для всех классов деталей признаются нетехнологичными следующие элементы:
1. отверстия с L/D<5;
2. отверстия, расположенные под углом к оси;
3. глухие отверстия с резьбой;
4. открытые с одной или с двух сторон пазы.

2.При черновой обработке точность после сверления будет . . .
1. JT11
2. JT14
3. JT8
4. JT4

3.Прибор принцип которого, основан на измерении микро неровностей поверхности путем ощупывания ее алмазной иглой:
1. профилометр;
2. профилограф;
3. оптические приборы;
4. осциллограф.

4. Производство, в котором при достаточно большом количестве одинаковых выпусков изделий изготовление их ведется путем непрерывного выполнения на рабочих местах одних и тех же постоянно повторяющихся операций:
1. Единичное
2. Серийное
3. Индивидуальное
4. Массовое

5. На величину припуска не влияет:
1. Толщина дефектного поверхностного слоя
2. Сумма припусков на черновую обработку
3. Сумма припусков на чистовую обработку
4. Погрешность измерения

6. Основные факторы, влияющие на величину припусков:
1. материал заготовки
2. конфигурация и размеры заготовки
3. вид заготовки и способ её изготовления
4. требования в отношении механической обработки

7. Часть операции, выполняемая при одном закреплении заготовки на станке или в приспособлении:
1. Технологическая операция
2. Установ
3. Технологический переход
4. Вспомогательный переход

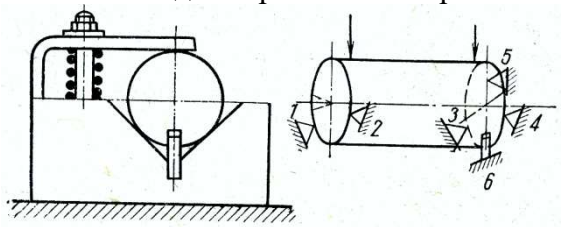
8. Укажите неправильное условие при установлении нормы времени?
1. в норму времени не должно включаться время на исправление забракованных деталей
2. в норму времени не должны быть включены те ручные приемы, которые могут быть выполнены одновременно с работой станка
3. в норму времени должны входить потери времени, из-за каких либо организационных неполадок
4. должны быть применены наиболее эффективные для данной работы приспособления и инструменты

9. Какой материал не используют для изготовлении валов:
1. Высокоуглеродистые стали
2. Низкоуглеродистые стали
3. Конструкционные и легированные стали
4. Чугун

10. Чему равен угол метрической резьбы треугольного профиля?
1. 50°
2. 55°
3. 60°
4. 65°

11. Каким методом в единичном производстве получается требуемый размер?
1.Пробных проходов
2.Автоматического получение требуемого размера
3.Однопроходный
4.Разовый

12. Какой вид базирования изображен на рисунке?



1. базирование призмы в тисках;
2. схема установки детали на поверхность;
3. базирование детали (правило шести точек);
4. базирование цилиндрической детали на призме.

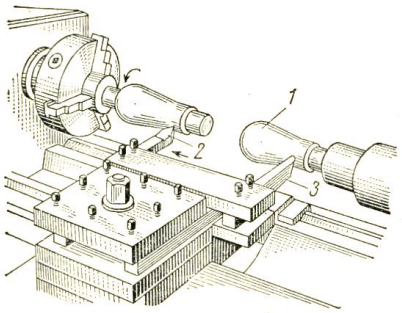
13. Технологической задачей при изготовлении валов не является:
1. Обеспечение заданной точности
2. Обеспечение точности формы
3. Обеспечение точности взаимного расположения поверхностей
4. Обеспечение заданной температуры при обработке

14. Под производственным процессом понимают:
1. Совокупность отдельных процессов, осуществляемых для получения из материалов и заготовок готовых изделий, машин
2. Последовательное изменение формы, размеров и свойств материала в целях получения детали

3. Совокупность отдельных процессов, осуществляемых для получения материалов и заготовок
4. Процесс по изменению и последующему определению состояния предмета производства

15. Выберите НЕВЕРНОЕ утверждение:
Детали типа валов признаются технологичными, если они отвечают следующим требованиям:
1. возможность вести обработку проходными резцами;
2. увеличение диаметров поверхностей от середины к торцам вала;
3. жесткость вала обеспечивает достижение необходимой точности при обработке;
4. возможность замены открытых шпоночных пазов закрытыми.

16. Что показано на рисунке?



1. Обтачивание фасонной поверхности по копиру.
2. Одновременное обтачивание фасонных поверхностей.
3. Обтачивание фасонной поверхности призматическим резцом.
4. Обтачивание фасонной поверхности упорным резцом.

Тест 2

1.Погрешность базирования возникает вследствие:

1. несовмещения установочной базы с измерительной;
2. совмещение технологической, конструкторской и измерительной баз;
3. полное совпадение баз.
4. полное не совпадение баз

2.Основное (технологическое) время для точения на токарных станках:

1. $t_0 = \frac{l*i}{n*s}$ 2. $t_0 = \frac{l}{n*s}$ 3. $t_0 = \frac{l}{3n*s}$ 4. $t_0 = \frac{L}{S_M}$

3.Время технического обслуживания рабочего места затрачивается рабочим на уход за рабочим местом в процессе работы; сюда входит:
1. время на осмотр и опробование станка;
2. время на подналадку и регулировку станка в процессе работы;
3. время на перемещение инструмента;
4. время на измерение

4. Признаком соответствия детали заданным требованиям не является:
1.Точность формы и размеров

2.Точность взаимного расположения поверхностей
3.Степень шероховатости поверхности
4.Время изготовления

5. Вид обработки, применяемый преимущественно для точной обработки отверстий (брусками):
1. Шлифование
2. Хонингование
3. Сверление
4. Фрезерование

6. Выбрать неверное утверждение
1. Конструкция детали должна состоять из унифицированных стандартных элементов
2. Детали могут изготавливаться из любых типов заготовок
3. Размеры и поверхности деталей должны иметь оптимальную точность и шероховатость
4. Метод изготовления должен обеспечивать возможность обработки одновременно нескольких деталей

7.Какой вид термической обработки используется для упрочнения поверхностного слоя деталей:
1. Отпуск
2. Закалка
3. Химико-термическая обработка
4. Закалка ТВЧ

8.Поверхность, от которой при измерении производится непосредственный отсчет размеров.
1. Установочная база
2. Вспомогательная установочная база
3. Измерительная база
4. Сборочная база

9.Тип производства, при котором изделия изготовляются единичными экземплярами разнообразными по конструкции или размерам:
1. массовое
2. Единичное
3. Серийное
4. Поточно-массовое

10.Для чего служит притирка?
1. Для отделочной обработки деталей из цветных металлов и сплавов
2. Для чистовой отделки наружных цилиндрических поверхностей
3. Для окончательной отделки предварительно отшлифованных поверхностей детали
4. Для чистовой обработки поверхности мягким кругом с нанесённым на него мелкозернистым, абразивным порошком

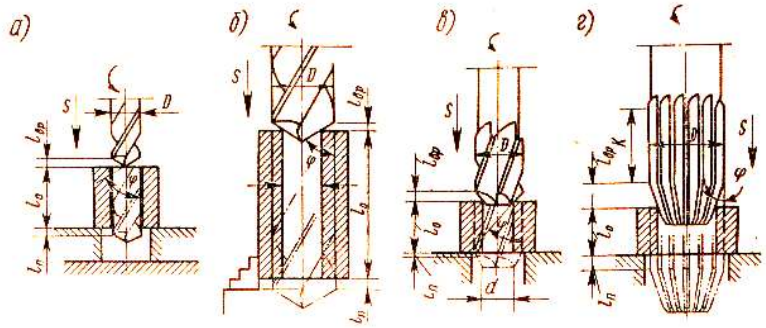
11.По какой формуле определяется основное время резания?
1. $to = \frac{L+y}{So \times n} \times i$;*
2. $to = tп.з. + tус. + tв.о. + tуп. + tиз. + tв. + tшт.$;
3. $to = tус. + tв.о. + tуп. + tиз.$;

4. $to = tшт + \frac{tпз}{n}$.

12. Факторы, не влияющие на величину припусков:
1. Способ обработки
2. Режим резания металла
3. Материал заготовки
4. Материал инструмента

13. Слой металла, подлежащий удалению с поверхности заготовки в процессе обработки для получения готовой детали:
1. Припуск
2. Допуск
3. Напуск
4. Запуск

14. По какой из схем определяют длину прохода инструмента при обработке отверстия методом зенкерования?



Схемы для определения длины прохода инструментов при обработке отверстий

15. Типом производства не является:
1. Серийное
2. Массовое
3. Поточное
4. Единичное

16.Выберите Н**ЕВЕРНОЕ** утверждение:
Для всех классов деталей признаются нетехнологичными следующие элементы:
1. отверстия с L/D<5;
2. отверстия, расположенные под углом к оси;
3. глухие отверстия с резьбой;
4. открытые с одной или с двух сторон пазы.

Тест 3

1.Поверхность, лишающую заготовку или изделие 3-х степеней свободы называют:
1. установочной базой;
2. направляющей базой;
3. опорной базой.
4. двойной направляющей

2.Производство, в котором при достаточном большом кол-ве одинаковых выпусков изделий изготовление их ведется путем непрерывного выполнения на рабочих местах одних и тех же постоянно повторяющихся операций:
1. Единичное 2. Серийное 3. Массовое 4. Мелкосерийное

3.Основная характеристика деталей машин или приборов:
1. жесткость;
2. точность;
3. мощность;
4. размер.

4. Поверхность, заменяющая ее совокупность поверхностей, ось, точку детали или сборочной единицы, по отношению к которым ориентируются другие детали, обрабатываемые или собираемые на данной операции:
1.. Плоская
2.. Цилиндрическая
3.. Основная
4.. База

5. К методам обработки плоских поверхностей не относится:
1.. Строгание
2.. Фрезерование
3.. Шлифование
4.. Точение

6.Установочной базой называется поверхность, при установке на которую тело лишается . . . степеней свободы.
1. двух
2. трёх
3. пяти
4. шести

7. Поверхность, которая служит для установки детали при обработке и сопрягается с другой деталью, совместно работающей в собранной машине, или оказывает влияние на работу данной детали в машине называется …. технологической базой.
1. измерительной
2. вспомогательной
3. основной
4. сборочной

8. В чем заключается принцип совмещения баз?
1. В том, что сборочная база является установочной
2. В том, что сборочная база является измерительной
3. В том, что для выполнения всех операций обработки детали используют одну и ту же базу
4. В том, что сборочная база является одновременно установочной и измерительной

9. Поверхность, от которой при измерении производится непосредственный отсчет размеров, называется:
1. Основной установочной базой
2. Сборочной базой
3. Измерительной базой

4. Конструктивной базой

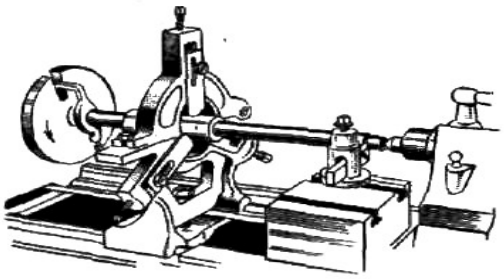
10.Факторы, влияющие на величину припусков:
Материал инструмента
Материал заготовки
Режим резания металла
Способ обработки

11. При обработке наружных поверхностей тел вращения базой для выполнения ряда операций будут являться:
1. Цилиндрическая поверхность
2. Торцы детали
3. Центровые отверстия
4. Крайние шейки детали

12.Изделие, изготовленное из однородного материала без применения сборочных операций?
1. деталь
2. сборочная единица
3. комплекс
4. комплект

13. В результате несоответствия действительных движений заготовки и инструмента движениям, предусмотренным кинематической схемой станка:
1. Увеличивается шероховатость
2. Повышается точность изготовления
3. Снижается время обработки
4. Возникает погрешность обработки

14. Что изображено на рисунке?



1. Обработка вала на токарном станке в центрах с применением неподвижного люнета
2. Обработка вала на токарном станке в центрах с применением подвижного люнета
3. Установка вала в центрах с поводковым патроном
4. Шлифование вала

15. Вид обработки, осуществляемый с помощью абразивного инструмента:
1. Точение
2. Протягивание
3. Сверление
4. Шлифование

16. Выберите НЕВЕРНОЕ утверждение:
Для всех классов деталей признаются нетехнологичными следующие элементы:
1. отверстия с L/D<5;

2. отверстия, расположенные под углом к оси;
3. глухие отверстия с резьбой;
4. открытые с одной или с двух сторон пазы.

Тест 4

1. Выберите НЕВЕРНОЕ утверждение:
Вспомогательное время, связанное с переходом, включает:
1. время на изменение частоты вращения шпинделя;
2. время на изменение величины и направления подачи;
3. время на смену инструмента;
4. получение приспособления исполнителем работы на складе.

2. Поверхность детали ,которая служит только для её установки при обработке, не сопрягается с другой деталью совместно работающей в собранной машине :
1. Основной установочной базой
2. Измерительной установочной базой
3. Конструктивной базой
4. Вспомогательной установочной базой

3. Звено, получаемое при построении размерной цепи последним:
1. конечное звено;
2. замыкающее звено;
3. последнее звено.

4. При обработке наружных поверхностей тел вращения базой для выполнения ряда операций будут являться:
1. Цилиндрическая поверхность
2. Торцы детали
3. Центровые отверстия
4. Крайние шейки детали

5. Явление переноса свойств от предыдущей к последующей операции и сохранение этих свойств называется . .
1. технологическим наследованием
2. техническим наследованием
3. конструктивной наследственностью
4. технологической последовательностью

6. Что неверно?
1. Конструкция детали должна состоять из унифицированных стандартных элементов
2. Детали могут изготавливаться из любых типов заготовок
3. Размеры и поверхности деталей должны иметь оптимальную точность и шероховатость
4. Метод изготовления должен обеспечивать возможность обработки одновременно нескольких деталей

7. Какой способ установки обеспечивает закрепление и придание определенного положения детали для обработки с достаточно высокой точностью и с наименьшей затратой времени?
1. установка детали на столе станка по разметке
2. установка детали в специальном приспособлении
3. установка детали непосредственно на столе станка

4. установка детали в универсальном приспособлении

8. По какой формуле определяется основное (технологическое) время для точения на токарных станках?

1. $t_0 = \frac{l*i}{n*s}$ 2. $t_0 = \frac{l}{n*s}$ 3. $t_0 = \frac{l}{3n*s}$ 4. $t_0 = \frac{L}{S_M}$

9.Норма штучного времени на обработку определяется по формуле:

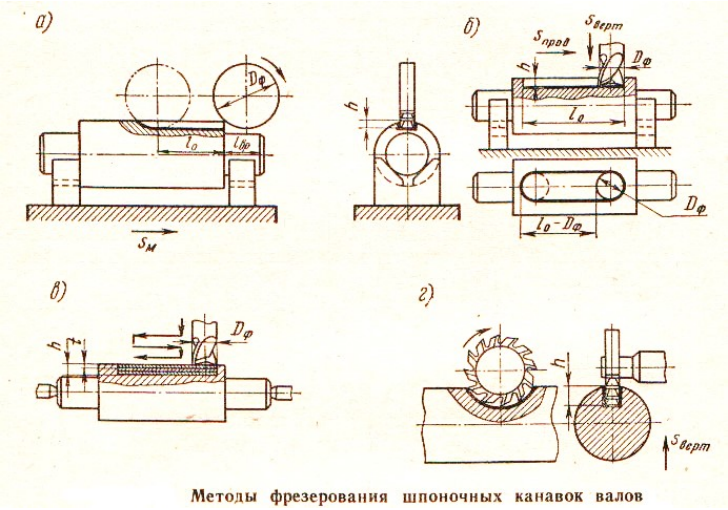
1. $t_{ШТ} = t_O + t_B + t_{ОБ} + t_ф$
2. $t_{ШТ} = t_O + t_B$
3. $t_{ШТ} = t_{шт} * n + T_{пз}$
4. $t_{ШТ} = t_O + t_B + t_{Т.ОБ} + t_{О.ОБ} + t_ф$

10. При каком шлифовании деталь не закрепляется в центрах?
1. Шлифование способом поперечной подачи
2. Шлифование абразивной лентой
3. Бесцентровое шлифование
4. Шлифование способом продольной подачи

11. Производство, характеризующееся широкой номенклатурой изготовляемых или ремонтируемых изделий и малым объемом их выпуска:
1. Массовое
2. Серийное
3. Единичное
4. Широко номенклатурное

12. Законченная часть технологического перехода в виде однократного перемещения инструмента относительно заготовки сопровожденного изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки?
1. вспомогательный ход
2. рабочий ход
3. вспомогательный переход
4. технологический переход

13. На каком рисунке указан метод фрезерования шпоночной канавки вала фрезой с маятниковой подачей?



Методы фрезерования шпоночных канавок валов

14. Деталь, содержащая систему отверстий и плоскостей, координированных друг относительно друга:
1. Корпус
2. Станина
3. Стол
4. Подставка

15. Измерительной базой называется:
1. Поверхность, от которой производится отсчет размеров
2. Поверхность, которой она устанавливается для обработки в определенном положении, относительно станка
3. Поверхность, которая определяет положение данной детали относительно других деталей в узле
4. Обработанная поверхность, которая служит для последующей обработки

16. Погрешность базирования возникает вследствие:
1. не совмещения установочной базы с измерительной;
2. совмещение технологической, конструкторской и измерительной баз;
3. полное совпадение баз.
4. полное не совпадение баз

Тест 5

1. Выберите НЕВЕРНОЕ утверждение:
1. отрубка – операция полного отделения части заготовки;
2. прошивка – устранение искажения формы поковок путем пластического деформирования;
3. протяжка – увеличение длины исходной заготовки за счет уменьшения поперечного сечения;
4. осадку применяют для получения поковок с большим поперечным сечением из заготовок меньшего поперечного сечения.

2.Сколько шпинделей имеет фрезерно-центровальный станок?
1.)3 2.)4 3.) 6 4.) 1

3. Производство, характеризующееся широкой номенклатурой изготовляемых или ремонтируемых изделий и малым объемом их выпуска:

1. Массовое
2. Серийное
3. Единичное
4. Широко номенклатурное

4. При обработке наружных поверхностей тел вращения базой для выполнения ряда операций будут являться:
1. Цилиндрическая поверхность
2. Торцы детали
3. Центровые отверстия
4. Крайние шейки детали

5.Определить тип производства, если коэффициент загрузки оборудования равен 1 ($К_{з.о.}$= 1).
1. единичное производство
2. мелкосерийное производство
3. массовое производство
4. крупносерийное производство

6.Установочной базой называется поверхность, при установке на которую тело лишается ... степеней свободы.
1. двух
2. трёх
3. пяти
4. шести

7. Какая карта содержит описание технологического процесса изготовления и контроля изделия по всем операциям различных видов работ в технологической последовательности с указанием данных по оборудованию, оснастке, материальным и трудовым нормативам?
1. карта эскизов
2. маршрутная карта
3. операционная карта
4. карта технологического процесса

8. Время, которое не входит в норму штучного времени и определяется отдельно на всю партию деталей, называется?
1. Подготовительно-заключительное время
2. Оперативное время
3. Основное время
4. Калькуляционное время

9. С какой операции начинается механическая обработка валов из прутка:
1. Центрование
2. Точение
3. Обдирка
4. Разрезание

10. Обтачивание заготовок с точностью обработки шероховатости от *Rz* 80 до *Rz* 40:
1. Черновое
2. Чистовое

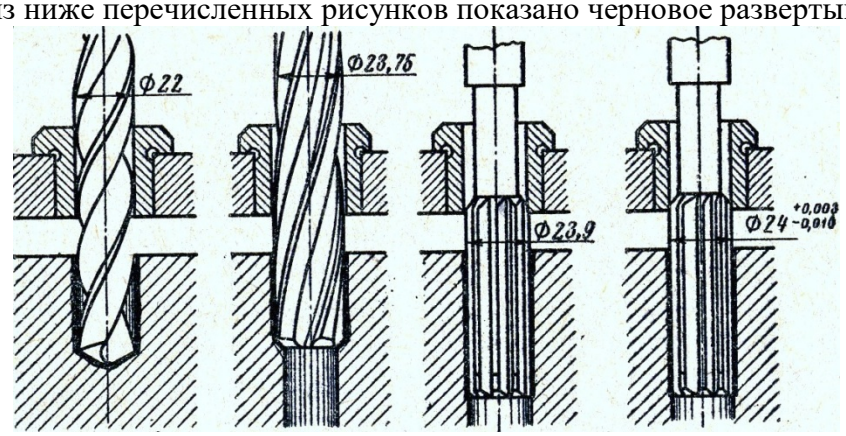
3. Чистовое точное и тонкое
4. Чистовое, чистовое точное

11. Принцип совмещения баз заключается в том, что ……
1. для выполнения всех операций используют одну и ту же базу.
2. необходимо совмещать сборочную, установленную измерительную
3. необходимо совмещать чистовую и черновую базу
4. в качестве установочной базы можно использовать только измерительную базу

12. Постоянные по значению и знаку погрешности, которые возникают при обработке называют
1. систематическими
2. случайными
3. систематически постоянными
4. специальными

13. Поверхность, лишающую заготовку или изделие 3-х степеней свободы называют:
1. установочной базой;
2. направляющей базой;
3. опорной базой.
4. двойной направляющей

14. На каком из ниже перечисленных рисунков показано черновое развертывание?



1 2 3 4

15. Процесс, связанный с изменением размеров, формы или свойств материала заготовки, выполняемый в определенной последовательности:
1. Процесс изготовления
2. Технологический процесс
3. Производственный процесс
4. Операционный процесс

16. Факторы, не влияющие на выбор способа получения заготовки:
1. Условия эксплуатации, испытываемые напряжения и нагрузки
2. Материал, геометрическая форма и размеры
3. Экономический фактор и тип производства
4. Время ее изготовления и срок службы парка оборудования

Тест 6

1.Выберите НЕВЕРНОЕ утверждение:
1. основные операции ковки – осадка, протяжка, прошивка, отрубка, гибка, правка;
2. из-за невозможности выполнения отдельных элементов детали в участках этих элементов назначают напуск, который удаляют при последующей обработке;
3. ковкой целесообразно выполнять ребра жесткости и выступы на поверхности заготовки;
4. горячая штамповка выполняется на молотах и прессах, открытых и закрытых штампах.

2. Два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначены для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций:
1. деталь 2. Сборочные единицы (узлы) 3. комплекс 4. комплект

3. Степень соответствия изготовленной детали заданным размерам, форме и иным характеристикам:
1. Точность обработки
2. Чистота обработки
3. Погрешность
4. Технологичность

4. Основное и вспомогательное время в сумме составляет:
1. Оперативное время
2. Подготовительно – заключительное время
3. Штучно – калькуляционное время
4. Время организационного обслуживания

5. Вал не технологичен, если:
1. отношение длины вала к его диаметру меньше 10
2. отношение длины вала к его диаметру больше 10
3. отношение длины вала к его диаметру равно 1
4. отношение длины вала к его диаметру больше 5

6.Как определяется коэффициент серийности?
1. $К_с = \frac{\tau}{T_{ср}}$ 2. $К_с = \frac{T_{ср}}{\tau}$ 3. $К_с = \frac{\tau}{T_{ср} + \tau}$ 4. $К_с = \frac{T_o}{T_{ср}}$

7. Процесс чистовой обработки поверхности мягким кругом (например фетровым) с нанесенным на него мелкозернистым абразивным порошком, смешанным со смазкой называется:
1. шлифование
2. суперфиниш
3. полирование
4. выглаживание

8. $t_B = \frac{60 \times Fa \times m}{D}$; что характеризует данная формула?
1. Величина такта выпуска при поточно-серийном производстве
2. Величина такта выпуска при поточно-массовом производстве
3. Величина такта выпуска при переменно-серийном производстве

4. Величина такта выпуска при единичном производстве

9. Время нарезания резьбы резцом определяется:

1. $t_O = \frac{l + l_{bp} + l_n}{n * S} * g$

2. $t_O = \frac{l + l_{bp} + l_n}{n_P * S} * i + \frac{l + l_{вр} + l_п}{n_o * S} * i$

3. $t_O = \frac{(l_o + l_{bp} + l_n)}{n * S}$

4. $t_O = \frac{(l_o + l_{bp} + l_n) * П * Д_H}{S * S_O * n_p * z_p} * i$

10. Содержание маршрутной карты:
1. содержит описание тех. процесса изготовления и контроля изделия по всем операциям различных видов работ втехнолог. последовательности и указанием данных по оборудованию, оснастке и т. п..
2. содержит графическую иллюстрацию тех. процесса изготовления детали.
3. содержит описание тех. процесса изготовления и контроля изделия по всем операциям отдельного вида работ.
4. содержит описание операции тех. процесса изготовления изделия с расчленением по переходам и указанием данных по оборудованию, оснастке и т. п.

11. Вид отделочной обработки цилиндрических наружных поверхностей деталей колеблющимися брусками:
1. Бесцентровое шлифование
2. Хонингование
3. Суперфиниш
4. Шлифование способом продольной подачи

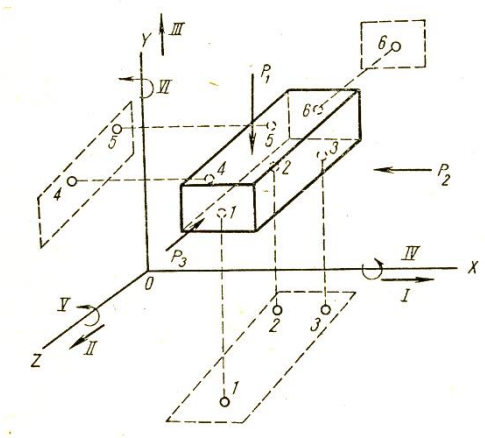
12. Слой материала, удаляемый с заготовки для достижения заданной точности и качества обрабатываемой поверхности, называют?
1.общий припуск
2. допуск
3. предварительный допуск
4. промежуточный припуск

13. Производство, в котором при достаточно большом количестве одинаковых изделий изготовление их ведется путем непрерывного выполнения на рабочих местах одних и тех же постоянно повторяющихся операций:
1. Единичное
2. Серийное
3. Индивидуальное
4. Массовое

14. В состав вспомогательного времени не входит:
1. Время управления станком и перемещения инструмента
2. Время на установку, закрепление и снятие приспособления, инструмента и детали
3. Время на приемы измерения
4. Подготовительно – заключительное время

15. Выберите НЕВЕРНОЕ утверждение:
Вспомогательное время, связанное с переходом, включает:
1. время на изменение частоты вращения шпинделя;
2. время на изменение величины и направления подачи;
3. время на смену инструмента;
4. получение приспособления исполнителем работы на складе.

16. Что изображено на рисунке?



1. Измерительные, технологические, конструкторские, основные и вспомогательные базы.
2. Схема базирования детали (правило 6 точек).
3. Измерительные, технологические базы.
4. Измерительные, технологические, конструкторские базы.

Тест 7

1. Выберите НЕВЕРНОЕ утверждение:
1. время перерывов на отдых исчисляется суммарно в % к оперативному времени;
2. в массовом производстве настройку станка, инструмента и приспособлений и подготовку рабочего места до начала рабочей смены производит сам станочник;
3. в основное время входит время, затрачиваемое на врезание и перебег инструмента;
4. время на приемы измерения детали – вспомогательное время.

2. Сборка, при которой надлежащая посадка соединяемых деталей, изготовленных также по предельным калибрам, но с большими допусками, путем предварительного подбора их по размерам:
1. Сборка с полной взаимозаменяемостью
2. Сборка с неполной взаимозаменяемостью
3. Индивидуальный подбор
4. Групповой подбор

3. Поверхность детали, которой она устанавливается для обработки относительно станка (приспособления) и режущего инструмента:
1. Вспомогательная база
2. Измерительная база
3. Сборочная база
4. Установочная база

4. К классу втулок не относятся:

1. Вкладыши
2. Гильзы
3. Буксы
4. Диски

5. Уменьшение высоты заготовки за счёт увеличения площади поперечного сечения - это:
1. раскатка
2. отрубка
3. высадка
4. осадка

6. Как определяется такт выпуска деталей?

1. $\tau = \frac{60 \cdot F_g \cdot m}{N}$ 2. $\tau = \frac{60 \cdot F_g \cdot m \cdot a}{N}$ 3. $\tau = \frac{60 \cdot T_o}{F_g \cdot m}$ 4. $\tau = \frac{N}{60 \cdot F_g \cdot m}$

7. По какой из указанных формул определяется основное технологическое время при точении?

1. $t_o = \frac{l \cdot s}{n \cdot i}$ 3. $t_o = \frac{s \cdot i}{n \cdot l}$ 2. $t_o = \frac{l \cdot n}{i \cdot s}$ 4. $t_o = \frac{l \cdot i}{n \cdot s}$

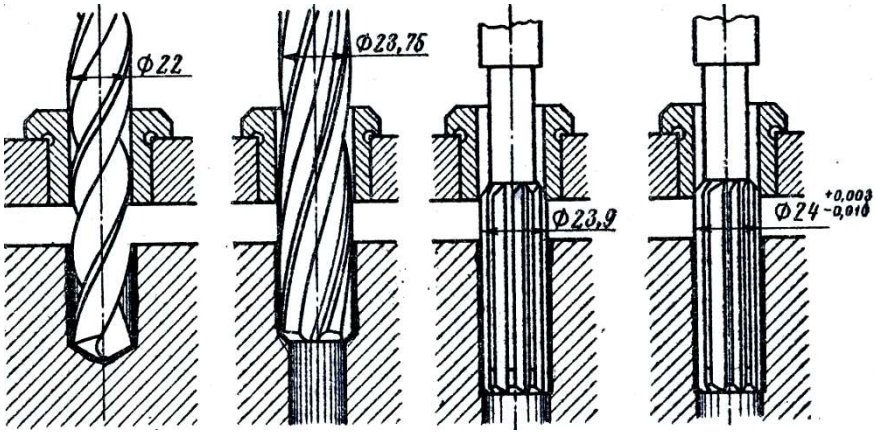
8. На какие две группы делятся припуски?
1. Общие и межоперационные
2. Главные и второстепенные
3. основные и промежуточные
4. Большие и маленькие

9. Вид отделочной обработки цилиндрических поверхностей деталей
1. Бесцентровое шлифование:
2. Шлифование абразивной лентой
3. Суперфиниш
4. Шлифование способом продольной подачи

10. Производство, в котором при достаточном большом кол-ве одинаковых изделий изготовление их ведется путем непрерывного выполнения на рабочих местах одних и тех же постоянно повторяющихся операций:
1. Единичное
2. Серийное
3. Массовое
4. Мелкосерийное

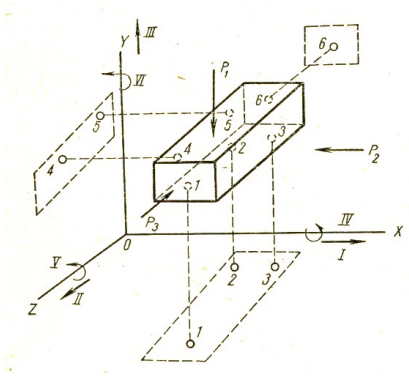
11. Часть операции, выполняемая при одном закреплении заготовки на станке или в приспособлении:
1. Технологическая операция
2. Установ
3. Технологический переход
4. Вспомогательный переход

12. На каком из ниже перечисленных рисунков показано черновое развертывание?



1 2 3 4

13.Что изображено на рисунке?



1. Измерительные, технологические, конструкторские, основные и вспомогательные базы.
2. Схема базирования детали (правило 6 точек).
3. Измерительные, технологические базы.
4. Измерительные, технологические, конструкторские базы.

14. Признаком соответствия детали заданным требованиям не является:
1. Точность формы и размеров
2. Точность взаимного расположения поверхностей
3. Степень шероховатости поверхности
4. Время изготовления

15. Детали класса валов с небольшим перепадом диаметров большей частью изготавливают из:
1. Проката
2. Поковок
3. Штамповок
4. Отливок

16. Выберите НЕВЕРНОЕ утверждение:
1. в норму времени не должны входить потери из-за каких-либо организационных неполадок;

2. в норму времени должны быть включены те ручные приемы, которые могут быть выполнены одновременно с работой станка;
3. под техническим нормированием понимается установление нормы времени на выполнение определенной работы или нормы выработки в штуках в единицу времени;
4. техническая норма времени служит основой для оплаты работы, калькуляции себестоимости детали или изделия.

Тест 8

1.Выберите НЕВЕРНОЕ утверждение:
1. время перерывов на отдых исчисляется суммарно в % к оперативному времени;
2. в массовом производстве настройку станка, инструмента и приспособлений и подготовку рабочего места до начала рабочей смены производит сам станочник;
3. в основное время входит время, затрачиваемое на врезание и перебег инструмента;
4. время на приемы измерения детали – вспомогательное время.

2. Определение Оперативного времени осуществляется суммой:
1. Основное и вспомогательное
2. Основное и подготовительно-заключительное время
3. Основное и время управление станком
4. Основное, вспомогательное и подготовительно-заключительное время

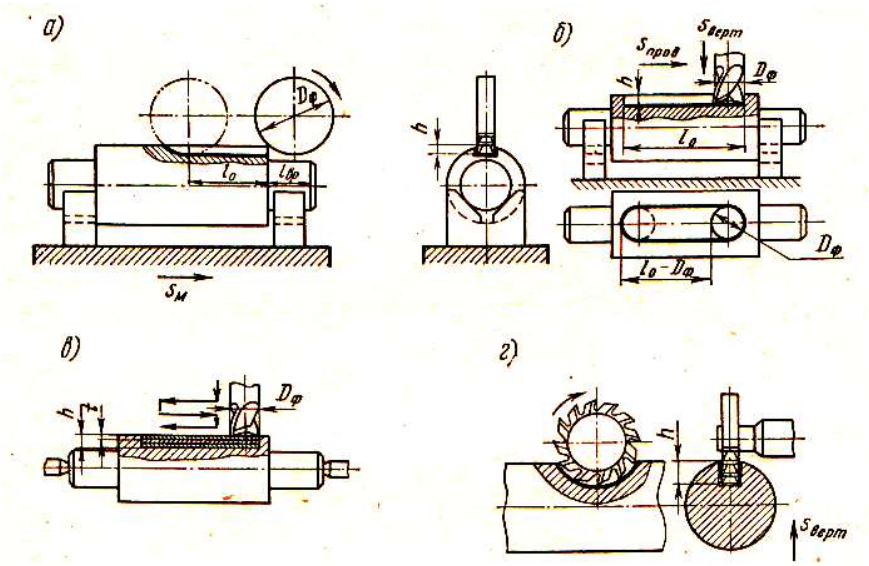
3. Заготовками для изготовления деталей машин не служат:
1. Отливки чугунные, стальные, из цветных металлов, из пластмасс
2. Поковки и штамповки
3. Прокат стали и цветных металлов
4. Прокат чугуна

4. Припуск на обработку равен:
1. Разности размера заготовки и размера готовой детали
2. Сумме размера заготовки и размера готовой детали
3. Произведению размера заготовки и размера готовой детали
4. Разности размера заготовки к размеру готовой детали

5. Поверхности, относительно которых при обработке задаётся расстояние до инструмента, есть . . .
1. технологические базы
2. конструкторские базы
3. измерительные базы
4. эксплуатационные базы

6. Какой материал используют при изготовлении валов:
1. Высокоуглеродистые стали
2. Низкоуглеродистые стали
3. Конструкционные и легированные стали
4. Чугун

7. На каком рисунке указан метод фрезерования шпоночной канавки вала фрезой с маятниковой подачей?



Методы фрезерования шпоночных канавок валов

8. Во Время организационного обслуживания рабочего места в течение смены; входит:
1. время управления станком - пуск в ход, останов, перемена скорости и подачи и т. д.
2. время на правку инструмента оселком (резца или алмазом (шлифовального; круга) в процессе работы;
3. время на смену затупившегося инструмента;
4. время на чистку и смазку станка.

9.Часть операции, выполняемая при одном закреплении заготовки на станке или в приспособлении:
1. Технологическая операция
2. Установ
3. Технологический переход
4. Вспомогательный переход

10. Основное (технологическое) время при точении

1. $t_0 = \frac{l*i}{n*s}$ 2. $t_0 = \frac{l}{n*s}$ 3. $t_0 = \frac{l}{3n*s}$ 4. $t_0 = \frac{L}{S_M}$

11. Какой вид термической обработки используется для упрочнения поверхностного слоя деталей:
1. Отпуск
2. Закалка
3. Химико-термическая обработка
4. Закалка ТВЧ

12. Увеличение шероховатости при уменьшении скорости резания происходит в результате:
1. образования налета
2. образования наклепа
3. образования нароста
4. усадки стружки

13. При обработке наружных поверхностей тел вращения базой для выполнения ряда операций будут являться:
1. Цилиндрическая поверхность
2. Торцы детали
3. Центровые отверстия
4. Крайние шейки детали

14. На величину припуска не влияет:
1. Толщина дефектного поверхностного слоя
2. Сумма припусков на черновую обработку
3. Сумма припусков на чистовую обработку
4. Погрешность измерения

15. Выберите НЕВЕРНОЕ утверждение:
1. в норму времени не должны входить потери из-за каких-либо организационных неполадок;
2. в норму времени должны быть включены те ручные приемы, которые могут быть выполнены одновременно с работой станка;
3. под техническим нормированием понимается установление нормы времени на выполнение определенной работы или нормы выработки в штуках в единицу времени;
4. техническая норма времени служит основой для оплаты работы, калькуляции себестоимости детали или изделия.

16.Штучное время при неавтоматизированном производстве?

1. $t_ш = t_о + t_В + t_Т + t_{орг}$

2. $t_ш = t_о + t_В + t_Т + t_{орг} + t_П$

3. $t_ш = t_В + t_Т + t_{орг} + t_П$

4. $t_ш = t_о + t_В + t_Т + t_П$

Тест 9

1. Выберите НЕВЕРНОЕ утверждение:
1. на точность механической обработки деталей влияют температурные деформации детали и инструмента, вызванные их нагревом;
2. на точность механической обработки влияет износ режущего инструмента;
3. неточность обработки возможна из-за деформаций, возникающих под влиянием внутренних напряжений в материале детали;
4. внутренние напряжения появляются в результате равномерного охлаждения отдельных частей заготовок, изготовленных литьем, ковкой, штамповкой и т. д.

2. Основные факторы, влияющие на величину припусков:
1. материал заготовки
2. конфигурация и размеры заготовки
3. вид заготовки и способ её изготовления
4. требования в отношении механической обработки

3. Интервалом времени, через который периодически производится выпуск изделий определенного наименования и типоразмера, называется:

1. Среднее штучное время
2. Основное время
3. Такт выпуска
4. Фонд рабочего времени

4. Метод сверхточной чистовой обработки:
1. Шлифование
2. Хонингование
3. Протягивание
4. Суперфиниш

5. Тип производства, при котором изделия изготовляются единичными экземплярами разнообразными по конструкции или размерам:
1. массовое 2. Единичное 3. Серийное 4. Поточно-массовое

6. Законченная часть технологической операции, характеризуемая постоянством применяемого инструмента, поверхностей, образуемых обработкой, или режима резания – это . .
1. технологический ход
2. вспомогательный переход
3. технологический переход
4. вспомогательный ход

7. В каком виде заготовки припуски на обработку меньше?
1. литье
2. ковка
3. прокат
4. штамповка

8. Содержание маршрутной карты:
1. содержит описание тех. процесса изготовления и контроля изделия по всем операциям различных видов работ втехнолог. последовательности и указанием данных по оборудованию, оснастке и т. п..
2. содержит графическую иллюстрацию тех. процесса изготовления детали.
3. содержит описание тех. процесса изготовления и контроля изделия по всем операциям отдельного вида работ.
4. содержит описание операции тех. процесса изготовления изделия с расчленением по переходам и указанием данных по оборудованию, оснастке и т. п.

9. Какой вид термической обработки используется для упрочнения поверхностного слоя деталей:
1. Отпуск
2. Закалка
3. Химико-термическая обработка
4. Закалка ТВЧ

10. Поверхность детали, которая служит только для её установки при обработке, не сопрягается с другой деталью совместно работающей в собранной машине:
1. Основной установочной базой
2. Измерительной установочной базой
3. Конструктивной базой
4. Вспомогательной установочной базой

11.Необходимое количество опор при установке детали по плоскости
1. 3 2. 8 3. 15 4. 6

12. Фиксированное положение, занимаемое закрепленной обрабатываемой заготовкой совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования для выполнения определенной части операции?
1. установ
2. позиция
3. зажим
4. положение

13. Основное и вспомогательное время в сумме составляет:
1. Оперативное время
2. Подготовительно – заключительное время
3. Штучно – калькуляционное время
4. Время организационного обслуживания

14. Вид обработки, применяемый преимущественно для точной обработки отверстий (брусками):
1. Шлифование
2. Хонингование
3. Сверление
4. Фрезерование

15. Выберите НЕВЕРНОЕ утверждение:
1. на точность механической обработки деталей влияют температурные деформации детали и инструмента, вызванные их нагревом;
2. на точность механической обработки влияет износ режущего инструмента;
3. неточность обработки возможна из-за деформаций, возникающих под влиянием внутренних напряжений в материале детали;
4. внутренние напряжения появляются в результате равномерного охлаждения отдельных частей заготовок, изготовленных литьем, ковкой, штамповкой и т.д.

16. Выберите НЕВЕРНОЕ утверждение:
1. время перерывов на отдых исчисляется суммарно в % к оперативному времени;
2. в массовом производстве настройку станка, инструмента и приспособлений и подготовку рабочего места до начала рабочей смены производит сам станочник;
3. в основное время входит время, затрачиваемое на врезание и перебег инструмента;
4. время на приемы измерения детали – вспомогательное время.

Тест 10

1. Что неверно?
1. Конструкция детали должна состоять из унифицированных стандартных элементов
2. Детали могут изготавливаться из любых типов заготовок
3. Размеры и поверхности деталей должны иметь оптимальную точность и шероховатость
4. Метод изготовления должен обеспечивать возможность обработки одновременно нескольких деталей

2. Качество обрабатываемой поверхности характеризуется:
1. физическими свойствами поверхностного металла;
2. физико-химическими свойствами поверхностного металла;

3. физико-механическими свойствами поверхностного слоя металла;
4. механическими свойствами поверхностного металла.

3. Технологической задачей при изготовлении валов не является:
1. Обеспечение заданной точности
2. Обеспечение точности формы
3. Обеспечение точности взаимного расположения поверхностей
4. Обеспечение заданной температуры при обработке

4. Корпусные массивные детали не изготавливают из заготовок, полученных из:
1. Серого и ковкого чугунов
2. Углеродистой стали
3. Модифицированного чугуна
4. Черной пластмассы

5. При черновой обработке точность после развёртывания будет . . .
1. JT11
2. JT14
3. JT8
4. JT4

6. Поверхность, от которой при измерении производится непосредственный отсчет размеров, называется:
1. Основной установочной базой
2. Сборочной базой
3. Измерительной базой
4. Конструктивной базой

7. Заготовками для изготовления деталей машин не служат:
1. Отливки чугунные, стальные, из цветных металлов, из пластмасс
2. Поковки и штамповки
3. Прокат из стали и цветных металлов
4. Прокат из чугуна

8. Обтачивание заготовок с точностью обработки до шероховатости от Rz 80 до Rz 40:
1. Черновое
2. Чистовое
3. Чистовое точное и тонкое
4. Чистовое, чистовое точное

9. Какой материал используют при изготовлении валов:
1. Высокоуглеродистые стали
2. Низкоуглеродистые стали
3. Конструкционные и легированные стали
4. Чугун

10. Сколько шпинделей имеет фрезерно-центровальный станок?
1. 3 2. 4 3. 6 4. 1

11. Что не относится к процессу обработки заготовок деталей машин резанием?
1. Протягивание

2. Волочение
3. Хонингование
4. Доводка

12. Штучное время при неавтоматизированном производстве?

1. $t_ш = t_o + t_B + t_T + t_{орг}$

2. $t_ш = t_o + t_B + t_T + t_{орг} + t_П$

3. $t_ш = t_B + t_T + t_{орг} + t_П$

4. $t_ш = t_o + t_B + t_T + t_П$

13. К классу втулок не относятся:
1. Вкладыши
2. Гильзы
3. Буксы
4. Диски

14. Поверхность детали, которая, служит для установки детали при обработке и сопрягается с другой деталью, совместно работающей в собранной машине, или оказывает влияние на работу данной детали в машине, называется?
1. Основной
2. Установочной
3. Вспомогательной
4. Измерительной

15. Изделие, изготовленное из однородного материала без применения сборочных операций?
1. деталь
2. сборочная единица
3. комплекс
4. комплект

16. Выберите НЕВЕРНОЕ утверждение:
1. в норму времени не должны входить потери из-за каких-либо организационных неполадок;
2. в норму времени должны быть включены те ручные приемы, которые могут быть выполнены одновременно с работой станка;
3. под техническим нормированием понимается установление нормы времени на выполнение определенной работы или нормы выработки в штуках в единицу времени;
4. техническая норма времени служит основой для оплаты работы, калькуляции себестоимости детали или изделия.

Тест 11

1. В зависимости от привода молоты могут быть механические, электрические, гидравлические, пневматические, паровоздушные, магнитные.Каких молотов нет?
1. механических, электрических
2. паровоздушных, магнитных
3. пневматических
4. электрических, магнитных

2. Чем выше точность заготовок:
1. тем меньше число операций их механической обработки и тем ниже точность готовых деталей.
2. тем больше число операций их механической обработки и тем выше точность готовых деталей.
3. тем больше число операций их механической обработки и тем ниже точность готовых деталей.
4. тем меньше число операций их механической обработки и тем выше точность готовых деталей.

3. Слой металла, подлежащий удалению с поверхности заготовки в процессе обработки для получения готовой детали:
1. Припуск
2. Допуск
3. Напуск
4. Запуск

4. Типом производства не является:
1. Серийное
2. Массовое
3. Поточное
4. Единичное

5. Тип производства, при котором изделия изготовляются единичными экземплярами разнообразными по конструкции или размерам:
1. массовое
2. Единичное
3. Серийное
4. Поточно-массовое

6. В результате несоответствия действительных движений заготовки и инструмента движениям, предусмотренным кинематической схемой станка:
1. Увеличивается шероховатость
2. Повышается точность изготовления
3. Снижается время обработки
4. Возникает погрешность обработки

7. Уменьшение высоты заготовки за счёт увеличения площади поперечного сечения - это:
1. раскатка
2. отрубка
3. высадка
4. осадка

8. Норма штучного времени на обработку определяется по формуле:

1. $t_{ШТ} = t_O + t_B + t_{ОБ} + t_ф$
2. $t_{ШТ} = t_O + t_B$
3. $T_{ШТ} = t_{шт} * n + T_{пз}$

4. $t_{ШТ} = t_O + t_B + t_{Т.ОБ} + t_{О.ОБ} + t_ф$

9. Укажите, какое время не входит во вспомогательное?
1. время на перемещение инструмента
2. время на установку, закрепление и снятие приспособления, инструмента и детали во время работы
3. время на смену затупившегося инструмента
4. время на приемы измерения детали

10. Основное (технологическое) время при фрезеровании
1. $t_0 = \frac{l*i}{n*s}$ 2. $t_0 = \frac{l}{n*s}$ 3. $t_0 = \frac{l}{3n*s}$ 4. $t_0 = \frac{L}{S_M}$

11. Определение оперативного времени осуществляется суммой:
1. Основное и вспомогательное
2. Основное и подготовительно-заключительное время
3. Основное и время управление станком
4. Основное, вспомогательное и подготовительно-заключительное время

12. Повышение твердости поверхностного слоя детали после обработки называется
1. нарост
2. наклеп
3. усадка
4. остаточные напряжения

13. Поверхности детали, которыми она устанавливается для обработки в определенном положении относительно станка (приспособления) и режущего или другого рабочего инструмента называется:
1. установочными базами
2. вспомогательными базами
3. измерительными базами
4. сборочными базами

14. Решающим фактором при выборе станка является:
1. экономичность процесса обработки
2. наименьшие затраты времени на обработку
3. необходимость использования имеющихся станков
4. соответствие основных размеров станка количеству деталей, подлежащих обработке

15. Метод сверхточной чистовой обработки цилиндрической поверхности:
1. Шлифование
2. Хонингование
3. Протягивание
4. Суперфиниш

16. При обработке заготовок зубчатых колес чистовой технологической базой является?
1. поверхность зубьев колеса
2. посадочное отверстие
3. шпоночный паз
4. наружный диаметр

Тест 12

1.Установочной базой называется поверхность, при установке на которую тело лишается . ... степеней свободы.
1. двух
2. трёх
3. пяти
4. шести

2. Время организационного обслуживания рабочего места затрачивается рабочим на уход за рабочим местом в течение смены; сюда входит:
1. время управления станком, пуск в ход, останов, перемена скорости и подачи и т.д.
2. время на правку инструмента оселком (резца или алмазом (шлифовального; круга) в процессе работы;
3. время на смену затупившегося инструмента;
4. время на чистку и смазку станка .

3. Вид обработки, осуществляемый с помощью абразивного инструмента:
1. Точение
2. Протягивание
3. Сверление
4. Шлифование

4. Измерительной базой называется:
1. Поверхность, от которой производится отсчет размеров
2. Поверхность, которой она устанавливается для обработки в определенном положении, относительно станка
3. Поверхность, которая определяет положение данной детали относительно других деталей в узле
4. Обработанная поверхность, которая служит для последующей обработки

5. Поверхности, относительно которых при обработке задаётся расстояние до инструмента, есть . . .
1. технологические базы
2. конструкторские базы
3. измерительные базы
4. эксплуатационные базы

6. Какая карта содержит описание тех. процесса изготовления и контроля изделия по всем операциям отдельного вида работ, выполняемых в одном цехе в технологичной последовательности, суказаниям данных по оборудованию, оснастке, материалам и трудовым нормативам:
1. Карта эскизов
2. Маршрутная карта
3. Оперативная карта
4. Карта технологического процесса

7. Режим резания металла включает в себя следующие определяющие его основные элементы, укажите неправильный элемент.
1. число оборотов шпинделя станка
2. подача

3. глубина резания
4. сила резания

8. Производство, в котором при достаточном большом кол-ве одинаковых выпусков изделий изготовление их ведется путем непрерывного выполнения на рабочих местах одних и тех же постоянно повторяющихся операций:
1. Единичное
2. Серийное
3. Массовое
4. Мелкосерийное

9. Поверхность, от которой при измерении производится непосредственный отсчет размеров, называется:
1. Основной установочной базой
2. Сборочной базой
3. Измерительной базой
4. Конструктивной базой

10. Что называют технологическим процессом:
1. это последовательность изготовления детали из заготовки;
2. это совокупность отдельных процессов, осуществляемых для получения из материалов и полуфабрикатов готовых машин;
3. это процесс сборки или разборки оборудования подлежащего ремонту;
4. это процесс обработки заготовки на металлорежущих станках.

11. В каких случаях можно не учитывать погрешность закрепления заготовки:
1. при совмещении технологической и конструкторской баз
2. при совмещении технологической и измерительной баз
3. при совмещении технологической и эксплуатационной баз
4. при совмещении всех баз

12. Общий (суммарный) припуск включает в себя:
1. толщину дефектного поверхностного слоя, подлежащего снятию за первый черновой проход режущего инструмента
2. суммы припусков на все промежуточные операции, учитывающие влияние ряда факторов (погрешность формы, пространственное отклонение, погрешность установки, операционные допуски на размеры, класс шероховатости поверхности и т.п.)
3. величину отрицательного отклонения от номинального размера заготовки
4. все выше перечисленные величины

13. Корпусные массивные детали не изготавливают из заготовок, полученных из:
1. Серого и ковкого чугунов
2. Углеродистой стали
3. Модифицированного чугуна
4. Черной пластмассы

14. В чем заключается принцип совмещения баз?
1. В том, что сборочная база является установочной
2. В том, что сборочная база является измерительной
3. В том, что для выполнения всех операций обработки детали используют одну и ту же базу
4. В том, что сборочная база является одновременно установочной и измерительной

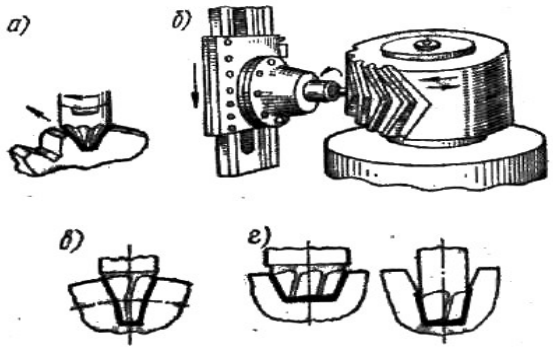
15. Погрешности, которые возникают при обработке, постоянные по значению и знаку, называют?
1. систематическими
2. случайными
3. систематически постоянными
4. специальными

16. Факторы, не влияющие на выбор способа получения заготовки:
1. Условия эксплуатации, испытываемые напряжения и нагрузки
2. Материал, геометрическая форма и размеры
3. Экономический фактор и тип производства
4. Время ее изготовления и срок службы парка оборудования

Тест13

1. На рисунке приведены эскизы нарезания зубчатых колёс пальцевыми фрезами.

На каком эскизе изображено черновое нарезание двууглловой фрезой?



1. а 2. б 3. в 4. г

2. Погрешности, допущенные в размерах и форме деталей и их взаимном расположении называют:
1. арифметическая погрешность:
2. случайная погрешность;
3. геометрическая погрешность;
4. систематическая погрешность.

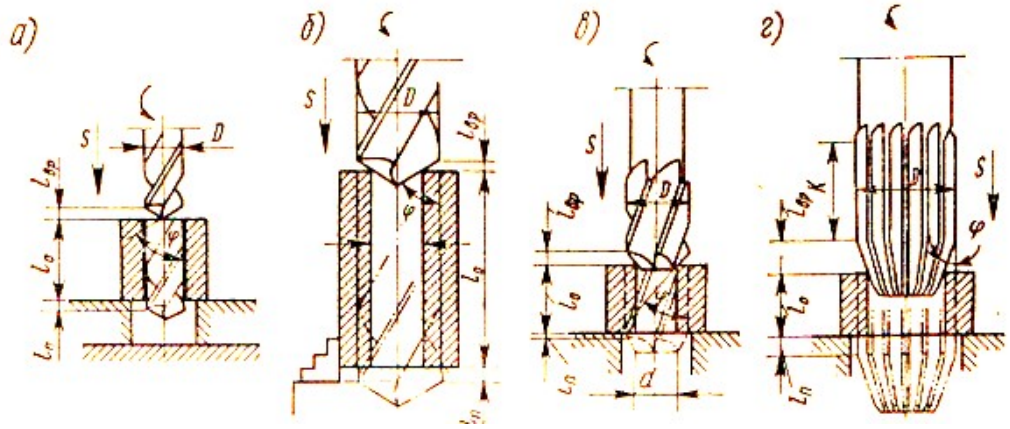
3. Деталь, содержащая систему отверстий и плоскостей, координированных друг относительно друга:
1. Корпус
2. Станина
3. Стол
4. Подставка

4. Факторы, не влияющие на выбор способа получения заготовки:
1. Условия эксплуатации, испытываемые напряжения и нагрузки
2. Материал, геометрическая форма и размеры
3. Экономический фактор и тип производства
4. Время ее изготовления и срок службы парка оборудования

5. Законченная часть технологической операции, характеризуемая постоянством применяемого инструмента, поверхностей, образуемых обработкой, или режима резания – это..
1. технологический ход
2. вспомогательный переход
3. технологический переход
4. вспомогательный ход

6. С какой операции начинается механическая обработка валов:
1. Центрование 2. Правка 3. Обдирка 4. Разрезание

7. По какой из схем определяют длину прохода инструмента при обработке отверстия методом зенкерования?



8. Поверхность детали, которая служит только для её установки при обработке, не сопрягается с другой деталью совместно работающей в собранной машине:
1. Основной установочной базой
2. Измерительной установочной базой
3. Конструктивной базой
4. Вспомогательной установочной базой

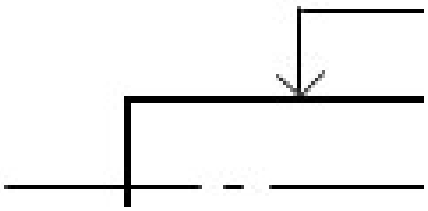
9. Какая карта содержит описание тех. процесса изготовления и контроля изделия по всем операциям отдельного вида работ, выполняемых в одном цехе в технологичной последовательности, суказаниям данных по оборудованию, оснастке, материалам и трудовым нормативам:
1. Карта эскизов
2. Маршрутная карта
3. Оперативная карта
4. Карта технологического процесса

10. Что называют основной установочной базой?
1. такие поверхности детали, которыми она устанавливается для обработки в определенном положении, относительно станка;
2. поверхность детали, которая служит для установки детали при обработке и сопрягается с другой деталью, совместно работающей в собранной машине, или оказывает влияние на работу данной детали в машине;
3. поверхность детали, которая служит только для её установки при обработке, не сопрягается с другой деталью, совместно работающей в собранной машине, и не оказывает влияние на работу данной детали в машине;

4. поверхность, от которой при измерении производится непосредственный отчет размеров.

11. Скольких степеней свободы лишена деталь при следующей схеме базирования
1. 6 2. 5 3. 3 4. 4

12. Степень соответствия изготовленной детали заданным размерам, форме и иным характеристикам:
1. Точность обработки
2. Чистота обработки
3. Погрешность
4. Технологичность



13. Процесс, связанный с изменением размеров, формы или свойств материала заготовки, выполняемый в определенной последовательности:
1. Процесс изготовления
2. Технологический процесс
3. Производственный процесс
4. Операционный процесс

14. По какой формуле определяется основное (технологическое) время для точения на токарных станках?

1. $t_0 = \frac{l*i}{n*s}$ 2. $t_0 = \frac{l}{n*s}$ 3. $t_0 = \frac{l}{3n*s}$ 4. $t_0 = \frac{L}{S_M}$

15. Слой материала, удаляемый для достижения заданной точности и качества обрабатываемой поверхности, называют?
1. припуск
2. окончательная термическая обработка
3. предварительная термическая обработка
4. промежуточная термическая обработка

16. Признаком соответствия детали заданным требованиям не является:
1. Точность формы и размеров
2. Точность взаимного расположения поверхностей
3. Степень шероховатости поверхности
4. Время изготовления

Тест 14

1. При черновой обработке точность после сверления будет . .
1. JT11 2.JT14 3.JT8 4.JT4

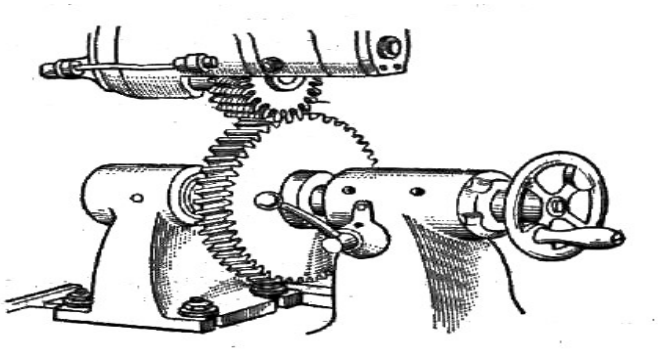
2. При установлении нормы времени необходимо обеспечить следующие условия:
1. в норму времени должны быть включены те ручные приемы, которые могут быть выполнены одновременно с работой станка, т.е перекрыты машинным временем;
2. в норму времени должно включаться время на исправление забракованных деталей или на изготовление взамен их новых;
3. должны быть применены наиболее эффективные для данной работы приспособления и инструменты.

3. Процесс, связанный с изменением размеров, формы или свойств материала заготовки, выполняемый в определенной последовательности:
1. Процесс изготовления
2. Технологический процесс
3. Производственный процесс
4. Операционный процесс

4. В состав вспомогательного времени не входит:
1. Время управления станком и перемещения инструмента
2. Время на установку, закрепление и снятие приспособления, инструмента и детали
3. Время на приемы измерения
4. Подготовительно – заключительное время

5. Слой металла, подлежащий удалению с поверхности заготовки в процессе обработки для получения готовой детали:
1. Припуск
2. Допуск
3. Напуск
4. Запуск

6. Какой вид отделки зубчатых колёс показан на рисунке?



1. Обкатка
2. Шевингование
3. Шлифование
4. Хонингование

7. Время нарезания резьбы резцом:

1. $t_O = \frac{l + l_{bp} + l_n}{n * S} * g$
2. $t_O = \frac{l + l_{bp} + l_n}{n_P * S} * i + \frac{l + l_{вр} + l_n}{n_o * S}_n * i$
3. $t_O = \frac{(l_o + l_{bp} + l_n)}{n * S}$
4. $t_O = \frac{(l_o + l_{bp} + l_n) * П * Д_H}{S * S_O * n_p * z_p} * i$

8. Сколько шпинделей имеет фрезерно-центровальный станок?
1. 3 2.4 3. 6 4. 1

9. Время нарезания резьбы на валах определяется:

1. $t_O = \frac{l + l_{bp} + l_n}{n * S} * g$
2. $t_O = \frac{l + l_{bp} + l_n}{n_P * S} * i + \frac{l + l_{вр} + l_n}{n_o * S}_n * i$
3. $t_O = \frac{(l_o + l_{bp} + l_n)}{n * S}$
4. $t_O = \frac{(l_o + l_{bp} + l_n) * П * Д_H}{S * S_O * n_p * z_p} * i$

10. Поверхность, от которой при измерении производится непосредственный отсчет размеров, называется:
1. Основной установочной базой
2. Сборочной базой
3. Измерительной базой
4. Конструктивной базой

11. Как называется установочная база детали, которая служит только для её установки?
1. Установочная
2. Вспомогательная
3. Основная
4. Измерительная

12. Заготовками для изготовления деталей машин не служат:
1. Отливки чугунные, стальные, из цветных металлов, из пластмасс
2. Поковки и штамповки
3. Прокат из стали и цветных металлов
4. Прокат из чугуна

13. Признаком соответствия детали заданным требованиям не является:
1. Точность формы и размеров
2. Точность взаимного расположения поверхностей
3. Степень шероховатости поверхности
4. Время изготовления

14. Время, которое не входит в норму штучного времени и определяется отдельно на всю партию деталей, называется?
1. Подготовительно-заключительное время
2. Оперативное время
3. Основное время
4. Калькуляционное время**.**

15. Законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте, называется?
1. производственно-технологическим процессом
2. технологическим процессом
3. производственным процессом
4. технологической операцией

16. Законченная часть технологического перехода в виде однократного перемещения инструмента относительно заготовки сопровожденного изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки?
1. вспомогательный ход
2. рабочий ход
3. вспомогательный переход
4. технологический переход

Тест 15

1. Детали типа валов признаются технологичными, если они отвечают следующим требованиям:
1. возможность вести обработку проходными резцами;
2. увеличение диаметров поверхностей от середины к торцам вала;
3. жесткость вала обеспечивает достижение необходимой точности при обработке (*l*:*d*<15 ... 17).;
4. возможность замены закрытых шпоночных пазов открытыми.

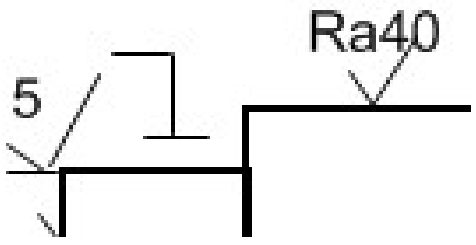
2. Содержание маршрутной карты:
1. содержит описание тех. процесса изготовления и контроля изделия по всем операциям различных видов работ в технолог.последовательности и указанием данных по оборудованию, оснастке и т. п.
2. содержит графическую иллюстрацию тех. процесса изготовления детали.
3. содержит описание тех. процесса изготовления и контроля изделия по всем операциям отдельного вида работ.
4. содержит описание операции тех. процесса изготовления изделия с расчленением по переходам и указанием данных по оборудованию, оснастке и т. п.

3. Сколько основных переходов потребуется для обработки валика:
1) 4
2) 6
3) 5
4) 3

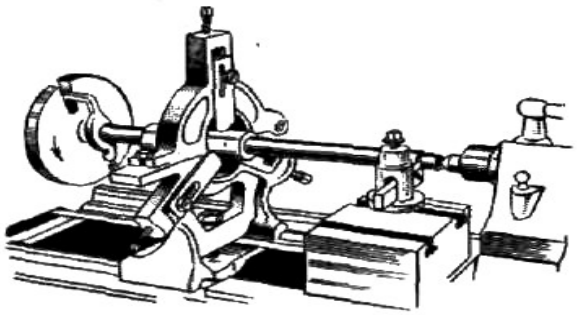
4. Процесс, связанный с изменением размеров, формы или свойств материала заготовки, выполняемый в определенной последовательности:
1. Процесс изготовления
2. Технологический процесс
3. Производственный процесс
4. Операционный процесс

5. Как называется явление повышение твердости поверхностного слоя после обработки:
1. нарост
2. остаточное явление
3. наклеп
4. усадка

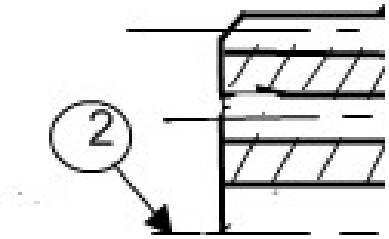
6. Что изображено на рисунке?



1. Обработка вала на токарном станке в центрах с применением неподвижного люнета
2. Обработка вала на токарном станке в центрах с применением подвижного люнета
3. Установка вала в центрах с поводковым патроном
4. Шлифование вала



7. Какой вид шлифования является методом особо чистой доводки поверхности деталей:
1. Бесцентровое шлифование
2. Шлифование абразивной лентой
3. Суперфиниш
4. Шлифование способом продольной подачи



8. Законченная часть технологической операции характеризуемая постоянством применяемого инструмента, поверхностей образуемых обработкой и режимом обработки.
1. Технологический процесс;
2. Вспомогательный процесс;
3. Технологический переход;
4. Вспомогательный ход.

9. Определение оперативного времени осуществляется суммой:
1. Основное и вспомогательное
2. Основное и подготовительно-заключительное время
3. Основное и время управление станком
4. Основное, вспомогательное и подготовительно-заключительное время

10. Металлизация это:
1. Анодно-механическое разрезание металла
2. Покрытие посредством распыления, расплавленного металла.
3. Холодная правка металлических деталей
4. Обработка в растворе серной кислой меди

11. Основное и вспомогательное время в сумме составляет:
1. Оперативное время
2. Подготовительно – заключительное время
3. Штучно – калькуляционное время
4. Время организационного обслуживания

12. Укажите конструкторскую базу на детали:
1. 1
2. 2
3. 3

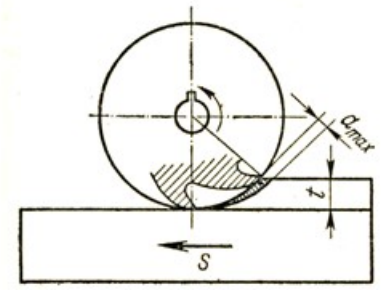
4. 4

13. Интервалом времени, через который периодически производится выпуск изделий определенного наименования и типоразмера, называется:
1. Среднее штучное время
2. Основное время
3. Такт выпуска
4. Фонд рабочего времени

14. При обработке наружных поверхностей тел вращения базой для выполнения ряда операций будут являться:
1. Цилиндрическая поверхность
2. Торцы детали
3. Центровые отверстия
4. Крайние шейки детали

15. Операция по созданию чистовой технологической базы при обработке валов?
1. Фрезерно-центровальная
2. Токарная
3. Обдирочная
4. Разрезная

16. На данной схеме изображено?
1. Попутное фрезерование.
2. Встречное фрезерование
3. Продольное фрезерование.
4. Поперечное фрезерование.



ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

1. Основные этапы процесса производства машин.
2. Общие понятия о типах производств.
3. Общие понятия о базировании заготовок и погрешность базирования.
4. Классификация баз при механической обработке.
5. Основные принципы базирования. Примеры погрешностей базирования.
6. Исходные данные для проектирования технологического процесса.
7. Основные правила построения плана обработки отдельных поверхностей при механической обработке.
8. Технологические характеристики получения заготовок методами литья.
9. Технологические характеристики получения заготовок методами пластического деформирования.
10. Технологичность конструкции деталей машин. Показатели технологичности.
11. Общие понятия о припусках и способах их определения.
12. Расчетно-аналитический метод определения минимальных припусков и межоперационные размеры.
13. Состав штучного времени при механической обработке.

14. Расчет основных элементов штучного времени.
15. Производственный и технологические процессы. Их сущность
16. Структура технологического процесса механической обработки. Причины, определяющие постоянство этой структуры.
17. Принципы концентрации и дифференциации при построении технологических процессов.
18. Основные принципы разработки маршрутного технологического процесса.
19. Типизация технологических процессов.
20. Метод групповой обработки в машиностроении.
21. Составные части технологического процесса.
22. Точность обработки (общие понятия). Методы расчета точности.
23. Качество поверхности и его влияние на эксплуатационные свойства деталей машин.
24. Критерии оценки шероховатости поверхности и методы определения шероховатости.
25. Факторы, влияющие на качество обработанной поверхности.
26. Жесткость технологической системы и ее влияние на точность обработки.
27. Экономическая и достижимая точность обработки.
28. Методы учета случайных погрешностей при механической обработке.
1. Технологическая подготовка производства. Ее состав и значение.
29. Понятие о систематических и случайных погрешностях при обработке.
30. Основные этапы технологического процесса изготовления осей и валов.
31. Обработка конических поверхностей.
32. Обработка фасонных и эксцентричных поверхностей.
33. Методы учета случайных погрешностей при механической обработке.
34. Основные этапы технологии изготовления корпусных деталей.
35. Технология изготовления рычагов.
36. Методы изготовления зубчатых колес.
37. Нарезание зубчатых колес по методу обкатки.
38. Нарезание зубчатых колес по методу копирования.
39. Отделочная обработка зубчатых колес.
40. Методы нарезания наружной и внутренней резьбы.
41. Методы обработки шлицевых поверхностей.
42. Выбор вариантов при разработке технологического процесса.
43. Технологическая документация, ее виды и области применения.
44. Структура себестоимости изготовления деталей в машиностроении.

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

Задание 1. При обработке нежестких валиков (l/d = 10) в центрах. Часть учащихся работала проходными резцами с углом в плане $\varphi = 45^{o}$, другие – проходными упорными резцами. В результате детали, выточенные резцом с углом $\varphi = 45^{o}$, имели бочкообразную форму на наружной цилиндрической поверхности, а те, что обрабатывались упорным резцом, были сданы без дефекта. Ваши размышления о причине этого несовпадения.

Задание 2. В процессе обтачивания наружной цилиндрической поверхности и подрезания торца на заготовках обратил внимание, что

– при подрезании торца на заготовках у него остается не срезанный уступ;

– процесс резания сопровождается вибрациями и тонким свистящим звуком

– резец, которым он работал, быстро износился по задней поверхности и требует переточки.

Станок, на котором он работал, был нормальной жесткости. В чем причина наблюдаемых токарем явлений?

Задание 3. Обработка заготовки из стали 20 проводилась резцами из быстрорежущей стали марки Р6М5 на следующем режиме резания: t = 2 мм, S = 0,4 мм/об, V = 105 м/мин. Интенсивность износа этих резцов намного повысилась, что сказалось в сокращении периода стойкость с расчетных 40 минут до фактических 15 минут. Как вы думаете, почему?

Задание 4. Токарь в процессе обтачивания наружной цилиндрической поверхности и подрезания торца на заготовках обратил внимание, что

- при подрезании торца на заготовках у него остается не срезанный уступ
- процесс резания сопровождается вибрациями и тонким свистящим звуком;
- резец, которым он работал, быстро износился по задней поверхности и требует переточки. Станок, на котором он работал, был нормальной жесткости. В чем причина наблюдаемых токарем явлений?

Задание 5. При обработке нежестких валиков (l/d = 5) в патроне. Часть учащихся работала проходными резцами с углом в плане φ = 45°, другие – проходными упорными резцами. В результате детали, выточенные резцом с углом φ = 45°, имели конусную форму на наружной цилиндрической поверхности, а те, что обрабатывались упорным резцом, были сданы без дефекта. Ваши размышления о причине этого несовпадения.

Задание 6. Деталь (втулку) изготовляют в условиях серийного производства и из горячекатаного проката, разрезанного на штучные заготовки. Все поверхности обрабатываются однократно. Токарная операция выполняется согласно двум операционным эскизам по установкам (рис.1.).

Требуется: произвести анализ операционных эскизов и других исходных данных; установить содержание операции и сформулировать ее наименование и содержание; установить последовательность обработки заготовки в данной операции; описать содержание операции по переходам.

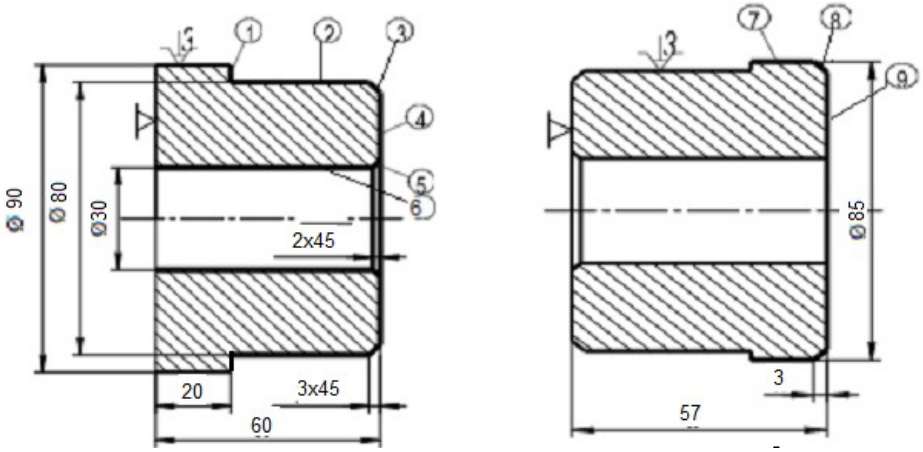


Рис.1 Операционные эскизы

*Задание 7.*На наружной поверхности вала (рис. 2.) задан допуск формы, обозначенный условным знаком по СТСЭВ 368–76. Окончательную обработку этой поверхности предполагается выполнить шлифованием на круглошлифовальном станке модели 3М151.

Требуется: установить наименование и содержание условного обозначения указанного отклонения; установить возможность выдержать требование точности формы этой поверхности при предполагаемой обработке.

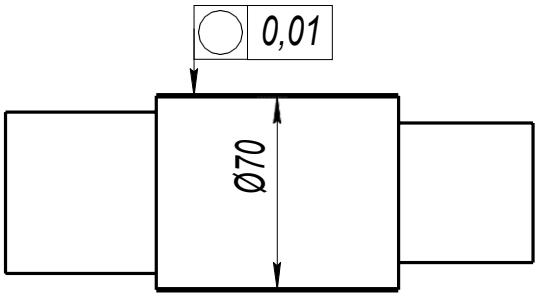


Рис. 2.2. Эскиз вала

*Задание 8.***.** На рис. 3 изображено приспособление для обработки на станке. Нужно, пользуясь рисунком, выявить технологическую базу, принятую для базирования заготовки, и представить схему базирования заготовки; сделать вывод о правильности выбора опорных точек по количеству и размещению их.

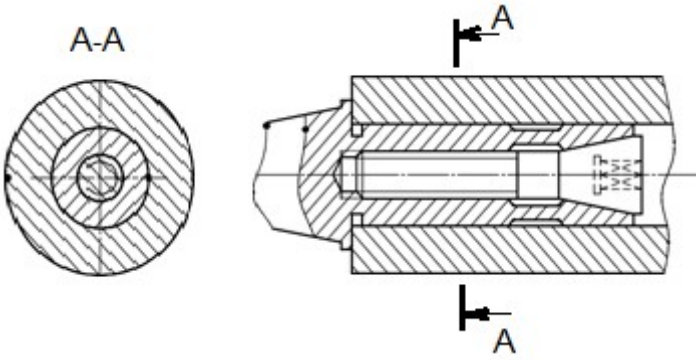


Рис. 3. Приспособление – оправка.

Задание 9. С целью повысить технико-экономическиепоказатели технологического процесса предложено два варианта выполнения у детали элементов в конструкции корпуса, изготовляемого из отливок (рис. 4 *а, б*).

Требуется оценить их технологичность.

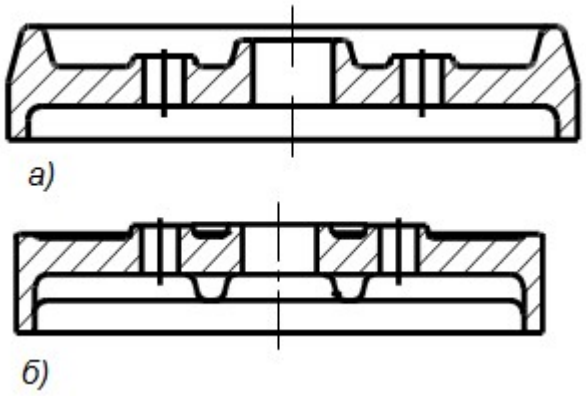


Рис. 4. Варианты отливок

Задание 10. Один и тот же элемент конструкции детали машины может быть, конструктивно решен различно. Эти решения представляют двумя эскизами (варианты на рис. 5).

Требуется провести анализ сравниваемых эскизов конструкций на технологичность и обосновать выбор элемента конструкции детали.

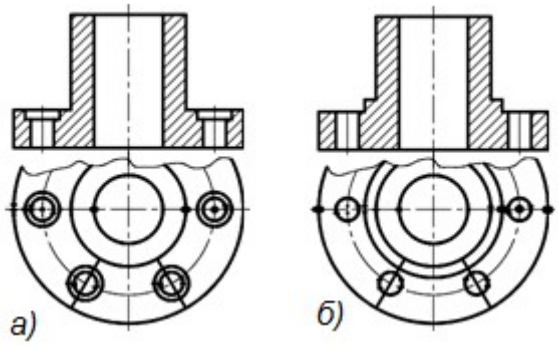


Рис. 5. Варианты конструкции

Задание 11. Многоступенчатый вал (рис. 6) изготовляется из штампованной поковки повышенной точности (I класс). Заготовка прошла фрезерно-центровальную обработку, в результате которой были подрезаны торцы и созданы центровые отверстия.

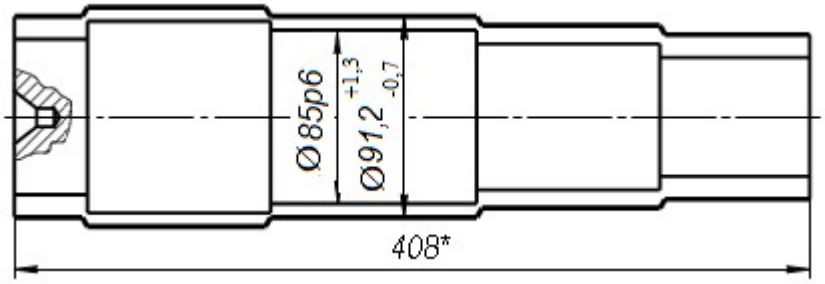


Рис. 6. Заготовка – поковка

Наружная цилиндрическая поверхность одной ступени вала имеет диаметр $d_д$= 85p6$\left(85^{+0,3}_{-0,1}\right)$ шероховатостьюRa 1,25. Ступень исходной заготовки имеет диаметр $d_o = 91{,}2^{+1,3}_{-0,7}$,шероховатость Rz250 (Ra60).

Требуется: выбрать последовательность обработки и провести анализ исходных данных; установить статистическим методом (по таблицам) операционные припуски на каждый переход; рассчитать промежуточные размеры для выполнения каждого технологического перехода.

Задание 12. У цилиндрических втулок с наружным диаметром $d = 80_{-0,2}$ мм и внутренним $D = 40^{+0,05}$ мм требуется фрезеровать шпоночный паз шириной$B = 18^{+0,1}$ мм, выдерживая размер $H = 70_{-0,02}$ и $h = 90^{+0,3}$ мм (рис. 6). Смещение оси шпоночного паза е относительно диаметральной плоскости втулки не должно превышать 0,1 мм.

Для проектирования приспособления выбрать одну из шести показанных схем установки, для которой расчетная погрешность базирования при выполнении размеровB, H и h и отклонение от соосности минимально.

Максимальный зазор при установке заготовки на палец или во втулку S_{max}= 0,01 мм. Допуск на изготовление установочного пальца и центрирующей втулки равен 0,02 мм.

Оценить возможные преимущества каждого метода базирования с точки зрения простоты и надежности установки. Для всех шести способов показать теоретические схемы базирования.

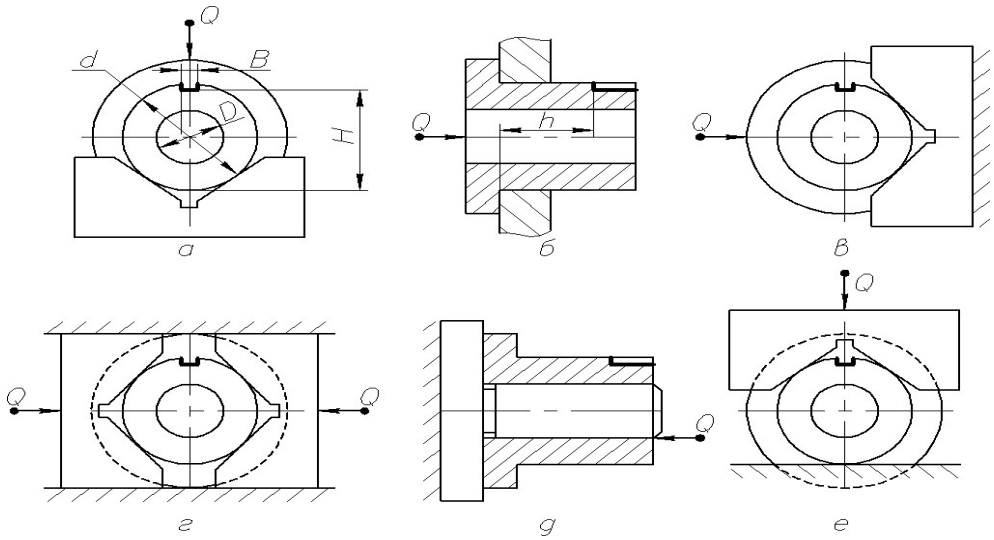


Рис. 7. Схемы установки

Задание 13. На эскизе (рис. 8) обозначено техническое требование к точности взаимного расположения поверхностей детали. Предполагается окончательную обработку верхней плоскости выполнить чистовым фрезерованием на вертикально-фрезерном станке согласно операционному эскизу, изображенному на рис. 7.

Требуется: изложить наименование и содержание технического требования; установить по технологическим справочникам точность взаимного расположения поверхностей детали в зависимости от типа оборудования; сделать заключение о возможности выполнить указанное требование.

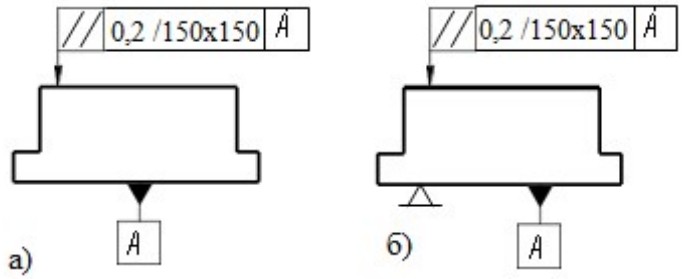


Рис. 8
а) конструктивные требования; б) операционный эскиз

Задание 14. На рабочем чертеже детали «Вал ступенчатый» показаны допуски на взаимное расположение поверхностей вала (рис. 9).

Требуется: описать содержание указанного допуска; перечислить возможные способы обработки и условия выполнения указанных требований к точности; указать способ контроля.

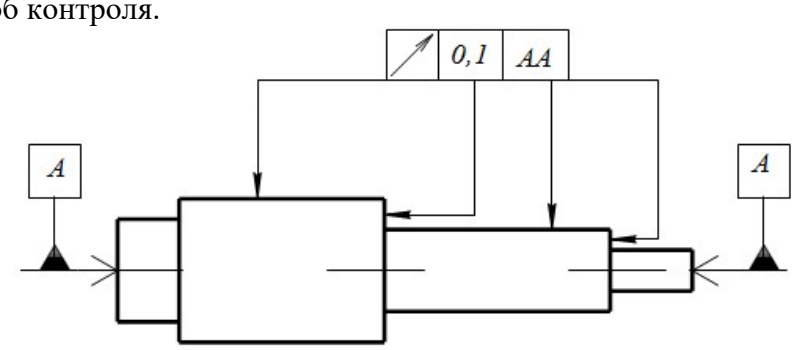


Рис. 9. Требования к расположению поверхностей

*Задание 15.***.** Ступенчатый вал (рис. 10) подвергается черновой токарной обработке в условиях мелкосерийного производства. В качестве заготовки принимается горячекатаный прокат круглого сечения нормальной точности. Исходная заготовка – штучная диаметром 80 мм, массой 17 кг. Токарной обработке предшествовала обработка торцов с выдерживанием размера 430 мм и зацентровка их с двух сторон. Материал детали – сталь 40Х ГОСТ 4543–74 (δ_B = 700МПа).
Требуется спроектировать токарно-винторезную операцию на указанную обработку.

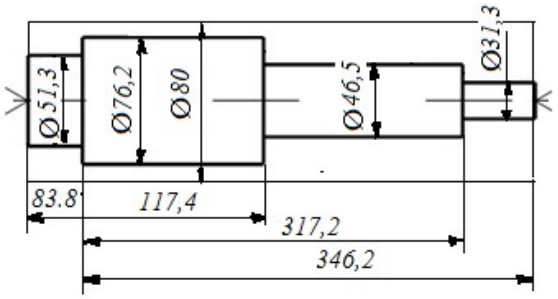


Рис. 10. Эскиз детали

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ЭГО
(протокол № 1 от 18.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Д. И. Симисинов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

по дисциплине

Б1.В.03 ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)

Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Авторы: Глинникова Т. П., Волегов С. А.

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

Введение …… 3
1. Общие положения……..... 3
1.1. Состав и объем контрольной работы…….3
1.2. Методические рекомендации к выполнению контрольной работы……. 3
2. Варианты контрольных заданий …….. 4
Литература…….…….. 11

ВВЕДЕНИЕ

Особое место в подготовке выпускников машиностроительных специальностей занимает их технологическая подготовка, основы которой закладываются при изучении дисциплины «Технология конструкционных материалов».

Цель курса – дать будущим специалистам понятие о технологическом процессе, а также знания по выбору технологических методов производства и обработки заготовок машиностроительных изделий, обеспечивающих высокое качество продукции, экономию материалов, высокую производительность труда. Дать понятие о конструкционных материалах, их строении, свойствах и методах получения.

Задачи курса – изучение технологических методов получения и обработки заготовок и деталей машин, их технико-экономических характеристик и областей применения; принципиальных схем типового оборудования, оснастки, инструмента и приспособлений; основных вопросов технологичности конструкций заготовок с учетом их производства; технико-экономических характеристик процессов; техники безопасности и охраны окружающей среды.

1. Общие положения

1.1. Состав и объем контрольной работы

Контрольная работа выполняется в виде реферата объемом 10-15 машинописных листов формата А4, шрифт № 14, 1,5 интервала, Times New Roman.

Содержание работы:

- ответ на вопросы по заданию; примеры;
- список использованной литературы.

Титульный лист должен содержать:

- наименование учебного заведения, кафедры;
- подзаголовок (Контрольная работа по дисциплине «Технология конструкционных материалов»);
- номер варианта;
- фамилия, и. о. студента; номер группы;
- фамилия, и. о. преподавателя;
- год выполнения работы

1.2. Методические рекомендации к выполнению контрольной работы

Студенты, обучающиеся очно, выполняют одну контрольную работу. Задание и выбор вариантов находятся в соответствующих разделах настоящих методических указаний.

Ответы должны быть краткими, аргументированными и точными. При описании производственных процессов необходимо приводить схемы соот-

ветствующего оборудования с описанием его устройства и принципа действия. А для формообразующих процессов к тому же привести эскизы применяемых инструментов и оснастки.

В задачи контрольной работы входит изучение: физической сущности основных технологических методов получения заготовок и их обработки; технологических возможностей методов, их назначения, достоинств, недостатков и областей применения; принципиальных схем работы технологического оборудования, инструментов, приспособлений и оснастки; основ технологичности конструкций заготовок и деталей машин с учетом методов их получения и обработки.

2. Варианты контрольных заданий

Вариант 1

1. Исходные материалы для металлургии: руда, флюсы, огнеупоры, топливо; металлургическое производство и его продукция;
2. Производство цветных металлов
3. Определение углов токарного резца в статической системе координат, их назначение и влияние на процесс резания.

Вариант 2

1. Производство чугуна, выплавка чугуна, физико-химические процессы доменной плавки.
2. Литейные свойства сплавов: жидкотекучесть, усадка, смачиваемость, газопоглощение, химическая активность, ликвация. Сравнение литейных свойств стали и чугуна.
3. Формообразование зубчатых колес резанием. Сущность методов нарезания зубчатых колес копированием и обкатыванием. Основные преимущества и недостатки методов.

Вариант 3

1. Сущность процессов шлакования; роль шлаков и флюсов в металлургии (на примере доменной плавки).
2. Литье по выплавляемым моделям: исходные материалы и технология изготовления оболочки; область применения способа. Схематически изобразите основные этапы: получение модели в прессформе, блок моделей, нанесение оболочки, выплавление модельного состава, полученный блок отливок.
3. Виды и сущность программного управления металлообрабатывающими станками. Упрощенная структурная схема цикловой системы управления.

Вариант 4

1. Сущность доменного процесса; исходные материалы для получения чугуна, продукты доменной плавки, оценка эффективности работы доменной печи. Схема и принцип работы доменной печи.
2. Литье в песчаные формы: конструкция формы, литейная оснастка, формовочные материалы, область применения. Преимущества и недостатки литья в песчаные формы.

3. Особенности устройства металлообрабатывающих станков с ЧПУ. Назначение и основные преимущества станков.

Вариант 5

1. Сталь. Сущность процесса получения стали методом прямого восстановления железа из руды. Приведите примеры восстановительных химических реакций при прямом восстановлении железа из руды.

2. Основные законы обработки давлением: постоянства объема наименьшего сопротивления, подобия; использование их в практике.

3. Основные конструктивные части металлорежущих инструментов. Основные поверхности и кромки токарного резца.

Вариант 6

1. Сущность процессов шлакования; роль шлаков и флюсов в металлургии (на примере доменной плавки).

2. Инструментальные материалы: инструментальные стали, твердые сплавы, режущая керамика, сверхтвердые инструментальные материалы. Их назначение и обозначение.

3. Схема образования стружек при резании металлов. Основные виды стружек и способы стружколомания.

Вариант 7

1. Окислительно-восстановительные реакции в металлургии (на примере производства чугуна и стали).

2. Устройство привода подачи токарно-винторезного станка и его основные элементы; механизмы реверса, гитары сменных зубчатых колес, множительные механизмы, предохранительные муфты, ходовые валы и винты.

3. Тепловые процессы при сварке: эффективная тепловая мощность, тепловой баланс, погонная энергия. Влияние нагрева на строение сварного шва и околошовной зоны. Горячие и холодные трещины при сварке. Методы борьбы с горячими и холодными трещинами.

Вариант 8

1. Сущность доменного процесса; исходные материалы для получения чугуна, продукты доменной плавки, оценка эффективности работы доменной печи. Схема и принцип работы доменной печи.

2. Объемная штамповка; роль объемной штамповки в машиностроении. Сущность открытой и закрытой штамповки; способы получения сложных заготовок.

3. Основные способы разработки управляющих программ для металлообрабатывающих станков с программным управлением.

Вариант 9

1. Литье в кокиль: требования к кокилю и отливкам, облицованные кокили; область использования процесса. Принципиальная схема кокиля. Преимущества и недостатки пресса.

2. Металлобрабатывающие станочные системы (МСС). Назначение и их классификация. Основные виды и составные части гибких производствен-

ных систем. Металлообрабатывающие автоматические линии, их разновидности и основные составные части.

3. Прокатка металла: роль продукции прокатного производства в машиностроении; измерение деформации при прокатке, условие захвата заготовки валками, валки и калибры, продукция прокатного производства, периодический прокат. Принципиальная схема продольной прокатки.

Вариант 10

1. Сталь. Сущность процесса получения стали методом прямого восстановления железа из руды. Приведите примеры восстановительных химических реакций при прямом восстановлении железа из руды.

2. Классификация отливок и способов литья по масштабу производства и технологическому принципу (примеры литья в разовые и постоянные формы).

3. Автоматическая и механизированная сварка под флюсом: Принципиальные схемы, сварочные материалы, преимущества процесса и область применения.

Вариант 11

1. Литье под давлением: сущность процесса, область использования. Принципиальная схема формы для литья под давлением. Преимущества и недостатки процесса.

2. Формирование деталей машин электрофизикохимическими методами. Назначение, преимущества и недостатки методов. Сущность электроэрозионных, электрохимических, ультразвуковых и лучевых методов.

3. Строение и свойства электрической дуги. Требования к источникам сварочного тока. Напряжение холостого хода для источников постоянного и переменного тока. Внешняя характеристика источника сварочного тока.

Вариант 12

1. Сущность процесса передела чугуна на сталь. Сравнительная характеристика основных способов производства стали: в конвертерах, мартенах, электропечах.

2. Сверление. Основные типы сверлильных станков и их назначение. Параметры режима резания при сверлении (V, S, t, ТО) и последовательность их рационального сочетания.

3. Способы окончательной обработки рабочих поверхностей деталей машин поверхностным пластическим деформированием: обкатывание, выглаживание, дорнирование, ударное раскатывание, центробежная обработка и чеканка. Назначение способов, инструменты и схема обработки

Вариант 13

1. Кислородно-конвертерный способ получения стали: исходные материалы, технология, технико-экономические показатели. Схема кислородного конвертера.

2. Литье в оболочковые формы: исходные материалы, технология изготовления оболочки; область применения способа. Схема получения отливки. Преимущества и недостатки литья в оболочковые формы.

3. Устройство приводов главного движения токарно-винторезных станков: движители, клиноременные передачи, механизмы включения и выключения привода, механизмы реверса, множительные механизмы, тормоза.

Вариант 14

1. Мартеновский способ получения стали: исходные материалы, технология, технико-экономические показатели; работа и устройство двухванного мартена. Схемы мартеновской печи и двухванного мартена.

2. Классификация способов окончательной обработки рабочих поверхностей деталей машин с использованием абразива и методами поверхностного пластического деформирования. Хонингование, суперфиниш, доводка (притирка) и полирование: назначение, инструменты, схема обработки.

3. Основные литейные сплавы: чугуны, силумины, бронзы, стали; связь их литейных свойств с технологией изготовления и качество литейной продукции.

Вариант 15

1. Плавка стали в электропечах: сущность процесса исходные материалы, преимущества, область использования. Схема электропечи для выплавки стали.

2. Литейные свойства сплавов: жидкотекучесть, усадка, смачиваемость, газопоглощение, химическая активность, ликвация. Сравнение литейных свойств стали и чугуна.

3. Дуговая сварка в углекислом газе: принципиальная схема, источники сварочного тока, сварочные материалы, режимы сварки; область применения.

Вариант 16

1. Пути повышения качества стали: обработка синтетическими шлаками, дегазация вакуумированием, электрошлаковый переплав. Объясните сущность каждого метода и дайте схему электрошлакового переплава.

2. Износ и стойкость металлорежущих инструментов. Причины износа и параметры, характеризующие износ на примере токарных резцов. Определение стойкости металлорежущих инструментов. Обозначение стойкости и средняя ее величина у токарных резцов.

3. Наклеп обработанных поверхностей заготовок из металла при обработке резанием. Схема, поясняющая образование наклепа. Отрицательные и положительные свойства наклепа поверхности. Способы борьбы с отрицательными свойствами наклепа.

Вариант 17

1. Производство стали сущность процесса.

2. Пластичность металлов, влияние на пластичность химического состава, температуры нагрева, схемы напряженного состояния, скорость деформации.

3. Понятие о горячей и холодной обработке металлов давлением. Наклеп и рекристаллизация. Изменение механических свойств при наклепе и при последующем нагреве.

Вариант 18

1. Сущность процесса передела чугуна на сталь. Сравнительная характеристика основных способов производства стали: в конвертерах, мартенах, электропечах.

2. Листовая штамповка; использование листовой штамповки в машиностроении. Основные операции листовой штамповки: вырубка заготовок, усилие вырубки; вытяжка, коэффициент вытяжки, усилие вытяжки. Принципиальные схемы вырубки и вытяжки. Формула для подсчета усилия вырубки.

3. Металлургические процессы при сварке: диссоциация веществ, насыщение металла O, N, H, процессы раскисления, шлакования, рафинирования металла сварного шва.

Вариант 19

1. Кислородно-конвертерный способ получения стали: исходные материалы, технология, технико-экономические показатели. Схема кислородного конвертера.

2. Центробежное литье: сущность процесса, область использования, преимущества и недостатки. Принципиальная схема центробежного литья.

3. Ковка металла; область использования ковки, деформация металла при ковке, основные операции, оборудование для ковки и область его использования. Принципиальные схемы.

Вариант 20

1. Мартеновский способ получения стали: исходные материалы, технология, технико-экономические показатели; Схемы мартеновской печи. Классификация способов сварки по технологическому принципу, по степени механизации, по энергетическому принципу

2. Силы резания. Схема, поясняющая образование силы сопротивления резанию. Силы, действующие на резец при продольном точении их использование в практике.

3. Пайка металлов: флюсы и припои при пайке. Принципиальное различие между сваркой и пайкой.

Вариант 21

1. Плавка стали в электропечах: сущность процесса исходные материалы, преимущества, область использования. Схема электропечи для выплавки стали.

2. Нагрев металлов перед обработкой давлением. Основные параметры нагрева: температурный интервал обработки давлением, скорость нагрева, время выдержки заготовки в печи; способы нагрева.

3. Ацетилено-кислородная сварка: сущность процесса, оборудование, режимы сварки.

Вариант 22

1. Пути повышения качества стали: обработка синтетическими шлаками, дегазация вакуумированием, электрошлаковый переплав. Объясните сущность каждого метода и дайте схему электрошлакового переплава.

2. Аргонодуговая сварка: принципиальные схемы и разновидности, область использования.

3. Основные типы токарных станков и их использование в основных видах производства. Классификация токарных резцов по характеру выполняемых операций, по направлению подачи, по форме головки, по конструкции. Основные виды приспособлений к токарным станкам и их назначение.

Вариант 23

1. Разливка стали; разливка в изложницы, непрерывная разливка; строение стального слитка. Представьте схемы разливки в изложницы сверху и снизу, схему непрерывной разливки стали; схемы слитков спокойной и кипящей стали.

2. Схема, поясняющая образование нароста на резце и обработанной поверхности при точении металла. Причины образования нароста, положительные и отрицательные его свойства. Способы устранения нароста на резце при точении металлов.

3. Параметры режима шлифования на примере круглого наружного шлифования и последовательность определения их рационального сочетания. Схемы продольного круглого, глубинного шлифования и шлифования врезанием.

Вариант 24

1. Выбор метода и способа и способа получения заготовки, основные факторы, влияющие на выбор способа получения заготовки.

2. Ручная дуговая сварка: принципиальная схема, источники тока, сварочные материалы, режимы сварки. Приведите примеры: марки электродной проволоки, марка электрода, тип электрода

3. Основные виды шлифования их преимущества и недостатки. Технологические возможности шлифования по шероховатости и точности. Формообразование при шлифовании.

Вариант 25

1. Разливка стали; разливка в изложницы, непрерывная разливка; строение стального слитка. Представьте схемы разливки в изложницы сверху и снизу, схему непрерывной разливки стали; схемы слитков спокойной и кипящей стали.

2. Схемы методов копирования, следов, касания и обкатки при формообразовании деталей машин резанием.

3. Основные способы отделки рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес; шевингование, хонингование, шлифование, притирка, обработка, модификация зубьев. Назначение способов, инструменты и схемы обработки.

Вариант 26

1. Классификация отливок и способов литья по масштабу производства и технологическому принципу (примеры литья в разовые и постоянные формы).

2. Тепловые явления при резании металлов. Причины образования тепла. Отрицательное влияние образующегося тепла на заготовку и инструмент. Смазочно-охлаждающие технологические средства.

3. Классификация фрез по видам обрабатываемых поверхностей (плоских и фасонных), по конструкции фрез, по виду режущих зубьев, инструментальному материалу.

Вариант 27

1. Характеристика основных способов получения машиностроительных профилей; их сравнительная характеристика (прокатка, прессование, волочение). Принципиальные схемы указанных процессов

2. Сварочные материалы: сварочная проволока, сварочные электроды, флюсы, защитные газы. Марки электродной проволоки, тип и марка электрода. Состав и свойства электродных покрытий.

3. Формообразование деталей машин на токарных станках (Dr, Ds). Способы формообразования, выполняемые на универсальных токарно-винторезных станках. Разновидности токарной обработки; точение, растачивание, подрезание, отрезание. Технологические возможности токарной обработки по шероховатости и точности.

Вариант 28

1. Контактная сварка: стыковая, точечная, шовная, принципиальные схемы. Физическая сущность процесса контактной сварки. Выбор режима сварки.

2. Классификация и системы обозначения металлорежущих станков. Классификация металлообрабатывающих станков по виду обработки; степеням точности. Системы обозначения для серийных и специализированных станков.

3. Сверление. Формообразование отверстий (Dr, Ds). Шероховатость и точность отверстий, получаемых сверлением в конструкционных сталях. Классификация спиральных сверл по конструкции, длине, форме получаемых отверстий, инструментальному материалу, типу хвостовика и направлению стружкоотводящих канавок. Основные части спирального сверла.

Вариант 29

1. Сущность формообразования деталей машин резанием лезвийными и абразивными инструментами, методами поверхностного пластического деформирования; электроэрозионными, электрохимическими, ультразвуковыми и лучевыми методами.

2. Точность, обеспечиваемая при протягивании в деталях из конструкционных сталей. Формообразование при протягивании (Dr, Ds). Основные типы протяжек станков, используемых в промышленности. Основные части протяжек и прошивок. Параметры режима резания при протягивании.

3. Схемы нарезания зубчатых колес на зубофрезерных и зубодолбежных станках.

Вариант 30

1. Основные характеристики процессов формообразования деталей машин резанием: скорость резания, скорость подачи, глубина резания, основное технологическое время при вращательном движении инструмента (заготовки). Определение рабочих движений инструмента (заготовки) при формообразовании деталей (Dr, Ds, Dk, De) (например, точения).

2. Зенкерование и развертывание. Цели зенкерования и развертывания. Шероховатость и точность отверстий в конструкционных сталях, достигаемые при зенкеровании и развертывании. Классификация зенкеров и разверток: по виду привода, форме обрабатываемых отверстий по конструкции; по инструментальным материалам. Основные части зенкера и развертки. Параметры режима резания при сверлении и развертывании.

3. Оборудование для объемной штамповки, его характеристика и область использования. Принципиальные схемы.

Рекомендуемая литература:

1. Технология конструкционных материалов: Учебник для студентов машиностроительных специальностей / Под ред. .-5-е изд., исправленное М. Машиностроение, 2004.-512 с., ил.

2. Кучер А. М. Технология конструкционных материалов. Учебник – СПб, 2003 г.

3. Кнорозов, Б. В. и др. Технология металлов и материаловедение. М.: Металлургия, 1987. – 800 с.

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Хазин М. Л.,Глинникова Т. П., Волегов С. А.

Технология конструкционных материалов

Учебно-методическое пособие по практической и самостоятельной работе по темам «Обработка металлов давлением», «Сварка», «Обработка металлов резанием» для студентов направления бакалавриата: 15.03.01- «Машиностроение», 15.03.02 - «Технологические машины и оборудование» (ТМО) и среднего профессионального образования 15.02.01 -«Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)» *очного и заочного обучения*

Екатеринбург
2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
методической комиссией
горно-механического факультета
«___» _____ 2016 г.
Председатель комиссии
_____проф. Барановский В. П.

Хазин М. Л., Глинникова Т.П., Волегов С.А.

Технология конструкционных материалов

Учебно-методическоепособие по практической и самостоятельной работе по темам
«Обработка металлов давлением», «Сварка»,
Обработка металлов резанием»
для студентов направления бакалавриата:
150700 - «Машиностроение»,
151000 - «Технологические машиныи оборудование» (ТМО) и среднего профессионального образования
151031 - «Монтаж техническая эксплуатация промышленного оборудования(по отраслям)»
очного и заочного обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2016

Рецензент: *А. П. Комиссаров*, д-р техн. наук, профессор кафедры ГМК Уральского государственного горного университета

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры эксплуатации горного оборудования 18 ноября 2016 г. (протокол № 3) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Хазин М. Л., Глинникова Т. П., Волегов С. А.

Технология конструкционных материалов: Учебно-методическое пособие по практической и самостоятельной работе по темам «Обработка металлов давлением», «Сварка», «Обработка металлов резанием», «Литье», «Металлургическое производство» для студентов направления бакалавриата: 15.03.01 – «Машиностроение», 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование» (ТМО) и среднего профессионального образования 15.02.01 - «Монтаж техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)» очного и заочного обучения / М. Л.Хазин, Т. П. Глинникова, С. А. Волегов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016. 80 с.

Учебно-методическое пособие составлено для проведения практических и самостоятельных работ по дисциплине "Технология конструкционных материалов" В пособии изложены краткие теоретические сведения о получении металлов и методах их обработки давлением, сваркой, резанием,литьем. Приведены задания по каждой теме в соответствии с рабочей программой дисциплины «Технология конструкционных материалов», перечень основной и дополнительной литературы. В приложении приводятся справочные таблицы, необходимые для решения задач.

©Хазин М. Л., Глинникова Т. П., Волегов С. А.,
© Уральский государственный горный университет

Оглавление

1. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ 5
19. Опишите технологию производства гнутых профилей. 9
1.3. Волочение 9
1.4. Ковка 12
2. СВАРКА 17
2.1. Ручная сварка покрытыми электродами 21
3. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ 31
4. Литье
5. Получение металлов

1. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

1.1. Общая характеристика способа

Обработка металлов давлением - один из прогрессивных способов получения заготовок и деталей сложной конфигурации. При этом методе повышается коэффициент использования металла, уменьшаются отходы, улучшаются свойства металла, под влиянием приложенных внешних сил происходит изменение формы заготовок без нарушения их сплошности.

Основной задачей всех видов обработки давлением является придание металлу желаемой формы посредством процесса пластической деформации. В результате пластической деформации изменяются не только форма и размеры заготовки, но и структура и свойства исходного металла.

При обработке металлов давлением в заготовке под действием внешних сил возникают напряжения. Если они невелики, происходит упругая деформация, при которой атомы металла смещаются от положений устойчивого равновесия на очень малые расстояния, не превышающие межатомные. После снятия нагрузки атомы вследствие межатомного взаимодействия возвращаются в исходные положения устойчивого равновесия. Форма тела полностью восстанавливается и никаких остаточных изменений в металле не происходит. С увеличением внешней нагрузки напряжения в заготовке растут, что ведет к смещению атомов от положений устойчивого равновесия на расстояния, значительно превышающие межатомные. После снятия нагрузки атомы занимают новые места устойчивого равновесия, поэтому форма тела не восстанавливается. Такое необратимое изменение формы тела называется **пластической деформацией.** Способность металла подвергаться пластической деформации называется **пластичностью**.

Характер пластической деформации зависит от соотношения процессов упрочнения иразупрочнения. Принято различать виды деформации и, соответственно, виды обработки давлением.

Горячая деформация – деформация, после которой металл не получает упрочнения. Рекристаллизация успевает пройти полностью, новые равноосные зерна полностью заменяют деформированные зерна, искажения кристаллической решетки отсутствуют. Деформация-

имеет место при температурах выше температуры начала рекристаллизации.

Неполная горячая деформация характеризуется незавершенностью процесса рекристаллизации, которая не успевает закончиться, так как скорость ее недостаточна по сравнению со скоростью деформации. Часть зерен остается деформированными и металл упрочняется. Возникают значительные остаточные напряжения, которые могут привести к разрушению. Такая деформация наиболее вероятна при температуре, незначительно превышающей температуру начала рекристаллизации. Ее следует избегать при обработке давлением.

При *неполной холодной деформации* рекристаллизация не происходит, но протекают процессы возврата. Температура деформации несколько выше температуры возврата, а скорость деформации меньше скорости возврата. Остаточные напряжения в значительной мере снимаются, интенсивность упрочнения снижается.

При *холодной деформации*разупрочняющие процессы не происходят. Температура холодной деформации ниже температуры начала возврата.

Холодная и горячая деформации не связаны с деформацией с нагревом или без нагрева, а зависят только от протекания процессов упрочнения и разупрочнения. Поэтому, например, деформация свинца, олова, кадмия и некоторых других металлов при комнатной температуре является с этой точки зрения горячей деформацией.

Основными схемами деформирования объемной заготовки, применяемые в промышленности являются:

– сжатие между плоскостями инструмента – ковка;
– ротационное обжатие вращающимися валками – прокатка;
– затекание металла в полость инструмента – штамповка;
– выдавливание металла из полости инструмента – прессование;
– вытягивание металла из полости инструмента – волочение.

1.2. Методические указания

Изучая обработку металлов давлением, следует обратить внимание на различие между упругой и пластической видами деформации.

Основным видом обработки материалов давлением является прокатка.Рассматривая процесс прокатки, следует изучить схему и сущность процесса: как происходить захват металла валками и какие видыдеформации различают при прокатке. При изучении технологии

изготовления отдельных видов проката надо обратить внимание на последовательность операций выполняемых отдельными машинами и механизмами.

Необходимо усвоить понятия горячей и холодной обработки давлением, явления, которыми они охарактеризуются: наклеп и рекристаллизация.Для обеспечения равномерного прогрева заготовки по высоте и сечению нужно правильно выбрать режим нагрева.

Путем прессования,в отличие от проката, когда используются пластичные материалы, при деформации сплавов пониженной пластичности, можно получать сложные по форме и точные по размеру профили.При изучении прессования необходимо запомнить, что этот способ применяют для обработки давлением труднодеформируемых сталей и сплавов цветных металлов.

Прессование производят на прессах. Изготовление изделий малых сечений методами проката и прессования обычно энергетически нецелесообразно.

Для производства проволоки, прутков, фасонных профилей и труб малого сечения более рационально использовать процесс ***волочения*** материалов. Необходимо понять сущность процесса волочения при получении прутков, фасонных профилей и труб, а также изучить устройство инструмента (волоки) и оборудования (волочильные станы). Технологические операции волочения проводят после предварительной подготовки металлических заготовок: применяют различные виды смазки в зависимости от обрабатываемого металла и его назначения. Волочение проводят обычно в холодном состоянии, что приводит к появлению в металле наклепа. Для снятия наклепа на некоторых этапах волочения применяют промежуточныйили так называемый межоперационный отжиг.

Крупные изделия сложной формы изготавливают методом ковки. Рассматривая технологию свободной ковки, обратите внимание на необходимость учета припусков, допусков и напусков, их размеров и назначения изделий.

При знакомстве с горячей и холодной объемной штамповкой изучите два способа: в открытых и закрытых штампах. Затем следует рассмотреть устройство и принцип работы штамповочных молотов и прессов.

При рассмотрении технологии листовой штамповки следует различать штампы простого, последовательного и совмещенного действия, механизмы подачи и перемещения листового материала, уда-

ления изделий и отходов.Обратите внимание на новые и специальные методы листовой штамповки, их преимущества и недостатки, перспективы развития.

Вопросы для самопроверки:

1. На чем основана обработка металлов давлением? Опишите сущность обработки металлов давлением.
2. В чем заключается преимущество обработки металлов давлением посравнению с обработкой резанием?
3. Как влияет обработка давлением на структуру и свойства металла?
4. Как изменяется микроструктура металла после обработки давлением? Какие нагревательные устройства применяются перед обработкой металла давлением? Опишите их устройство и назначение.
5. Объясните сущность процесса прокатки. Рассмотрите основные виды прокатки.
6. Опишите технологию производства сортовых профилей.
7. Опишите технологию производства листового проката.
8. Опишите технологию производства бесшовных труб.
9. Опишите технологию производства сварных труб.
10. Опишите технологию производства специальных видов проката.
11. Опишите основные операции ковки и применяемый инструмент. Приведите эскизы.
12. Какое оборудование применяется для ковки? Рассмотрите последовательность операций процесса ковки. Опишите их содержание и назначение.
13. В чем заключается сущность процесса горячей объемной штамповки? Приведите схемы штамповки в открытых и закрытых штампах.
14. Какое применяется оборудование для горячей объемной штамповки?
15. Дайте описание технологии холодной штамповки. Ответ иллюстрируйте схемами выдавливания.
16. Рассмотрите технологический процесс прессования (выдавливания) труб.

17. Что такое волочение? Сущность процесса волочения проволоки, применяемое оборудование и порядок выполнения технологических операций.

18. Дайте описание технологического процесса волочения труб, применяемого при этом оборудования и инструментов.

19. Опишите технологию производства гнутых профилей.

Работа №1. Волочение

Краткие теоретические сведения

Волочение это процесс обработки давлением, при котором пластическая деформация заготовки в холодном состоянии осуществляется за счет ее протягивания через постепенно сужающееся отверстие в инструменте, называемом волокой или фильерой. Конфигурация отверстия инструмента определяет форму получаемого профиля изделия.

Схемы волочения прутка и трубы и примеры профилей представлены на рис. 1.1. Волочение труб можно производить без оправки и на оправке, если требуется уменьшить наружный диаметр и толщину стенки.

В связи с тем, что величина деформации за один проход ограничена,товеличина вытяжкинедолжна превышать 1,05 ... 1,5.

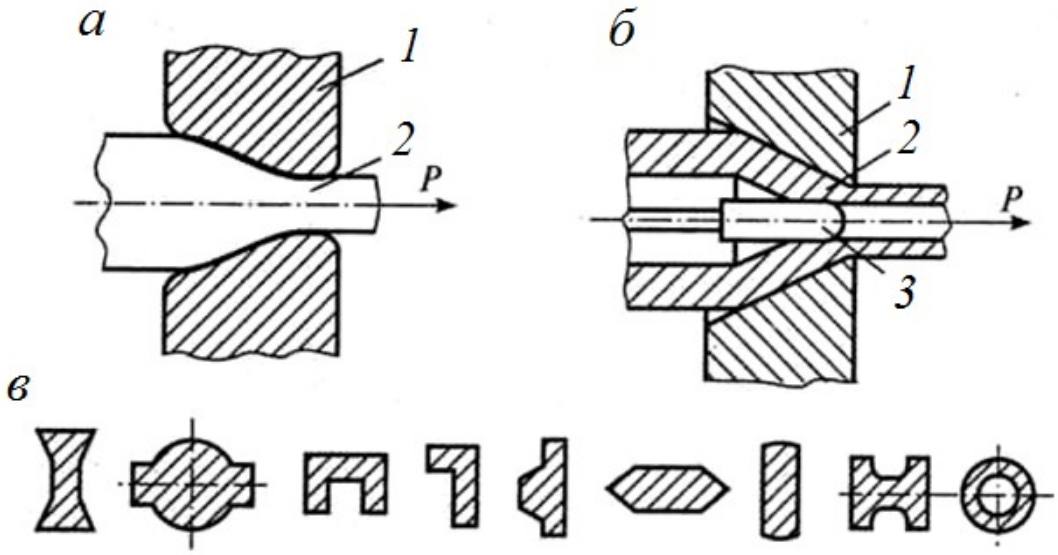


Рис. 1.2. Схемы волочения прутка (*а*), трубы (*б*) и примеры профилей, получаемых волочением (*в*):
1 – фильера; *2* – заготовка; *3* – оправка

Если суммарная деформация металла превышает предельную пластичность (сужение) металла, то необходимо проведение промежуточногорекристаллизационного отжига заготовки перед следующим волочением для устранения пластической деформации и восстановления пластичности металла заготовки. При необходимости отжиг проводится несколько раз.

Истинная деформация, в отличие от относительной деформации, отражает смысл процесса деформирования. При больших деформациях (> 60 %) значения истинной и условной деформаций существенно различаются (истинное удлинение меньше относительного).

Относительное сужение

$$\psi = \frac{S_0 - S_к}{S_к}.$$

Истинное сужение заготовки

$$\varphi = \ln \frac{S_0}{S_к}.$$

Истинная и относительнаядеформация металла заготовкисвязаны между собой соотношением

$$e = \ln\left(\frac{1}{1 - \psi}\right).$$

Общая вытяжка заготовки за весь цикл обработки составляет

$$\mu_{общ} = \left(\frac{d_0}{d_к}\right)^2.$$

Общее истинное сужение заготовки

$$\Psi_{общ} = \psi_1 + \psi_2 + \ldots + \psi_i + \ldots + \psi_n = \sum_{i=0}^{n} \psi_i.$$

Диаметр проволоки после одного прохода

$$d_{п1} = d_0 z = d_0 \sqrt{\frac{1}{\mu_1}}$$

Количество проходов для достиженияпредельной величины истинной деформации

$$n = \frac{\frac{\ln d_к}{d_0}}{\ln z}.$$

где d_0; $d_к$ –начальный и конечный диаметр прутка,мм;

φ – относительная деформация (сужение) заготовки;

n – число проходов;

ψ_i – относительное сужение металла заготовки за i-проход;
μ_i – вытяжка заготовки за i-проход;
S_0 и $S_к$– начальная и конечная площадь основания заготовки, мм^2.

Задача № 1

Определить количество проходов n заготовки, необходимых для получения волочением прутка диаметром $d_к$ (мм) из заготовки диаметром d_0 (мм). Допустимая вытяжка за проход для материала заготовки составляет μ_i. Определить вытяжку за последний проход, чтобы выдержать заданный диаметр готового изделия $d_к$.

Варианты исходных данных к задаче № 1

Вариант	d_0	$d_к$	μ_i	Вариант	d_0	$d_к$	μ_i
1	10	3,0	1,2	11	14	5,0	1,2
2	10	2,5	1,4	12	14	4,0	1,4
3	10	1,0	1,4	13	14	3,0	1,4
4	16	4,0	1,25	14	15	5,0	1,25
5	16	3,0	1,45	15	15	4,0	1,45
6	16	2,0	1,45	16	15	3,0	1,45
7	18	4,0	1,15	17	17	6,0	1,15
8	18	3,0	1,2	18	17	5,0	1,2
9	18	2,0	1,2	19	17	4,0	1,2
10	20	5,0	1,2	20	20	6,0	1,2

Задача № 2

Обосновать необходимость промежуточного отжига заготовки при волочении прутка диаметром $d_к$ (мм) из заготовки диаметром d_0 (мм). Определить расчетом, после какого прохода необходим рекристаллизационный отжиг, если предельная пластичность (сужение) металла составляетψ (%), а допустимая вытяжка металла за проход - μ_i. Определить также количество отжигов за полный цикл обработки.

Варианты исходных данных к задаче №2

Вариант	d_0	$d_к$	μ_i	ψ	Вариант	d_0	$d_к$	μ_i	ψ
1	12	3,0	1,25	50	11	14	5,0	1,2	50
2	12	2,5	1,3	55	12	14	4,0	1,4	55
3	12	1,5	1,2	60	13	14	3,0	1,4	60

4	14	4,0	1,4	50	14	15	5,0	1,25	50
5	14	3,0	1,35	55	15	15	4,0	1,45	55
6	14	3,0	1,2	60	16	15	3,0	1,45	60
7	16	4,0	1,4	50	17	17	6,0	1,15	50
8	16	5,0	1,35	55	18	17	5,0	1,2	55
9	16	4,0	1,25	60	19	17	4,0	1,2	60
10	18	3,0	1,15	50	20	20	6,0	1,2	50

Задача № 3

Определить необходимое число проходов n и диаметр d_{in} (мм) волоки на отдельных проходах при волочении прутка диаметром $d_к$ (мм) из заготовки диаметром d_0 (мм). Допустимая вытяжка металла заготовки за проход составляет μ_i.

Варианты исходных данных к задаче №3

Вариант	d_0	$d_к$	μ_i	Вариант	d_0	$d_к$	μ_i
1	16	14	1,25	11	15	13	1,25
2	16	12	1,30	12	15	12	1,30
3	16	13	1,20	13	15	11	1,20
4	18	15	1,25	14	17	15	1,25
5	18	14	1,30	15	17	14	1,30
6	18	16	1,20	16	17	13	1,20
7	20	17	1,25	17	19	17	1,25
8	20	16	1,30	18	19	16	1,30
9	10	6,5	1,25	19	9	15	1,25
10	22	20	1,15	20	20	18	1,15

Работа №2. Ковка

Краткие теоретические сведения

Ковка – один из способов обработки металлов давлением, при котором инструмент оказывает многократное воздействие на нагретую заготовку, в результате чего она, деформируясь, постепенно приобретает заданную форму и размеры. Различают ковку ручную и машинную, осуществляемую с помощью молотов и прессов.

К основным операциям машинной ковки относятся осадка, протяжка, прошивка, гибка, сварка, скручивание, отрубка и раскатка (рис. 1.3).

Осадка – уменьшение высоты заготовки при увеличении площади ее поперечного сечения. Осадку производят бойками или осадочными плитами. Заготовки, у которых отношение высоты к диаметру более 2,5, осаживать не рекомендуется во избежание возможного продольного искривления. Осадка части заготовки называется **высадкой**. Операции машинной ковки выполняют на различных типах молотов и гидравлических прессах.

Относительная деформации в направлении осадки

$$\varepsilon = \frac{h_0 - h_1}{h_1},$$

где h_0 – высота образца до осадки;h_1 – высота образца после осадки.

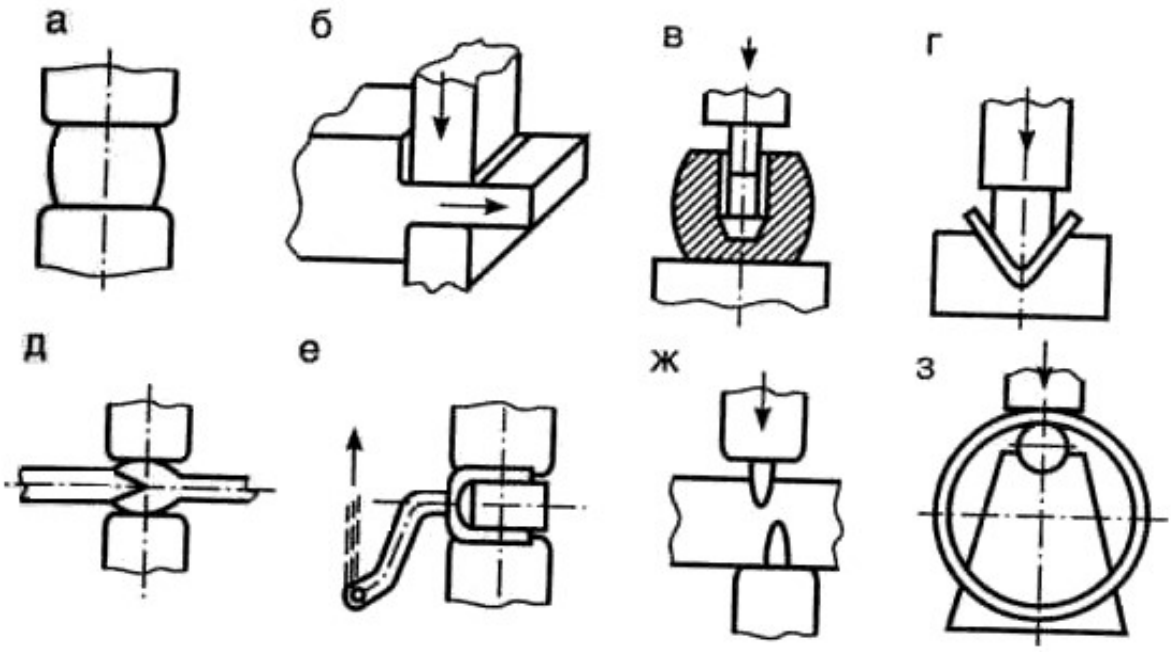


Рис. 1.3. Схема основных операций машинной ковки:
а – осадка; *б* – протяжка; *в* – прошивка; *г* – гибка; *д* – сварка;
е – скручивание; *ж* – отрубка; *з* – раскатка

Удельное усилие при осадке заготовок цилиндрической формы может быть определено по формуле

$$P = \sigma_т\left(1 + \frac{f \cdot d_1}{4h_1}\right),$$

где $\sigma_т$– предел текучести металла при температуре деформации;f– коэффициент трения между заготовкой и инструментом (0,3-0,5);h_1 – высотазаготовки после осадки; d_1–диаметр заготовки после осадки.

Сила деформирования при осадке

$$P_д = P \cdot W \cdot \psi_м \cdot S, \text{ (Н)},$$

где W – скоростной коэффициент при осадке (W = 1 при осадке прессом, S– площадь заготовки при осадке; W = 2,5 при осадке молотом); $\psi_м$ – масштабный коэффициент (табл.1).

Работа деформации

$$A_д = W\psi_м PV\ln\frac{h_0}{h_1}, \text{ (Дж)},$$

где V – объем заготовки, м^3.

Энергия одного удара молота

$$E = mgH\eta, \text{ (Дж)},$$

где m –масса молота, кг;

H– высота падения молота, м;

g– ускорение свободного падения 9,8 м/с^2;

η – коэффициент полезного действия, 0,85.

Средний диаметр осаженной поковки

$$d_1 = d_о\sqrt{(h_о / h_1)}, \text{мм}.$$

Число ударов молота

$$n = \frac{A_д}{E} .$$

Объем осаживаемой заготовки

$$V_0 = \frac{\pi d_0^2 h_0}{4} .$$

Поскольку объем заготовки не изменяется, то диаметр заготовки после осадки

$$d_1 = \sqrt{\frac{4V_0}{\pi h_1}} .$$

Таблица 1.1

Масштабный коэффициент $\psi_м$ для определения усилия деформирования при обработке давлением

Масса поковки, кг	0 - 1500	1500 - 60000	60000 - 80000	80000 -200000
$\psi_м$	10	9 - 8	7 - 6	5 - 4

Таблица 1.2.

Временное сопротивление разрыву (МПа) некоторых сталей при повышенных температурах

Марка стали	Температура испытаний, °С				
	700	800	1000	1100	1200
20	145	96	54	38	23
45	170	110	50	34	27
30ХГС	175	85	37	21	10
40Х	175	98	24	11	11

Примечание: для отожженной углеродистой стали отношение $\sigma_т/\sigma_в$ составляет примерно 0,5; а для отожженной легированной стали – 0,5-0,6.

Таблица 1.3

Температурные интервалы ковки и штамповки конструкционных, углеродистых и легированных сталей

Марки сталей	Рекомендуемый интервал температур ковки в ^{0}С	Марки сталей	Рекомендуемый интервал температур ковки,^{0}С
Ст.0 – Ст.3	1300 - 700	35Х, 38ХА, 40ХА	1180 - 820
Ст.4, Ст.5	1250 - 750	25Н, 30Н, 25НА, 30НА, 12Х18Н12Т	1220 - 800
Ст.6, Ст.7	1200 - 750	40ХГ, 40ХГА	1180 - 800
10, 15	1300 - 750	12ХН2, 12ХН2А, 12ХН3	1180 - 800
20, 25, 30, 35	1250 - 750	30ХН3, 30ХН3А, 37ХН3А	1160 - 850
40, 45, 50, 55	1200 - 750	37ХС, 40ХС, 40ХСА	1150 - 830
15Г, 20Г, 30Г	1230 - 800	27СГ, 35СГ	1230 - 800
40Г, 50Г	1200 - 800	70Г	1180 – 780
40Г2, 45Г2, 50Г2	1180 - 830	15ХГ, 30ХГС	1230 – 850

Температурные интервалы начала и конца ковки для углеродистых сталей

Марка стали	Температуры ковки	
	начала	конца
Ст 1	1300	900
Ст 2	1250	850
Ст 3	1200	850
Сталь У7, У8, У9	1150	800
Сталь У10, У12, У13	1130	870

Задача № Д.1

Определить усилие деформирования $P_д$ гидравлического ковочного пресса, необходимое для осадки стальной заготовки размерами d_0 (мм), h_0(мм) до высоты $h_{пок}$(мм). Температура окончания осадки T = 1100°С.

Варианты исходных данных к задаче № Д.1

№ вар.	Марка стали	d_0	h_0	$h_{пок}$	№ вар.	Марка стали	d_0	h_0	$h_{пок}$
1	45	1040	2100	950	11	12Х18 Н12	1040	2100	950
2	40Х	1100	2200	970	12	30	1100	2200	970
3	20	1200	2300	1000	13	30ХГС	1200	2300	100 0
4	30ХГС	1040	2150	960	14	30	1040	2150	960
5	45	1100	2250	950	15	40Х	1100	2250	950
6	40Х	1200	2350	970	16	20	1200	2350	970
7	20	1040	2100	1000	17	12Х18Н12	1040	2100	1000
8	30ХГС	1100	2200	960	18	30	1100	2200	960
9	45	1200	2300	950	19	40Х	1200	2300	950
10	40Х	1040	2100	970	20	12Х18 Н12	1040	2100	970

Задача № Д.2.2

Определить массу молота*m* и число ударов *n*, необходимых для осадки стальной заготовки с начальными размерами d_0 (мм), h_0 (мм) до высоты h_1 (мм). Расчет *m*выполнить для температуры окончания ковки, расчет *n* выполнить для средней температуры ковки при высоте падения молота H= 0,8 м.

Варианты исходных данных к задаче № Д.2.2

№ вар.	Марка стали	d_0	h_0	h_1	№ вар.	Марка стали	d_0	h_0	h_1
1	45	100	140	70	11	12Х18Н12	100	140	70
2	40Х	120	300	80	12	30	120	300	80
3	20	150	350	100	13	30ХГС	150	350	100
4	30ХГС	100	150	80	14	30	100	150	80
5	45	120	250	70	15	40Х	120	250	70
6	40Х	130	200	100	16	20	130	200	100
7	20	110	210	80	17	12Х18Н12	110	210	80
8	30ХГС	120	250	120	18	30	120	250	120
9	45	90	80	90	19	40Х	130	180	90

10	40Х	100	150	80	20	12Х18Н12	100	150	80

2. СВАРКА

2.1. Общая характеристика способа

Сварка является наиболее важным способом получения неразъемных соединений из различных материалов, свариваются металлы и сплавы, керамика, стекло, пластмассы, разнородные материалы. Сварка применяется во всех областях техники.

Сварка – технологический процесс получения неразъемных соединений в результате возникновения атомно-молекулярных связей между соединяемыми деталями.

Сварные соединения можно получать двумя принципиально разными путями: сваркой плавлением и сваркой давлением.

Сварка плавлением обычно возможна только в тех случаях, когдасвариваемые металлы образуют при расплавлении единую сварочную ванну, т.е. растворяются друг в друге в жидком состоянии. Поэтому она применяется длясварки однородных металлов.

При *сварке давлением*обязательным является совместная пластическая деформация деталей сжатием зоны соединения. Этим обеспечивается очистка свариваемых поверхностей от пленок загрязнений, изменение их рельефа и образование атомно-молекулярных связей. Пластической деформации обычно предшествует нагрев, так как с ростом температуры уменьшается значение деформации, необходимой для сварки и повышается пластичность металла.

Нагрев свариваемых деталей осуществляется разными способами: электрической дугой, газокислородным пламенем, пропусканием тока, лазером и т.д. По-разному обеспечиваются защита зоны сварки от воздействия воздуха и ее принудительная деформация.

При дуговой сварке источником теплоты является электрическая дуга, которая горит между электродом и заготовкой.Сварочной дугой называется мощный электрический разряд между электродами, находящимися в среде ионизированных газов и паров.

В зависимости от материала и числа электродов, а также способа включения электродов и заготовки в цепь электрического тока различают следующие разновидности дуговой сварки (рис.2.1):

• сварка неплавящимся (графитовым или вольфрамовым) электродом *1* дугой прямого действия *2* (рис. 2.1, *а*), при которой соединение выполняется путем расплавления только основного металла *3*, либо с применением присадочного металла *4;*

• сварка плавящимся электродом (металлическим) *1* дугой прямого действия с одновременным расплавлением основного металла и электрода, который пополняет сварочную ванну жидким металлом (рис. 2.1, *б*);

• сварка косвенной дугой *5*, горящей между двумя, как правило, неплавящимися электродами, при этом основной металл нагревается и расплавляется теплотой столба дуги (рис. 2.1, *в*);

• сварка трехфазной дугой, при которой дуга горит между каждым электродом и основным металлом (рис. 2.1, *г*).

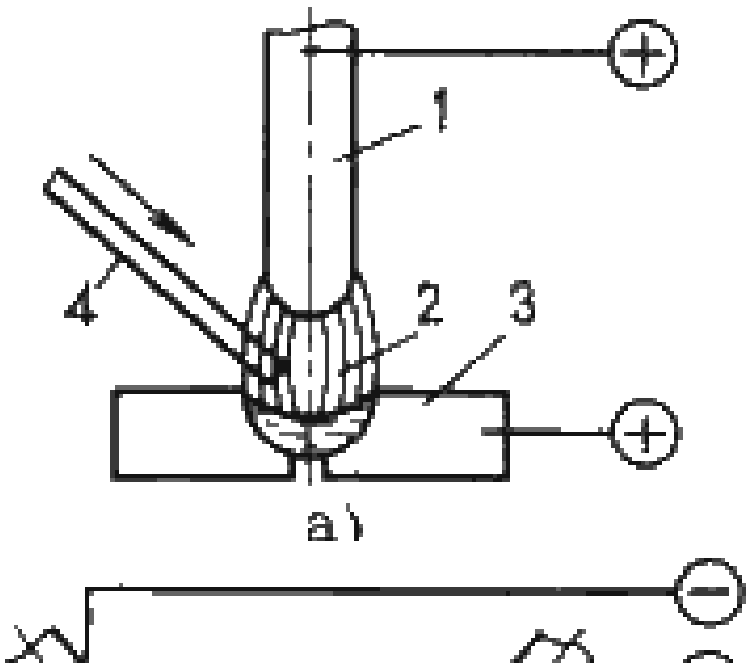


Рис. 2.1. Схемы дуговой сварки

Разновидности дуговой сварки различают по способу защиты дуги и расплавленного металла и степени механизации процесса.

Ручную дуговую сварку (РДС)выполняют сварочными электродами, которые подают вручную в дугу и перемещают вдоль заготовки. В процессе сварки металлическим покрытым электродом дуга горит между стержнем электрода и основным металлом.

Ручная сварка позволяет выполнять швы в любых пространственных положениях: нижнем, вертикальном, горизонтальном, вертикальном, потолочном. Ручная сварка удобна при выполнении корот-

ких криволинейных швов в любых пространственных положениях, при выполнении швов в труднодоступных местах, а также при монтажных работах и сборке конструкций сложной формы.

Электроды для РДС представляют собой проволочные стержни с нанесенным покрытием. Стержень электрода изготовляют из специальной сварочной проволоки из стали повышенного качества-ГОСТ2246-70 предусматривает 56 марок стальной сварочной проволоки диаметром 0,3 – 12 мм. Все марки сварочной проволоки разделяют на 3 группы: углеродистую, легированную и высоколегированную.

По назначению стальные электроды по ГОСТ 9466-75 подразделяют на 4 класса:

- для сварки углеродистых и легированных конструкционных сталей (ГОСТ 9467-75);
- для сварки теплоустойчивых сталей (ГОСТ 9467-75);
- для сварки высоколегированных сталей (ГОСТ 10052-75);
- для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами (ГОСТ 1051-75).

Внутри каждого класса электроды делятся на типы (всего 73 типа). В маркировке указывается тип электродов, начинающийся с буквы Э, затем следуют цифры, которые указывают минимальный гарантированный предел прочности в кг/мм^2. Например, Э42 ($\sigma_в \approx$ 420 МПа), Э50 ($\sigma_в$ = 500 МПа). Буква А в обозначении указывает, что металл шва, наплавленный этим электродом, имеет повышенные пластические свойства. Такие электроды применяют при сварке наиболее ответственных швов.

Для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей предусмотрено девять типов электродов (Э38, Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50, Э50А, Э55, Э60); для сварки легированных и конструкционных сталей повышенной и высокой прочности пять типов (Э70, Э85, Э100, Э125, Э150) (табл. 5).

Условное обозначение электродов для сварки конструкционных сталей состоит из обозначения марки электрода, типа электрода, диаметра стержня, типа покрытия, номера ГОСТа.

Пример:УОНИ– 13/45 – Э42А – 4,0 – Ф ГОСТ 9467-75.

Расшифровка:

УОНИ – 13/45 – марка электрода;Э42А –тип электрода (Э – электрод для дуговой сварки;42 – минимальный гарантированный предел прочности металла шва в кгс/мм^2; А – гарантируется получе-

ние повышенных пластических свойств металла шва); 4,0 – диаметр электродного стержня в мм;Ф– фтористокальциевый тип покрытия.

Марка электрода (УОНИ – 13/45, АН-1, АНО-1, 03С-6 и др.) характеризует также его технологические свойства: род и полярность тока, возможность сварки в различных пространственных положениях (оговорены в ГОСТе и справочной литературе по сварке).

Основными преимуществами сварных соединений являются: экономия металла; снижение трудоемкости изготовления корпусных деталей; возможность изготовления конструкций сложной формы из отдельных деталей, полученных ковкой, прокаткой, штамповкой.

Сварным конструкциям присущи и некоторые недостатки: появление остаточных напряжений; коробление в процессе сварки; плохое восприятие знакопеременных напряжений, особенно вибраций; сложность и трудоемкость контроля.Дефекты швов являются следствием неправильного выбора или нарушения режима сварки.Виды внешних и внутренних дефектов сварных швов устанавливают методами дефектоскопии.

2.2. Методические указания

Следует ознакомиться с классификацией способов сварки, их краткой характеристикой и особенностями применения в машиностроении, отметив преимущества сварки по сравнению с другими способами изготовления и ремонта деталей.

Обратить внимание на виды дефектов сварки и пайки,причины их возникновения и методы предупреждения.

Вопросы для самопроверки:

1. Опишите физические основы получения сварного соединения.
2. Приведите классификацию методов сварки. Опишите их преимущества и недостатки.
3. Что называется свариваемостью металлов?
4. Какие типы сварных соединений Вы знаете?
5. Изложите различные способы электродуговой сварки.
6. Какие виды автоматизированных процессов сварки Вы знаете?
7. В чем сущность способа автоматической сварки? Начертите ее технологическую схему.
8. Опишите процесс электрошлаковой сварки.
9. Опишите принципиальную схему аргоно-дуговой сварки и ее преимущества перед другими способами сварки в среде защитных газов.

10. В чем состоит сущность газовой сварки?

11. Изложите сущность электродуговой резки металлов. Какое при этом применяется оборудование и каковы принципы его работы?

12. Расскажите о газовой резке металлов и областях ее применения.

13. Приведите примеры контроля качества сварных швов.

14. Опишите технологию контактной роликовой сварки стальных листов.

15. Опишите технологию дуговой сварки под слоем флюса труб большого диаметра изстали 18ХГТ в условиях серийного производства.

16. Начертите схему контактной роликовой (шовной) сварки. Опишите, в чем состоят еедостоинства и недостатки.

17. Изобразите схему контактной точечной сварки. Опишите области ее применения.

18. В чем заключаются физические основы холодной сварки и сварки трением. Области ихприменения.

19. Изложите способы сварки ультразвуком и взрывом, диффузионной сварки в вакууме, газопрессовой сварки.

20. Расскажите о структурных превращениях стали в зоне термического влияния.

21. Каковы особенности сварки и контроля углеродистых и низколегированных сталей?

22. Каковы особенности сварки чугунных отливок?

23. Расскажите о способах сварки Cu, Al и их сплавов.

24. Опишите технологию сварки емкостей из стали 14XI7T толщиной 8 мм. В чем состоитособенность сварки высокохромистых сталей?

25. Какие физические явления сопутствуют пайке металлов? Какие применяются припои икаков их состав?

26. В чем состоят различия в технологии пайки мягкими и твердыми припоями?

27. Приведите примеры дефектов сварных швов и способы их контроля.

28. Опишите методы устранения дефектов сварки и пайки.

2.1. Ручная сварка покрытыми электродами

Краткиетеоретическиесведения

Основной задачей при проведении процесса сварки является разработка режима сварки. Режим дуговой сварки – совокупность факторов, обеспечивающих получение сварочного шва хорошего качества и заданных размеров. К таким факторам относятся род и полярность**сварочного**тока, его величина, тип и марка электрода, его диаметр, напряжение на дуге, положение шва в пространстве, скорость**сварки**.

Род**сварочного**тока – постоянный или переменный – и его полярность зависит от марки и толщинысвариваемогометалла.Эти данные,а также типы и марки электродовприводятся в справочных таблицах.

Диаметр электрода в зависимости от толщинысвариваемыхдеталей можно выбрать по табл. 4.

Присваркемногослойных швов первый шов сваривают электродом диаметром не более 4 мм, а при диаметре электрода большем этого может быть непровар корня шва.

Диаметр электрода присваркевертикальных швов не более 5 мм, потолочных – не более 4 мм независимо от толщинысвариваемогометалла. Привыборедиаметра электрода длясваркиугловых и тавровых соединений принимается во внимание катет шва. Диаметр электрода при катете шва – 3...5-3...4 мм, при катете 6...8-4...5 мм.

Величинасварочноготока в зависимости от диаметра электрода печатается на упаковке электродов.

Длясваркив нижнем положении величинусварочноготока можно определить по формуле:

$$I_{св} = (40...60)\, d,$$

где $I_{св}$ – величина**сварочного**тока, А; 40...60 – коэффициент, зависящий от типа и диаметра электрода; d – диаметр электрода, мм.

При сварке конструкционных сталей:

- для электродов диаметром 3...6 мм величина**сварочного**тока:$\boldsymbol{I_{св} = (20 + 6d)\, d}$**;**
- для электродов диаметром менее 3 мм:$\boldsymbol{I_{св} = 30d}$.

Величина**сварочного**тока зависит как от диаметра электрода, так и от длины его рабочей части, состава покрытия, его положения в пространстве**сварки**.

Интервал изменения $I_{св}$ = 150 ... 400 А, напряжение U = 16 ... 30 В.

Дляпластинстолщинойh<10ммсварнойшоввыполняетсяоднослойным,приh>10мм–многослойным,т.е.заполнениесварныхшвовбольшойтолщиныпроизводитсязанесколькопроходовэлектрода.Чтобыобеспечитькачествошванавсютолщинусвариваемыхизделий,производитсяразделкакромоксвариваемыхповерхностей.Присваркепластинтолщинойhменее6ммразделкакромокнепроизводится,приh>6ммвыполняетсяразделкаподугломв30°.

Ручнаясваркаприменяетсядлякоротких-
швов,криволинейных,любыхпространственных,втруднодоступныхме
стахпримонтажеисборкесложныхконструк-
ций.Токипроизводительностьнаплавкиограничены,таккакприбольшо
мтокестерженьэлектроданагреваетсяипокрытиеотслаивается.Плотнос
тьтоканаходитсявпределах10...20А/мм^2.

Учитываязаданнуюмаркусталиивременноесопротивлениеразрыв
а ста-
ли(табл.1),выберитетипэлектрода(табл.5).Еслисварноесоединениедол
жноработатьприударныхнагруз-
ках,выбирайтеэлектродсповышеннымипластическимисвойствами.

Однимизосновныхпараметровврежимаручнойдуговойсваркиявля
етсядиаметрэлектрода$d_э$(мм).Длястыковыхсоединенийдиаметрэлектр
одавыбираютвзависимостиоттолщинысвариваемыхкромок(табл.4).

Втабл.7представленынаиболеечастоприменяемыеэлектроды.

Каждомутипуэлектродасоответствуетнесколькомарок.Втабл.7ук
азаныдиаметрыикоэффициентынаплавкиэлектродов.Коэффициентнап
лавкиоцениваетмассуэлектродногометал-
ла,перешедшуювсварнойшоввтечениечасагорениядуги,отнесеннуюко
дномуамперусварочногото-
ка.Учитывая,чтопроизводительностьсваркипрямопропорциональнако
эффициентунаплав-
ки,атипэлектродаиегодиаметружевыбран,подберитемаркуэлектродаиз
табл.7.

Длинадуги$L_д$(мм)значительновлияетнакачествосварки.Короткая
дугагоритустойчивоиспокой-
но.Онаобеспечиваетполучениевысококачественногошва,таккакраспла
вленныйметаллэлектродабыстропроходитдуговойпромежутокименьш
еподвергаетсяокислениюиазотирова-
нию.Нослишкомкороткаядугавызывает“примерзание”электрода,дуга
прерывает-
ся,нарушаетсяпроцесссварки.Длиннаядугагоритнеустойчивоихаракт
ернымшипени-
ем.Глубинапроплавлениянедостаточная,расплавленныйметаллэлектр
одаразбрызгиваетсяибольшеокисляетсяиазотируется.Шовполучаетсяб
есформен-
ным,аметаллшвасодержитбольшоеколичествооксидов.Длинудугимож
ноопределитьпоформуле

$$L_д=0,5(d_э+2), \qquad (2.2)$$

где$d_э$–диаметрэлектрода(мм).

Самоеширокоепримененинашладугасжесткойхарактеристикой, когданапряжение$U_д$(В)практическинезависитотсилытокаипропорциональноеёдлине$L_д$.Такаядугагоритустойчивоиобеспечиваетнормальныйпроцесссварки.

$$U_д=a+pL_д,(2.3)$$

где$L_д$–длинадуги(мм),a(В) – коэффициент,характеризующийпадениенапряжениянаэлектродах(прииспользовании стальных электродов a=10-12В),p(В/мм) – коэффициентхарактеризующийпадениенапряжениянa1ммдлиныдуги(p=2,0-2,5В/мм).

Количество металла, необходимого для создания сварного шва $Q_н$ (г)

$$Q_н=10^{-3}lS\gamma,(2.4)$$

гдеl–длинасвариваемогошва(мм),S–площадьпоперечногосеченияшва(мм^2),γ–плотностьэлектродногометалла(длясталиγ=7,8г/см^3).ДляодностороннегостыковогошвабезскосакромокплощадьпоперечногосеченияS:

$$S=bh,(2.5)$$

гдеh–толщинасвариваемогометалла(мм),b–зазор(расстояние)междусвариваемымидеталями(мм).

ДляодностороннегошвасV-образнымскосомдвухкромокплощадьпоперечногосеченияS:

$$S=h(b–1)+0,5(h^2+1),(2.6)$$

гдеhиbуказанныевышеконструкционныеэлементысварногошва.

Величинузазорамеждусвариваемымидеталямиберёмизтабл.3.

Основноевремягорениядуги$t_о$(ч)составляет

$$t_о=Q_н/(I_{св}\cdot\alpha_н),(2.7)$$

где$Q_н$–массанаплавленногометалла(г),$I_{св}$–силасварочноготока(А),$\alpha_н$–коэффициентнаплавки(г/А-ч),(табл.7).

Скоростьсварки$V_{св}$(м/ч)

$$V_{св}=10^{-3}l/t_о,(2.8)$$

гдеl–длинасварногошва(мм),$t_о$–основноевремягорениядуги(ч).

Процесссваркивключаетнетольковремягорениядуги,новспомогательныеопера-ции(установкуэлектрода,поворотдеталиит.д.).Этодополнительноевремязависитоторганизациирабочегоме-ста,квалификациисварщикаиучитываетсякоэффициентомпроизводительностиM.

Полноевремясварки$t_п$(ч)определяемаяпоформуле

$$t_п = t_о / M, \quad (2.9)$$

где$t_о$–основноевремягорениядуги(ч),M–коэффициентпроизводительности,(M=0,6–0,8).

Массурасплавленногометалла$Q_р$(г)можноопределить,подчитавмассурасплавленныхэлектродов

$$Q_р = 10^{-3}\gamma\pi d^2(l_э - l_{ог})\, n/4, \quad (2.10)$$

гдеγ–плотностьэлектродногометалла,$d_э$диаметрэлектрода(мм),$l_э$–длинаэлектрода(мм)(табл.4),$l_{ог}$–длинаогарка(мм),(принимают$l_{ог}$=50мм),n–числоэлектродов.Расходэлектродов(кг)на1кгнаплавленногометалла–1,6-1,7.

Взаключении,определяютполныйрасходэлектроэнергиинасваркуА(кВт·ч)

$$A = I_{св} U_д t_о, \quad (2.11)$$

где$I_{св}$–силасварочноготока(А),$U_д$–напряжениедуги(В),$t_о$–основноевремягорениядуги(ч).

Для расчета основных параметров режима электродуговой сварки воспользоваться табл.2*.

Задача С.1

Разработать технологический процесс ручной дуговой сварки плавящимся электродом с покрытием в нижнем положении со стыковым соединением свариваемых элементов.

В табл. 1 приведены исходные данные для выполнения задания № 1.

Таблица 2.1

Исходные данные для выполнения задания С.1

№ варианта	Марка стали	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$, МПа	Толщина свариваемой стали, Н, мм	Длина шва l, мм
0	09Г2СД	450	11,0	460
1	10Г2С1*	500	1,5	400
2	08ГДН*	400	2,0	300
3	15Г	420	2,5	650
4	20	420	3,0	260
5	15*	400	3,5	230
6	Ст3	400	4,0	200

7	14ХГС	500	4,5	180
8	08ГДНФ	500	5,0	150
9	09Г2С*	500	5,5	260
10	12Г2СМФ	700	6,0	240
11	14ГХНМ	700	6,5	200
12	15Х	700	7,0	190
13	16ГС*	500	7,5	340
14	12ГН2МФАЮ	850	8,0	260
15	14Х2ГМР	800	8,5	375
16	20Х	800	9,0	330
17	12ХГН2МФБАЮ	900	9,5	300
18	18ХГТ	1000	10,0	270
19	16Г2АФ	600	10,5	500
20	15Г2СФ	560	11,0	460
21	16Г2АФД	580	11,5	440
22	09Г2*	450	12,0	400
23	20Г	460	12,5	373
24	10ХСНД	540	13,0	347
25	17Г1С	520	13,5	330
226	Ст4	440	14,0	280
27	10Г2*	450	14,5	325
28	25*	460	15,0	310
29	14Г2	460	15,5	290
30	10Г2С1Д	520	16,0	280

* Сварное соединение работает при ударных нагрузках

Задача С.2

Для изготовления из листа толщиной h (мм) цилиндрической обечайки диаметром D (мм) и длиной L (мм) разработать режим ручной дуговой сварки, определить расход электродов.

Варианты исходных данных для задачи С.2

№ вар	Марка стали	h	D	L	№ вар.	Марка стали	h	D	L
1	Ст3	6	500	1000	11	10	8	700	2000
2	10	7	700	1500	12	20	9	800	2100
3	20	8	800	1600	13	Ст3	6	650	2000
4	Ст3	9	900	2000	14	10	7	650	2200
5	10	6	550	1500	15	20	8	850	2500
6	20	7	600	2000	16	Ст3	9	1000	2500
7	Ст3	8	750	2200	17	10	6	700	1700

8	10	9	950	2500	18	20	7	550	1600
9	20	6	600	1900	19	Ст3	8	900	2000
10	Ст3	7	500	1200	20	10	9	1100	2300

Задача С.3

Для изготовления из листа толщиной *h* (мм) конического днища для обечайки диаметром *D* (мм) с углом конуса α (град) разработать режим ручной дуговой сварки, определить расход электродов.

Варианты исходных данных для задачи С.3

№ вар.	Марка стали	*h*	*D*	α	№ вар.	Марка стали	*h*	*D*	α
1	10	6	500	45	11	20	6	550	80
2	20	7	700	50	12	Ст3	7	650	75
3	Ст3	8	800	55	13	10	8	750	70
4	10	9	900	60	14	20	9	850	65
5	20	6	1000	70	15	Ст3	6	950	60
6	Ст3	7	1200	75	16	10	7	1100	55
7	10	8	800	80	17	20	8	650	50
8	20	9	900	85	18	Ст3	9	750	45
9	С3	6	700	0	19	10	6	50	80
10	10	7	600	85	20	20	7	950	85

Задача С.4

Для изготовления из листа толщиной *h* (мм) конического перехода длиной *L* (мм) между трубопроводами *D* (мм), *d* (мм) разработать режим ручной дуговой сварки, определить расход электродов.

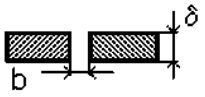
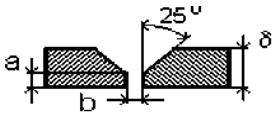
Варианты исходных данных для задачи С.4

№ вар.	Марка стали	*h*	*L*	*D*	*d*	№ вар.	Марка стали	*h*	*L*	*D*	*d*
1	20	6	100	203	127	11	Ст3	6	250	299	159
2	Ст3	7	200	219	133	12	10	7	350	325	168
3	10	8	300	245	140	13	20	8	300	203	140
4	20	9	350	273	146	14	Ст3	9	200	219	146
5	Ст3	6	250	294	152	15	10	6	100	245	152
6	10	7	150	325	159	16	20	7	150	273	159

7	20	8	300	203	133	17	Ст3	8	250	299	168
8	Ст3	9	200	219	140	18	10	9	350	325	180
9	10	6	100	245	146	19	20	6	300	203	146
10	20	7	150	273	152	20	Ст3	7	200	219	152

Таблица 3

Тип сварного шва

Наименование соединения	Условное обозначение	Форма подготовки кромок	Толщина металла h, мм	Зазор b, мм	Выполнение шва
Шов стыковой односторонний без скоса кромок	С2		1,5–2,5 3,0–4,0	1 2	
Шов стыковой односторонний с V-образным скосом двух кромок	С17		4,5–7,5 8,0–13,5 14,0–16,0	3 4 5	

a – притупление кромок, a = 1 мм

Таблица 4

Диаметр электрода

Толщина свариваемого металла h, мм	1,5–2,0	2,5–4,0	4,5–7,0	7,5–10,0	Более 10,0
Диаметр электрода $d_э$, мм	2	3	4	5	6
Коэффициент пропорциональности k, А/мм	30	35	40	45	50
Длина электрода $l_э$, мм	250	300	350	450	450

Таблица 2.5

Тип электрода

Тип электрода	Механические свойства металла сварного шва		
	Временное сопротивление при растяжении $\sigma_в$,	Относительное удлинение ε,	Ударная вязкость KCU, МДж/м^2

	МПа	%	
Э38	380	14	0,3
Э42	420	18	0,8
Э42А	420	22	1,5
Э46	460	18	0,8
Э46А	460	22	1,4
Э50	500	16	0,7
Э50А	500	20	1,3
Э55	550	20	1,2
Э60	600	18	1,0
Э70	700	14	0,6
Э85	850	12	0,5
Э100	1000	10	0,5
Э125	1250	8	0,4
Э150	1500	6	0,4

Таблица 2.7

Марка электрода

Тип электрода	Марка электрода	Диаметр электрода $d_э$, мм	Коэффициент наплавки $\alpha_н$, г/А·ч
Э42	ОЗС-23	2; 3	8,5
	ВСЦ-4	3; 4	9,5
	ОМА-2	2; 2,5; 3	8
	АНО-6	4; 5	10
Э42А	УОНИ-13/45	2; 2,5; 3; 4; 5	8,5
	СМ-11	3; 4; 5	10
Э46	АНО-4	3; 4; 5	8,5
	ОЗС-6	3; 4; 5; 6	10
	МР-3	3; 4; 5; 6	7,5
	ОЗС-21	3; 4; 5	8,5
Э46А	ВН-48	2,5; 3; 4; 5; 6	11
	ОЗС-22Р	3; 4; 5; 6	10
	УОНИ-13/55К	3; 4; 5	9,5
Э50	ВСЦ-4А	3; 4	9,5
Э50А	УОНИ-13/55	2; 2,5; 3; 4; 5	9
	АНО-11	3; 4; 5	9,5
	ДК-50	4; 5	10
Э55	УОНИ-13/55У	4; 5; 6	10
Э60	ВСЦ-60	5; 6	10
	УОНИ-13/65	2; 2,5; 3; 4; 5	9,5
	ОЗС-24	3; 4	9,5

Э70	ВСФ-75У	4	9
Э85	УОНИ-13/85	2; 2,5; 3; 4; 5	10
	НИАТ-3М	2; 2,5; 3; 4; 5	9,5
	ВСФ-85	3; 4	9,5
Э100	ОЗШ-1	2; 2,5; 3; 4; 5	8,5

Таблица 2*

Расчет основных параметров режима электродуговой сварки

№	Определяемая величина	Буквенное обозначение, ед. измерения	Расчетная формула или источник информации	Численная величина
1	Тип сварного шва	С...	табл. 3	С 17
2	Тип электрода	Э...	табл. 5	Э 46
3	Диаметр электрода	$d_э$, мм	табл. 4	6
4	Марка электрода		табл. 7	ОЗС-6
5	Коэффициент пропорциональности	К, А/мм	табл. 4	50
6	Сила сварочного тока	$I_{св}$, А	$I_{св} = Kd_э$	300
7	Длина дуги	$L_д$, мм	$L_д = 0{,}5(d_э + 2)$	4
8	Напряжение дуги	$U_д$, В	$U_д = \alpha + \beta L_д$	18
9	Площадь поперечного сечения	S, мм^2	$S = b \cdot h$	
			$S = 8(h - 1) + 0{,}5(h_2 + 1)$	94
10	Масса наплавленного металла	$Q_н$, г	$Q_н = 10\text{-}3lS\gamma$	337,27
11	Коэффициент наплавки	$\alpha_н$, г/А·ч	табл. 7	10
12	Основное время горения дуги	$t_о$, ч	$t_о = Q_н / I_{св}\,\alpha_н$	0,11
13	Скорость сварки	$V_{св}$, м/ч	$V_{св} = 10\text{-}3l/t_о$	4,09
14	Полное время сварки	$T_п$, ч	$T_п = t_о/M$	0,22
15	Длина электрода	$l_э$, мм	табл. 4	450
16	Число слоев	n	табл. 6	4
17	Масса расплавленного металла	$Q_р$, г	$Q_р = 10\text{-}3\gamma\pi d_э^2(l_э - l_{ог})n/4$	352,68
18	Коэффициент потерь	ψ, %	$\psi = 10^2(Q_р - Q_н)/Q_р$	4,4
19	Расход электроэнергии на сварку	А, кВт-ч	$А = I_{св}U_д t_о$	594
20	Зазор (расстояние) между свариваемыми деталям	В, мм	табл. 3	

21	Длина сварного шва	l , мм	табл. 1	

$\alpha = 10$, $\beta = 2$; $\gamma = 7{,}8$ г/см^3; $l_{ог} = 50$ мм; $M = 0{,}5$

3. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

3.1. Общая характеристика способа

Обработка резанием – технологический процесс изготовления деталей, заключающийся в образовании новых поверхностей отделением поверхностных слоев материала с образованием стружки.

Для осуществления процесса резания необходимо относительное движение между заготовкой и режущим инструментом. Совокупность относительных движений инструмента и заготовки, необходимых для получения заданной поверхности, называют кинематической схемой обработки. Движения резания – это движения, обеспечивающие снятие слоя металла со всей обрабатываемой поверхности.

Примеры схем обработки различных поверхностей (рис. 3.1).

На обрабатываемой заготовке различают три поверхности: обработанную (3), полученную на заготовке в результате обработки; обрабатываемую (*1*), подлежащую обработке, и поверхность резания (*2*), образуемую режущей кромкой инструмента (рис. 1, *а – г*).

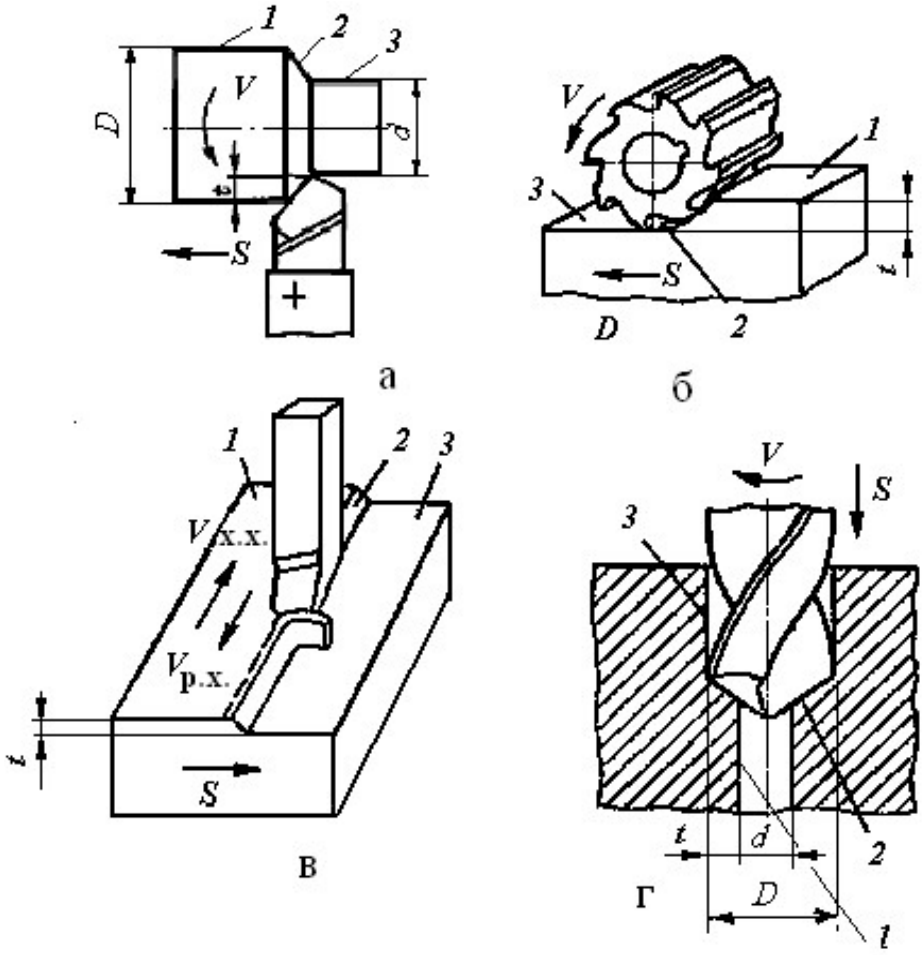


Рис. 3.1 Схемы обработки заготовок:
а) точением. *б*) фрезерованием, *в*) строганием,
г) сверлением (рассверливанием)

Процесс обработки задаётся **режимом резания**. Элементами режима резания являются **скорость резания, подача и глубина резания**. Совокупность этих значений принято называть **режимом резания**. Режим резания выбирается в следующей последовательности:

- глубина резания – *t*,
- подача – *S*,
- скорость резания – *V*.

Глубина резания – определяется как расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями заготовки, измеренное по нормали. Глубина резания измеряется в мм (рис. 1.1).

$t = (D - d)/2$ (*а* и *г* – при точении и рассверливании);

$t = d/2$(при сверлении); $t = H - h$ (*б* и *в*)при фрезеровании и строгании)

Глубина резания зависит от следующих факторов:

– величины припуска *а* (слой металла, подлежащий удалению в процессе обработки),

– вида обработки (черновая или чистовая),

– мощности станка.

Глубина резания может быть равна припуску $t = a$, или $t = a / i$, если припуск снимается за несколько проходов (i – количество ходов, за которое снимется весь припуск при данной глубине резания).

***Подача* (*S*)** – это перемещение заготовки или инструмента в направлении движения подачи за цикл движения резания.

При точении и сверлении подача задается в миллиметрах за 1 оборот (мм/об), при фрезеровании подача может быть задана в миллиметрах на зуб (мм/зуб), в миллиметрах в минуту (мм/мин), при строгании – в миллиметрах за двойной ход стола (мм / дв. х).

Величина подачи зависит от требований к обработанной поверхности: шероховатости и точности поверхности – чем выше точность и чистота обработки, тем меньше величина подачи.

Скорость резания* (*V*)** – скорость перемещения точки режущей кромки инструмента относительно заготовки. Скорость резания измеряют в метрах в минуту ***при всех видах обработки резанием, кроме шлифования и полирования (метры в секунду).

Если главное движение резания является вращательным, то скорость резания определяется по формуле

$$V = \pi D n /1000,$$

где D – диаметр заготовки или инструмента, мм; n – частота вращения заготовки или инструмента, об/мин.

При возвратно-поступательном движении скорость резания определяется по формуле

$$V = 2L n (k + 1) /1000,$$

где L – длина хода инструмента или детали при обработке данной поверхности, мм;

n – число двойных ходов в минуту ($n = 500 \cdot V / L \cdot (k + 1)$);

k– коэффициент отношения скорости рабочего хода к скорости холостого хода ($k = V_{рх}/V_{хх}$).

К элементам процесса резания относится также основное технологическое время $T_о$, затрачиваемое непосредственно на обработку резанием данной поверхности (изменение формы и размеров заготовки).

Основное время определяется по формуле:

$$T_о = L \cdot i / S \cdot n,$$

где $L = l + l_1 + l_2$,

l – длина обрабатываемой поверхности,

l_1 – величина врезания инструмента,
l_2 – величина перебега инструмента.

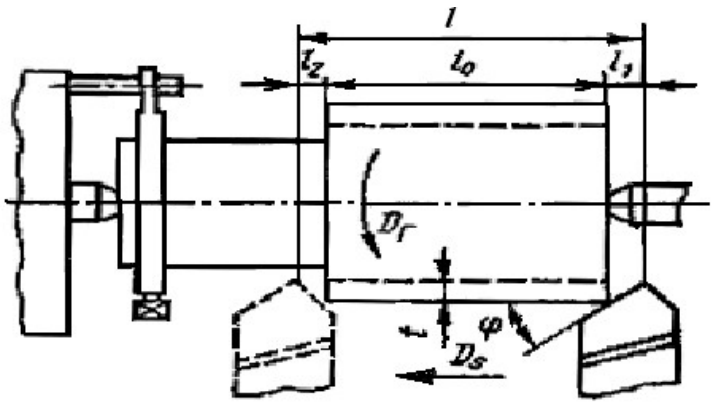


Рис. 1.2. Схема к расчётуT_o при обработке цилиндрической поверхности

3.2. Методические указания

Обработка металлов резанием связана с превращением в стружку значительного количества металлов. Это привело к тому, что обработка резанием в некоторой степени потеснена малоотходными технологиями (точное литье, обработка давлением и др.). Однако обработка резанием остается главным средством изготовления высокоточных деталей в машиностроении с заданной точностью и чистотой поверхности.Резание металлов представляет собой сложный процесс, включающий ряд взаимодействующих явлений, к которым относится: упругое и пластическое деформирование, интенсивное трение, выделение тепла, образование нароста, явление наклепа, износ инструмента, усадка стружки.

При изучении этой темы следует обратить внимание на физико-химические процессы, происходящие при резании, и их роль в формировании поверхностного слоя обрабатываемой детали. Необходимо разбираться в видах режущих инструментов и способах их эффективного использования.

Необходимо ознакомиться с современным состоянием развития теории и технологии обработки материалов резанием, классификацией поверхностей и методов их обработки, требованиями к технологичности деталей, обрабатываемых резанием, кинематикой процесса резания, классификацией движений и геометрией срезаемого слоя.

Следует запомнить определение, обозначения и размерности элементов режима резания, элементы резца и его углы.

Изучите силы, действующие на резец, влияние различных показателей на скорость резания, а также скоростное и силовое резание как резерв повышения производительности труда.

При изучении материалов, из которых изготовляются резцы, следует обратить внимание на марки быстродействующих и твердых сплавов, особенно на минералокерамические сплавы, имеющие высокую износостойкость и дешевые в изготовлении.

Высокие требования, предъявляемые к технико-эксплуатационным характеристикам современных машин, обеспечиваются высокой точностьюразмеров и другими показателями качества деталей этих машин. Поэтому роль металлорежущих станков для высококачественной обработки деталей в машиностроении не уменьшается.

Современные станки – это сложные разнообразные механизмы, использующие различные методы осуществления движений и управления рабочим циклом, обеспечивающие обработку деталей любой конфигурации и различных размеров.

При изучении темы следует обратить внимание на движения инструмента и детали при обработке на различных станках. Необходимо разбираться в технологических возможностях станков разных видов.

Следует изучить принятую в России классификацию металлорежущих станков, подробно рассмотреть приводы и передачи станков различных групп. Для чтения кинематических схем станков нужно знать условные обозначения различных узлов в соответствии с ГОСТами.

Необходимо рассмотреть основные виды токарных, сверлильных, расточных, строгальных, долбежных, протяжных, фрезерных, шлифовальных работ, применяемые инструменты, а также технологические требования, предъявляемые к деталям, обрабатываемым на различных станках.

Все металлорежущие станки разделяют на группы по характеру выполняемых работ и виду применяемых инструментов. Подробно рассмотрите принятую в России классификацию и уясните единую систему условного обозначения станков, понимаемую как нумерация. Затем подробно рассмотрите технологии обработки резанием, выполняемые на разных металлорежущих станках.

Обработка на токарных станках. С использованием рисунков рассмотрите основные узлы токарно-винторезного станка и поймите, почему токарные станки часто называют универсальными. Проанализируйте типы станков токарной группы.

Обработка на сверлильных и расточных станках. Поймите, что понимают под обработкой круглых отверстий на станках сверлильной группы.

Обработка на фрезерных станках. Уясните, что такое фрезерование и какие типы фрез для этого используют.

Обработка на строгальных, долбежных и протяжных станках. С учетом видов обработки поверхностей строганием выделите особенности этой группы станков. Изучите типаж инструментов, используемых для этих целей. Составьте схему работ на станках этой группы.

Обработка на шлифовальных и отделочных станках. Изучите процесс шлифования и инструмент, используемый для этих целей. Обратите внимание, что шлифование также относится к операциям резания и разберите с чем это связано. Рассмотрите методы шлифования и типы шлифовальных станков. Для всех рассмотренных технологийрезания изучите возможные виды работ.

Вопросы для самопроверки

1. Для чего используют станки токарной группы?
2. Почему токарные станки часто называют универсальными?
3. Что понимают под зенкованием и развертыванием крупных отверстий.
4. Какие основные типы фрез существуют?
5. В чем особенности строгальных станков?
6. Что понимают под процессом шлифования?
7. Что понимают под абразивным инструментом?
8. Для каких целей используют в механообработке роботы и манипуляторы?

Токарная обработка

Задача. На токарно-винторезном станке производится наружное продольное точение заготовки D=68 мм до d=62 мм (рис. 2). Длина обрабатываемой поверхности l=280мм, длина заготовки L= 430 мм. Шероховатость обработанной поверхности Ra=25 мкм. Заготовка -

поковка стальная 40Х с пределом прочности 700 МПа. Способ крепления заготовки - в центрах. Обработка ведется с охлаждением.

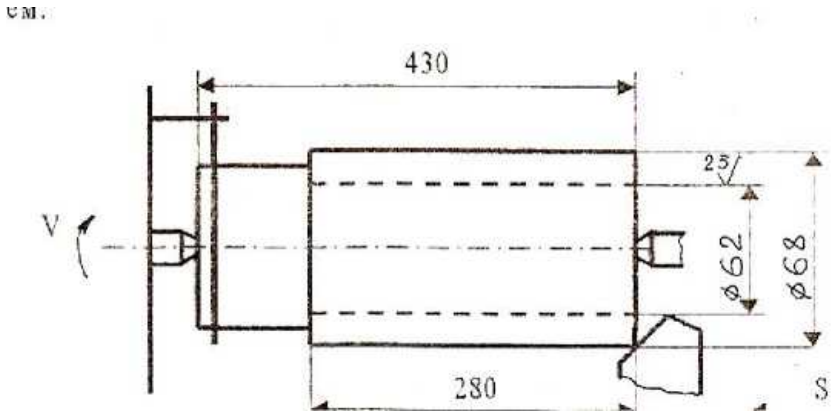


Рис. 2. Схема обработки

Необходимо:
Выбрать токарный станок;
Выбрать режущий инструмент;
Выполнить эскиз резца;
Назначить режимы резания;
Определить машинное время.

Решение

Исходя из условий задачи (размеров заготовки, характера обработки), выбираем токарно-винторезный станок модели 16К20, имеющий следующие технические характеристики: мощность двигателя $N_{дв}$=10 КВт, к.п.д.=0,75, высота центров =215 мм, расстояние между центрами 2000 мм.

Материал режущей части инструмента выбираем исходя из физико-механических свойств обрабатываемого материала и характера обработки (Приложение таблица 1). При черновом обтачивании конструкционной стали марки 40Х с глубиной резания t= 3 мм на средних станках рекомендован твердый сплав марки Т15К6 (WC-79%, TiC-15%, Co-6%) либо быстрорежущая сталь марки Р6М5 (W-6%, Mo-5%, C-1%). Так как в последнее время большее предпочтение отдано инструменту из твердого сплава, выбираем материал пластинки Т15К6. Державка резца изготавливается из качественной конструкционной стали группы 1 марки 45 ($\sigma_в$=610 МПа, НВ= 197).

При выборе значений геометрических параметров резца следует учитывать материал заготовки, вид обработки, материал режущей

части инструмента, сечение державки и жесткость системы СПИД (Приложение таблицы 2, 3). Выбираем форму передней поверхности резца - радиусную с фаской. Фаску с отрицательным передним углом делают для упрочнения режущей кромки резца с пластинками из твердого сплава. Радиусная лунка обеспечивает завивание сходящей стружки. Геометрические параметры режущей части (рис. 3): передний угол γ=10° (при черновой обработки конструкционных материалов с НВ<240), задний угол α =6° (при черновой обработке), угол наклона главной режущей кромки λ =0 (точение без ударных нагрузок), углы в плане φ =45°, φ' =15° (при жесткой системе СПИД), угол фаски$\gamma_ф$=-5°, ширина фаски *f*=0,8 мм.

Используя выбранные данные геометрических параметров режущей части резца, выполним эскиз токарного проходного резца с пластинкой из твердого сплава марки Т15К6, сечение державки 16 × 25 мм.

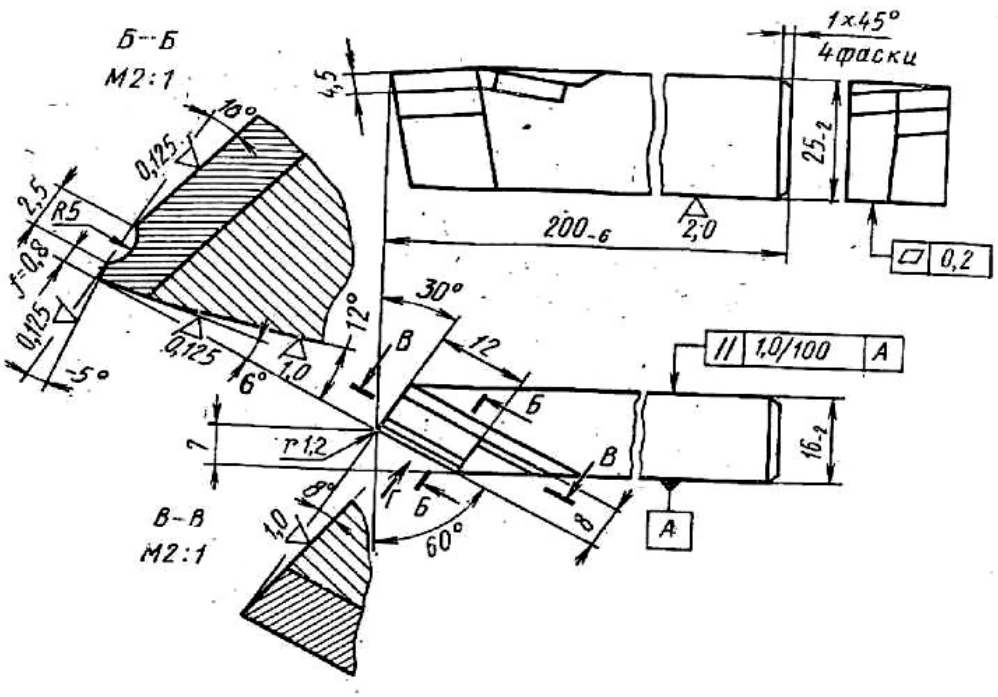


Рис. 3. Эскиз резца

Назначаем режимы резания.

Глубину резания определяем по формуле

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{68 - 62}{2} = 3 \text{ (мм)}$$

Т. к. при черновой обработке за один проход инструмента можно снять *t*=5-7 мм, то данная обработка будет проходить за один про-

ход. Причем шероховатость обработанной поверхности Ra=25 мкм будет обеспечена.

Подачу назначаем по таблице 4 (Приложения). Для обработки заготовки из конструкционной стали, диаметром до 100 мм, глубинной резания t=3мм, сечением державки 16×25 мм - подача $S_{таб}$=1,2 мм/об.

Данную подачу корректируем по паспорту станка 16К20, выбрав ближайшее меньшее значение:

$$S_ф = 1 \text{ мм/об.}$$

Период стойкости определим по таблице 9 (Приложения):

$$T = 30 \text{ мин.}$$

Скорость резания при наружном точении определяем по формуле

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{340}{30^{0,2} 3^{0,15} 1^{0,45}} 0,97 = 142 \text{ (м/мин).}$$

$K_V = 1,07 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,97 \cdot 0,94 = 0,97$, где

$K_{MV} = \frac{750}{700} = 1,07$, $K_{ПV} = 1$, $K_{ИV} = 1$, $K_{φV} = 1$, $K_{φW} = 0,97$, $K_г = 0,94$.

(Приложение таблицы 11,12,15,16 согласно заданным условиям). Определяем частоту вращения шпинделя, соответствующую найденной скорости резания, по формуле (3)

$$n_р = \frac{1000 V_р}{\pi D} = \frac{100 \cdot 142}{3,14 \cdot 68} = 665 \text{ (об/мин).}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка 16К20,выбрав фактическое значение частоты вращения из ближайшего меньшего.

$$n_ф = 500 \text{ об/мин.}$$

Определяем действительную скорость резания по формуле (5)

$$V_д = \frac{\pi D n_ф}{1000} = \frac{3,14 \cdot 68 \cdot 500}{1000} = 107 \text{(м/мин).}$$

Определяем мощность, затраченную на резание, по формуле (6) и силу резания по

$$P_z = C_{PZ} \cdot t^{Y} \cdot S_Ф \cdot V_Д \cdot K_{PZ}, \quad (5)$$

Из таблицы 16 (Приложения) выписываем коэффициенты и показатели степеней для данных условий обработки. C_{PZ}=300, x=1, y=0,75, n=0,15.

Учитываем поправочный коэффициент на силу резания K_{PZ}, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

$$K_{PZ} = K_{MPZ} K_{\varphi} K_{\gamma} K_{\lambda} K_{r} = 0{,}94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0{,}94$$

Численные значения этих коэффициентов выбираем в таблице 15, 16 (Приложения):

$K_{MPZ} = \left(\frac{700}{750}\right)^{0,75} = 0{,}94$, K_{φ} = 1, при $\varphi = 45^{o}$; K_{γ} = 1 при = 10^{o}; K_{λ} = 1 при $\lambda = 0^{o}$;

K_r на силу резания при заданных условиях обработки не влияет.

$$P_Z = C_{PZ} \cdot t^{X} \cdot Sj \cdot V_{Д} \cdot K_{PZ} = 300 \cdot 3^{1} \cdot 1^{0,75} - 107^{-0,15} \cdot 0{,}94 = 419(\text{Н}).$$

$$N_e = \frac{P_z \cdot V_{д}}{60 \cdot 1020} = 7{,}1 \ \text{кВт}.$$

Проверяем достаточность мощности привода станка по условию:

$$N_e < N_{CT}$$

На станке 16К20 N_{CT}=10 · 0,75 = 7,5 кВт.

7,1<7,5, т.е. обработка возможна.

• Определяем основное технологическое время по формуле

$$L = I + y + \Delta = 280+3+2=285 \ (\text{мм}),$$

где длина обрабатываемой поверхности l=280 мм, величина врезания $y = t \cdot \text{ctg}\varphi = 3 \cdot \text{ctg}45^{0} = 3 \cdot 1 = 3(\text{мм})$, величину перебега принимаем Δ=2 мм.

Тогда

$$t_0 = \frac{Li}{n_{ф} S_{ф}} = \frac{285 \cdot 1}{500 \cdot 1} = 0{,}57 \ (\text{мин}).$$

Задача Р.1.

Определить минутную подачу резца $\boldsymbol{S_м}$ (мм/мин) при обтачивании на токарном станке заготовки диаметром $\boldsymbol{D}$ (мм) со скоростью резания $\boldsymbol{v}$(м/мин) и подачей резца за один оборот заготовки$\boldsymbol{S}$(мм/об)**.**

Варианты исходных данных к задаче Р.1

№	*D*	*V*	*S*	№	*D*	*V*	*S*
1	140	88	0,6	11	387	233	0,6
2	37	233	0,43	12	90	177	0,43
3	90	177	0,87	13	120	119	0,87
4	120	119	0,7	14	72	280	0,7
5	72	280	0,78	15	64	200	0,78
6	64	200	0,17	16	160	80	0,17
7	160	80	0,18	17	54	170	0,18
8	54	170	0,3	18	43	216	0,3
9	43	216	0,23	19	210	133	0,23
10	210	133	0,52	20	140	88	0,52

Задача Р.2.

Определить основное время $\boldsymbol{T_0}$при подрезании сплошного торца заготовки диаметром $\boldsymbol{D_0}$(мм) на токарном станке за один проход. Припуск на обработку (на сторону) $\boldsymbol{h}$(мм)**.** Частота вращения шпинделя $\boldsymbol{n}$(об/мин)**;** подача резца $\boldsymbol{S}$(мм/об)**.** Резец проходной отогнутый с главным углом в плане $\boldsymbol{\varphi}$**=** 45°**.** Перебег резца $\boldsymbol{\Delta}$**=** 1…3 мм**.** Начертить схему обработки поверхности.

Варианты исходных данных к задаче Р.2

№	*D*	*h*	*n*	*S*	№	*D*	*h*	*n*	*S*
1	140	2,5	1000	0,32	11	300	2	1250	0,32
2	37	3	800	0,43	12	90	3	800	0,43
3	90	2	2000	0,24	13	120	1	2000	0,87
4	120	3	315	0,12	14	72	2	315	0,7
5	72	1,5	800	0,28	15	64	2	800	0,78
6	64	3	500	0,17	16	160	3,5	500	0,17
7	160	2	1250	0,18	17	54	1,5	1250	0,18
8	54	3	400	0,3	18	43	2	400	0,3
9	43	2	630	0,23	19	210	1,8	630	0,23
10	210	1,5	1250	0,52	20	140	2,3	1250	0,52

Задача Р.3.

Определить основное время T_0при отрезании кольца от заготовки, имеющей форму трубы с наружным диаметромD(мм) и внутренним – d(мм), на токарном станке резцом с пластиной из твердого сплава**.** Частота вращения шпинделя n(об/мин)**;** подача резца S(мм/об)**.** Перебег резца Δ**=** 1…2 мм**.** Начертить схему обработки поверхности.

Варианты исходных данных к задаче Р.3

№	*D*	*h*	*n*	*S*	№	*D*	*h*	*n*	*S*
1	140	80	1000	0,32	11	300	120	1250	0,32
2	70	35	800	0,43	12	90	30	800	0,43
3	90	40	2000	0,24	13	120	60	2000	0,87
4	120	65	315	0,12	14	72	34	315	0,7
5	72	36	800	0,28	15	64	24	800	0,78
6	64	20	500	0,17	16	160	70	500	0,17
7	160	80	1250	0,18	17	54	20	1250	0,18
8	54	25	400	0,3	18	43	10	400	0,3
9	43	20	630	0,23	19	210	120	630	0,23
10	210	100	1250	0,52	20	140	100	1250	0,52

Задача Р.4.

Определить мощность $N_{рез}$, затрачиваемую на резание и моментсопротивления резанию $M_{ср}$, если при продольном точении заготовкидиаметромD(мм) со скоростью резания V(м/мин) тангенциальнаясила резания составила P_z(Н). Начертите схему расположения составляющих силы резания для рассматриваемого случая обработки резанием.

Варианты исходных данных к задаче Р.4

№	*D*	*V*	P_z	№	*D*	*V*	P_z
1	140	75	2750	11	380	75	2750
2	160	130	2200	12	90	170	2200
3	90	170	3000	13	120	119	3000
4	120	110	1050	14	72	120	1050
5	75	180	2050	15	64	200	2050
6	64	100	3000	16	160	80	3000
7	160	80	4000	17	54	170	4000
8	80	170	1600	18	43	160	1600
9	30	150	1500	19	210	133	1500

10	210	130	1000	20	140	88	1000

Для решения предлагаемых задач по резанию металлов и режущему инструменту следует пользоваться справочными таблицами [5-9] и справочными материалами Приложения В, а также источниками [1;4].

5. Литейное производство

5.1. Общая характеристика способа

Литьё - получение изделий путем заливки жидкого металла в формы и егопоследующего затвердевания.

Теоретически, литьем можно получить сколь угодно сложное по форме изделие. На практике, литьё, как и все методы формообразования, имеет существенные ограничения.

Они связаны:

- с трудностями изготовления формы для заливки жидкого металла;

- с невозможностью заполнения жидким металлом сколь угодно тонкого

рельефа; это технологическое свойство металла, называемое

"жидкотекучестью", связано с вязкостью жидкого металла, его поверхностным натяжением, смачиваемостью материала формы жидким металлом и рядом других факторов;

- с усадкой металла при застывании, которая определяется разностью объемов, занимаемых жидким и затвердевшим металлом и изменением его объема (размеров) при охлаждении до комнатной температуры. Усадка, а особенно неравномерное охлаждение отливки в форме, приводит к ее короблению, возникновению внутренних напряжений, а, иногда, даже к разрушению.

Однако литьё позволяет получать самые сложные по форме изделия, в том числе и произведения искусства…

Литьё - древнейший технологический процесс. В средние века литьем изготавливали колокола для церквей, пушки, монументы и т.д.

5.2. Методические указания

Литейное производство - отрасль машиностроения, использующаяся для изготовления фасонных заготовок или деталей путем заливки расплавленного металла в специальную форму, полость которой имеет конфигурацию заготовки (детали).

При изучении этой темы необходимо рассмотреть такие явления как жидкотекучесть, усадка, трещинообразование, газовые раковины и пористость отливок.

Затем необходимо разобраться в технологических процессах получения отливок различными способами: в песчано-глинистых формах, в оболочковых формах, по выплавляемым моделям, в металлических формах (кокилях), центробежным литьем под давлением, специализированными способами.

Студент должен последовательно рассмотреть литье в металлические формы (кокиль), центробежное литье, точное литье по выплавляемым моделям, литье в оболочковые формы.

Далее необходимо рассмотреть технологические этапы получения отливки, то есть сборку и заливку литейных форм, охлаждение отливок, их выбивку и очистку.

Затем следует ознакомиться с особенностями изготовления отливок из различных сплавов.

Изучить оборудование, применяемое в литейных цехах для плавки и проведения других технологических операций.

Особое внимание следует обратить на основные виды дефектов отливок, отметив влияние нарушений технологического процесса и нетехнологичности конструкций отливок на появление различных видов брака литья. Рекомендуется ознакомиться с современными методами и аппаратурой, применяемой для контроля всех стадий процесса изготовления отливок и используемых материалов. Следует четко уяснить, какие дефекты можно подвергнуть исправлению, и какие отливки являются окончательным браком.

Вопросы для самопроверки:

1. Что понимается под жидкотекучестью литейных сплавов? Как проводят испытания на жидкотекучесть сплавов?
2. Что такое усадка литейных сплавов? Опишите способы предупреждения усадочныхраковин и пористости отливок.
3. В результате, каких явлений образуются трещины в отливках? Как бороться с этим видом брака?

4. Какие применяются меры для уменьшения возможности образования газовых раковин и пористости отливок?

5. Какие формовочные и стержневые смеси используют в литейном производстве? Их характеристики и методы испытания.

6. Дайте описание схемы работы литейного конвейера. Рассмотрите вопросы механизации и автоматизации изготовления литейных форм.

7. Машины для получения отливок под давлением, схема их устройства и принцип действия. Области применения отливок, изготовленных способом литья под давлением.

8. Перечислите свойства серого чугуна как литейного и конструкционного материала.

Укажите, для каких целей применяются в машиностроении чугунные отливки? Приведите химические составы нескольких марок серого и модифицированного чугунов с указанием их механических свойств.

9. Изложите способы получения ковкого чугуна: виды ковкого чугуна, в чем особенности изготовления литейных форм для получения ковкого чугуна?

10. Опишите технологию изготовления отливок из алюминиевых сплавов.

11. Опишите технологию изготовления отливок из магниевых сплавов.

12. Опишите технологию отливок из медных сплавов.

13. Назовите виды дефектов при получении отливок и способы их устранения. Как, с применением какой аппаратуры и на каких стадиях изготовления производится контроль отливок?

6. Основы металлургического производства

6.1. Общая характеристика способа

Металлы и их сплавы в настоящее время являются основным материалом для производства машин, приборов и других технических устройств.

Это определяется сочетанием их свойств, которым в данное время не обладают другие конструкционные материалы.

К таким свойствам относятся:

- механические: прочность, твердость, пластичность, ударная вязкость ...

- теплофизические: жаропрочность, теплопроводность, низкий коэффициент линейного расширения...

- химические: устойчивость в агрессивных средах, биологическая инертность

- технологические: свариваемость, литейные свойства (жидкотекучесть, степень усадки при затвердевании, склонность к ликвации элементов), пластичность...

Современное металлургическое производство представляет собой комплекс различных производств, базирующихся на месторождениях руд и коксующихся углей, энергетических комплексах. Оно включает:

– шахты и карьеры по добыче руд и каменных углей;

– горно-обогатительные комбинаты, где обогащают руды, подготавливая их к плавке;

– коксохимические заводы (подготовка углей, их коксование и извлечение из них полезных химических продуктов);

– энергетические цехи для получения сжатого воздуха (для дутья доменных печей), кислорода, очистки металлургических газов;

– доменные цехи для выплавки чугуна и ферросплавов или цехи для производства железорудных металлизованных окатышей;

– заводы для производства ферросплавов;

– сталеплавильные цехи (конвертерные, мартеновские, электросталеплавильные);

– прокатные цехи (слиток в сортовой прокат).

Основная продукция чёрной металлургии:

– чугуны: передельный, используемый для передела на сталь, и литейный, для производства фасонных отливок;

– железорудные металлизованные окатыши для выплавки стали;

– ферросплавы (сплавы железа с повышенным содержанием марганца, кремния, ванадия, титана и т.д.) для легированных сталей;

– стальные слитки для производства проката,

– стальные слитки для изготовления крупных кованных валов, дисков (кузнечные слитки).

Основная продукция цветной металлургии:

– слитки цветных металлов для производства проката;

– слитки для изготовления отливок на машиностроительных заводах;

– лигатуры – сплавы цветных металлов с легирующими элементами для производства сложных легированных сплавов;

– слитки чистых и особо чистых металлов для приборостроения и электротехники.

6.2. Методические указания

Получение чугуна в доменных печах относится к пирометаллургическому способу. Исходными материалами являются руды, флюсы и топливо. Изучите виды руд, флюсы и их назначение, топливо, используемое при производстве чугуна, принцип работы доменной печи и физико-химические процессы, протекающие при получении чугуна. Ознакомьтесь со способами прямого восстановления железа из руды, этапами этого процесса.

Ознакомьтесь с рудами для получения меди, алюминия, магния, титана; способами их обогащения. Изучите работу агрегатов для получения этих металлов, способы рафинирования.

Краткие теоретические сведения

Процессы получения стали из чугуна и скрапа сводятся к снижению примесей и углерода путем окислительных процессов с сталеплавильных печах. Ознакомьтесь с принципом работы современных конвертеров, мартеновских и электродуговых печей. Изучите физико-химические процессы, протекающие в печах. Изучите способы разливки стали и ознакомьтесь с технико-экономическими показателями различных способов получения стали.

Восстановление металла проводится несколькими способами.

Термохимическое восстановление металла осуществляется воздействием на соединение металла каким-либовосстановителем при высокой температуре.Термохимическим способом восстанавливают многие металлы.

Например, железо обычно содержится в руде в виде окислов Fe_2O_3 или Fe_3O_4 и восстанавливается угарным газом (CO), образующимся при горении кокса (продукта переработки каменного угля) в доменных печах. В зонах 4-6 происходит горение кокса в потоке воздуха поступающего через фурмы и образуется угарный газ при тем-

пературе 1600-1750°С, который, воздействуя на окислы железа, приводит к их восстановлению:

$$Fe_2O_3 + CO \text{ --- } Fe_3O_4 + CO_2 + Q$$
$$Fe_2O_3 + CO_2 \text{ --- } FeO + CO_2 - Q$$
$$FeO + CO \text{ --- } Fe + CO_2 + Q$$

Образующееся железо, в виде капель, стекает в горн, откуда периодически выпускается. Сверху печи также периодически происходит подсыпка шихты (смеси руды, кокса и флюсов). Таким образом горение в печи поддерживается непрерывно в течении длительного времени, от 5 до 10 лет.

В образующемся железе при высокой температуре растворяется углерод кокса, что приводит к получению сплава железа с углеродом, при содержании последнего выше 2% (но не более 6,67%). Такой сплав весьма тверд и хрупок и называется чугуном.

Суточная производительность доменной печи достигает 2500 тонн чугуна.Хотя чугун, как конструкционный материал, применяется для отливкизаготовок различных деталей машин (станины, корпуса двигателей, зубчатые колеса и т.д.) , но большая его часть перерабатывается в сталь – сплав железа с углеродом при содержании углерода менее 2%.

Понизить содержание углерода в чугуне и, тем самым, превратить его всталь можно окисляя избыточный углерод в жидком чугуне. Для этогопримeняются конвертерный и мартеновский методы получения стали.

Плавку медных руд ведут в пламенных печах, в которых происходит восстановление меди, но из-за высокого содержания в руде соединений железа и серы образуется "медный штейн", в котором содержится 20-50% меди, 20-40% железа и 22-25% серы.

Полученный штейн перерабатывается в черновую медь в конвертерах. Продувая через жидкий штейн воздух, проводят окисление железа, которое всплывает на поверхности в виде окислов, сера выгорает с образованием огромного количества окиси серы, используемой как сырьё для производства серной кислоты.

В результате процесса получают черновую медь (98,5-99,5 % Cu), которую можно использовать для производства медных сплавов, но которая не пригодна для электротехнической промышленности (для производства проводов).

Конвертерный способ получения сталисостоит в окислении избыточного углерода продувкой через жидкий чугун кислорода.

При этом, естественно, сгорает и некоторая часть железа. Реакция является экзотермической, поэтому в жидкий чугун можно добавить некоторую часть металлического лома, который при продувке кислородом расплавляется.

Процесс протекает довольно быстро (менее 20мин).Производительность процесса зависит от объема конвертера (от 3 до250тонн).

При таком производстве стали химический состав ее зависит от содержания примесей в руде. Невозможно получить высококачественные легированные стали и переработка стального лома возможна только в ограниченных количествах, в то время как в промышленности накапливается его огромная масса.

Мартеновский способ получения стализаключается в плавке шихты за счет горения топлива, в качестве которого используютсягорючие газы, мазут, угольная пыль.При этом возможно производить контроль состава, вводить легирующие элементы.

В зависимости от вида процесса, в печь загружаются:

- жидкий чугун + руда - "рудный процесс".
- твердый чугун + металлический лом - "скраппроцесс"
- жидкий чугун+ металлический лом + руда -"скрапрудный процесс".

Вопросы для самопроверки:

1. В чем заключается сущность производства стали из чугуна? Какие существуют разновидности процессов получения стали?
2. Поясните сущность современных способов повышения качества стали: вакууммированием при разливке, электрошлаковым и вакуумно-дуговым методами переплавки и укажите области применения каждого из них.
3. Охарактеризуйте продукты доменного производства и укажите область применения каждого из них.
4. Опишите существующие способы разливки стали. Чем отличается спокойная сталь от кипящей? Опишите процесс кристаллизации спокойной стали в изложнице.
5. Опишите способы разливки стали. Укажите преимущества и недостатки каждого способа.

Задача №8.1.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,0% C, 2,3% Si, 0,9% Mn. Выплавка производится вагранoчным способом из чушко-

вого чугуна ЛК1, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компоненты шихты: кокс – 10%, флюсы – 3% металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара Si и Mn при выплавке.

Задача №8.2.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,2% C, 2,4% Si, 1,1% Mn. Выплавка производится вагранoчным способом из чушкового чугуна ЛК2, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компоненты шихты: кокс – 10%, флюсы – 3% металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара Si и Mn при выплавке.

Задача №8.3.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,0% C, 2,3% Si, 1,5% Mn. Выплавка производится вагранoчным способом из чушкового чугуна ЛК3, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компоненты шихты: кокс – 10%, флюсы – 3% металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара *Si* и Mn при выплавке.

Задача №8.4.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,0% C, 2,3% Si, 0,9% Mn. Выплавка производится вагранoчным способом из чушкового чугуна ЛК4, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компоненты шихты: кокс – 10%, флюсы – 3% металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара Si и Mn при выплавке.

Задача №8.5.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,2% C, 2,1% Si, 1,2% Mn. Выплавка производится вагранoчным способом из чушкового чугуна ЛК5, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компо-

ненты шихты: кокс – 10%, флюсы – 3% металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара Si и Mn при выплавке.

Задача №8.6.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,1% C, 2,2% Si, 1,1% Mn. Выплавка производится ваграночным способом из чушкового чугуна ЛК6, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компоненты шихты: кокс – 10%, флюсы – 3% металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара Si и Mn при выплавке.

Задача №8.7.

Рассчитать шихту для выплавки чугуна состава 3,0% C, 2,3% Si, 0,9% Mn. Выплавка производится ваграночным способом из чушкового чугуна ЛК7, возврата собственного производства и стального лома. Масса металлической завалки 200 кг. Неметаллические компоненты шихты: кокс – 10%, флюсы – 3% металлической завалки. Расчет произвести с учетом угара Si и Mn при выплавке.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Материал режущей части резца

материал режущей части – пластины из ТС, РК, СТМ					
условие эксплуатации			материал пластины		
обработка	припуск	глубина резания, мм	рекомендуемы й для усредненных условий	повышенной износостойкости	повышенной прочности
обтачивание и подрезание					
1. конструкционные, подшипниковые и инструментальные стали (НВ 110-130)					
1.1 мелкие и средние станки					
черно-вая	непрерывный	св. 1,5 до 3	т15к6,мс111	вок- 60,в3, тн20,кнт 16, вп1195	т14к8, вп1255
		св. 3 до 7	Т14К8,МС2210, ВП1255	Т15К6,КНТ16,МС111	Т5К10,МС1460
		св. 7 до 15	Т5К10,МС2215, ВП1255	Т5К12,	МС146
	Прерывистый	св. 1,5 до 3	Т14К8,МС2210, ВП1255	Т15К6,МС111, ВП1195	Т5К10,МС1460
		св. 3 до 7	Т5К10,МС1460	Т14К8,МС2210	Т5К12,МС146
		св. 7 до 15	Т5К12,МС146	Т5К10,МС1460	ТТ7К12

Чистовая	Непрерывный	До 1	ВО-13,ВШ-75	Композит1 0	Т30К4,ТН20
		св. 1 до 3	Т30К4,	ВОК-71	ТН20,ТТ5К6
1.2 Крупные и тяжелые станки					
Черновая	Непрерывный	св. 3 до 7	Т14К8, МС2215	Т15К6,МС111	Т5К10,МС1465
		св. 7 до 15	Т5К10,МС1460	Т14К8,МС2215	Т5К12,МС146
		св. 15 до 45	Т5К10	-	ТТ7К12,Т5К12
Черновая	Прерывитый	св. 3 до 7	Т5К10, МС131	Т15К6, МС2215	МС1465,МС1460
		св. 7 до 15	Т5К10, МС131	Т14К8,ВП5510	Т5К12, МС146

		св. 15 до 45	Т5К12	Т5К10	ТТ7К12
Чисто вая	Непрерывный	до 2	ВОК-60, В3	Композит1 0	Т30К4,Т15К6
		св. 2 до 7	Т30К4	ВОК-60	Т15К6
2. Коррозийно-стойкая сталь					
2.1 Мелкие и средние станки					
Черно вая и чисто вая	Непрерывный	св. 1,5 до 3	ВК6-М	ВК10-ОМ, ВК3,ТТ18 К6, Т15К6	ВК10- ОМ,ТТ10К8-Б
		св. 3 до 7	ВК10-ОМ, ТТ10К8-Б	ВК6- М,ТТ18К6	ВК10-ХОМ
		св. 7 до 15	ВК10-ХОМ	ВК10-ОМ,ТТ10К 8-Б	ВК15- ХОМ,ВК8
Черновая и чистова я	Прерывистый	св. 1,5 до 3	ВК10- ОМ,ТТ10К8-Б	ВК6-М	ВК10-ХОМ
		св. 3 до 7	ВК10-ХОМ	ВК10-ОМ,ТТ10К 8-Б	ВК15- ХОМ,ВК8
2.2 Крупные и тяжелые станки					
Черновая и чистовая	Непрерывный	св. 3 до 7	ВК10- ОМ,ТТ10К8-Б	ВК6-М, ВК6-ОМ	ВК10-ХОМ
		св. 7 до 15	ВК10-ХОМ	ВК10-ОМ, ТТ10К8-Б	ВК15-ХОМ
		св. 15 до 30	ВК15- ХОМ,ВК8	ВК10- ХОМ	-
	Прерывистый	св. 3 до 7	ВК10-ХОМ	ВК10-ОМ, ТТ10К8-Б	ВК15- ХОМ,ВК8
		св. 7 до 15	ВК15-ХОМ. ВК8	ВК10- ХОМ	-
		св. 15 до 30	ВК15-ХОМ, ВК8	ВК10- ХОМ	-

Таблица №2

Геометрические параметры режущей части резца

Операция	Обрабатываемый материал		Обработка	Припуск	α	γ	γФ	Параметры лезвия при H, мм			
								16:20	25:32	40:50	63:80
	группа	твердость						r=f0, мм			
Резцы из твердого сплава											
Об та чи ва ние и по дре за ние	Констр укцио нная сталь	НВ<240	Чер-новая	непрер	6	10	-5	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,8	1,8-2,4
				Пре рыв	5	-6	-	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,8	1,8-2,4
			Чис-товая	Непре рыв.	8	15	-5	0,6-0,8	0,8-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0
		НВ<240 -330	Чер новая	Непре рыв.	6	8	-5	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,8	1,8-2,4
				Пре рыв	5	-8	-	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,8	1,8-2,4
			Чис товая	Непре рыв.	8	10	-	0,6-0,8	0,8-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0
	Коррозийностойк ая сталь		Чер новая	Непре рыв.	6	15	-3	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0
			Чис товая	Непре рыв.	8	20	-3	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2
	Чугун, медные сплавы высокой твердости		Чер новая	Непре рыв. Преры в.	6	8	-5	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0
			Чис товая	Непре рыв.	8	10	-	0,6-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,6
	Медные сплавы низкой твердости и алюминий		Чер новая	Непре рыв. и пре рыв.	6	15	-	0,8-1,0	1,0-1,2	1,0-1,2	1,6-2,0
			Чис товая	Непре рыв.	8	25	-	0,6-0,8	0,8-1,0	0,8-1,0	1,2-1,6
	Сталь закаленная и от-беленный чугун		Чис товая	Непре рыв.	12	- 10	-	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2
От ре за ние про	Констр укцио нная сталь	НВ<240	-	-	6	15	-5	0,4-0,6	0,6-0,8	1,2-1,6	1,0-1,2
		НВ<240 -330	-	-	8	10	-5	0,8-1,0	1,0-1,2	0,8-1,0	1,6-2,0

	Коррозийностойк	-	-	8	15	-3	0,4-	0,6-	1,0-	1,0-

ре за ние	ая сталь						0,6	0,8	1,2	
	Чугун, медные сплавы высокой твердости	-	-	6	8	-	0,6-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,4
	Медные сплавы низкой твердости и алюминий	-	-	8	30	-	0,6-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,4

Таблица 3

Геометрические параметры режущей части резца (углы в плане)

Типы резцов	Условия работы	Главный угол в плане, φ	Вспомогательный угол в плане, φ1
Резцы проходные	Жесткая система СПИД; L/D<6	10-30	5-10
	Средняя жесткая система СПИД; L/D=6-12	45-60	10-15
	Нежесткая система СПИД; L/D=12-15	75-90	15-20
Резцы подрезные (S поперечная)	-	30-70	25-45
Резцы отрезные, прорезные	-	80-90	1-3
Резцы расточные	Жесткая система СПИД	40-60	20-25
	Нежесткая система СПИД	60-75	20-25

Таблица 4

Подачи при черновом наружном точении резцами с пластинами из твердого сплава и быстрорежущей стали

Диаметр детали, мм	Размеры державки резца, мм	Обрабатываемый материал									
		Сталь конструкционная углеродистая, легированная и жаропрочня					Чугун и медные сплавы				
		Подача S мм/об, при глубине t мм									
		До 3	Св.3 до 5	Св.5 до 8	Св.8 до 12	Св.12	До.3	Св.3 до 5	Св.5 до 8	Св. 8 до	Св. 12
До 12	От16*25 до25*25	0,3-0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Св.20 до	От16*25	0,4-	-	-	-	-	0,4-	-	-	-	-

40	до25*25	0,5					0,5				
>40>60	От16*25 до25*25	0,5-0,9	0,4-0,8	0,3-0,7	-	-	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,7	-	-
>60 >100	От16*25 до25*25	0,6-1,2	0,5-1,1	0,5-0,9	0,4-0,8	-	0,8-1,4	0,7-1,2	0,6-1,0	0,5-0,9	-
>100 >400	От16*25 до25*25	0,8-1,3	0,7-1,2	0,6-1,0	0,5-0,9	-	1,0-1,5	0,8-1,9	0,8-1,1	0,6-0,9	-
>400 >500	От20*30 до40*60	1,1-1,4	1,0-1,3	0,7-1,2	0,6-1,2	0,4-1,1	1,3-1,6	1,2-1,5	1,0-1,2	0,7-0,9	-
>500 >600	От20*30 до40*60	1,2-1,5	1,0-1,4	0,8-1,3	0,6-1,3	0,1-1,2	1,5-1,8	1,2-1,6	1,0-1,4	0,9-1,2	0,8-1,0
>600 >1000	От25*40 до40*60	1,2-1,8	1,1-1,5	0,9-1,4	0,8-1,4	0,7-1,3	1,5-2,0	1,3-1,8	1,0-1,4	1,0-1,3	0,9-1,2
>1000 >2500	От30*40 до40*60	1,3-2,0	1,3-1,8	1,2-1,6	1,1-1,5	1,0-1,5	1,6-2,4	1,6-2,0	1,4-1,8	1,3-1,7	1,2-1,7

Примечание: 1. Нижнее значения подач соответствует меньшим размерам державки резца и более прочным обрабатываемым материалам, верхнее значение подач- большим размерам державки резца и менее прочным обрабатываемым материалам.

При обработке жаропрочных сталей и сплавов подачи свыше 1 мм/об не применять.

При обработке прерывистых поверхностей и при работах с ударными нагрузками табличные значения подач следует уменьшать на коэффициент 0,75- 0,85.

При обработке закаленных сталей табличные значения подач следует уменьшать на коэффициент 0,8 для стали HRC 44-56 и на коэффициент 0,5 для стали с HRC 57-62.

Таблица 5

Подачи при прорезании канавок и отрезании

Диаметр обработки, мм	Ширина резца, мм	Обрабатываемый материал	
		Сталь конструкционная углеродистая и легированная, стальное литье	Чугун, медные и алюминиевые сплавы
Токарные, токарно-револьверные станки			
До 20	3	0,06-0,08	0,11-0,14
Св.20до 40	3-4	0,1-1,12	0,16-0,19
Св.40до 60	4-5	1-0,13-0,16	0,20-0,24
Св.60до 100	5-8	0,16-0,23	0,24-0,32
Св.100до 150	6-10	0,18-0,26	0,3-0,4
Св.150	10-15	0,28-0,36	0,4-0,55
Карусельные станки			

До 2500	10-15	0,35-0,45	0,55-0,60
Св. 2500	16-20	0,45-0,60	0,60-0,70

Примечание: 1. При отрезании сплошного материала диаметром более 60 мм приближение резца к оси детали до 0,5 радиуса; табличные значения подач следует уменьшить на 40%-50%.
Для закаленной конструкционной стали. Табличные значения подач следует уменьшить на 30% при HRC< 50 и на 50% - при HRC>50.
При обработке резцами, установленными в револьверной головке, табличные значения следует умножать на коэффициент 0,8

Таблица 6 Подачи при обтачивании, подрезании и растачивании. Чистовая обработка

Форма пластины	Радиус при вершине r, мм	Подача S мм/об при требуемой шероховатости поверхности											
		Ra=12.5			Ra=6.3			Ra=3.2			Ra=1.6		
		Обрабатываемый материал											
		Конст. сталь	Корр. стойк. сталь	Чугун	Конст. сталь	Корр. стойк. сталь	Чугун	Конст. сталь	Корр. стойк. сталь	Чугун	Конст. сталь	Корр. стойк. сталь	Чугун
Многогранная	0,5	0,51	0,29	0,44	0,34	0,2	0,29	0,21	0,12	0,19	0,13	0,09	0,1
	0,8	0,60	0,34	0,52	0,39	0,24	0,34	0,24	0,14	0,22	0,15	0,11	0,1
	1,2	0,69	0,41	0,61	0,45	0,38	0,39	0,29	0,17	0,27	0,18	0,13	0,1
	1,6	0,77	0,46	0,58	0,50	0,32	0,44	0,31	0,19	0,29	0,1	0,14	0,1
	2,0	0,82	0,50	0,71	0,55	0,35	0,47	0,34	0,21	0,31	0,21	0,16	0,2
	2,5	0,90	0,55	0,77	0,59	0,38	0,51	0,37	0,23	0,34	0,23	0,17	0,2
Круглая	6,0	-	-	-	0,80	-	0,69	0,50	-	0,45	0,32	-	0,3
	9,5	-	-	-	0,91	-	0,81	0,57	-	0,53	0,37	-	0,3
	11	-	-	-	1,0	-	0,85	0,63	-	0,56	0,42	-	0,37

Поправочный коэффициент KS= KS1+ KS2+ KS3, на подачу для измененных

условий работы						
Вид обработки		Обтачивание		Подрезание	Растачивание	
KS1		1,0		0,9	0,8	
Налич ие СОЖ	БЕЗ сож	С использованием СОЖ	Материал пластины		БРС	ТС	РК
KS2	1,0	1,15	KS3		0,9	1,0	1,1

Таблица 7

Период стойкости резцов

Черновая обработка				Чистовая обработка			
Резцы токарные	Высота державки Н,мм	Пери од стой кости Т, мин для ТС	Пери од стой кости Т, мин для БРС	Резцы токарные	Высота дер-жавк и Н,мм	Период стой кости Т, мин для ТС	Пери-од стой-кос ти Т, мин для БРС
Проход ные	С20по40	30	30	Проход ные	С20по40	60	60
Подрез ные	С50по80	60	60	Подрез ные	С50по80	90	90
Расточ ные	С16по40	30	30	Расточ ные	С16по40	60	60
Отрезные	С16по40	30	30	-	-	-	-
Прорезные	С50по80	60	60	-	-	-	-

Таблица 8

Значение коэффициента CV и показателей степени в формуле скорости резания при обработке резцами

Вид обработки	Материал режущей части резца	Характеристи ка подачи S, мм/об	Коэффициент и показатели степени			
			CV	x	y	n
Конструкционная углеродистая сталь						
Наружное продольное точение проходными резцами	ТС	До 0,3	420	0,15	0,20	0,20
		Св.0,3 до0,7	350		0,35	
		Св.0,7	340		0,45	
То же, резцами с доп. лезвиями	ТС	S<t	292	0,30	0,15	0,18
		S>t		0,15	0,30	
Отрезание	ТС	-	47	-	0,80	0,18
	БРС	-	23,7	-	0,66	

Фасонное точение	БРС	-	22,7	-	0,50	0,3

						0
Нарезание крепежной резьбы	ТС	-	244	0,23	0,30	0,20
	БРС	Черновые ходы: P<2 мм	14,8	0,70	0,30	0,11
		P>2 мм	30	0,60	0,25	0,08
		Чистовые ходы	41,8	0,45	0,30	0,13
Серый чугун						
Наружное продольное точение проходными	ТС	S<0,40	292	0,15	0,20	0,20
		S>0,40	243		0,40	
То же, резцами с доп. лезвиями	ТС	S<t	324	0,40	0,20	0,28
		S>t		0,20	0,40	
Отрезание	ТС	-	68,5	-	0,40	0,20
Нарезание крепежной резьбы	ТС	-	83	0,45	-	0,33
Ковкий чугун						
Наружное продольное точение проходными	ТС	S<0,40	317	0,15	0,20	0,20
		S>0,40	215		0,45	
Отрезание	ТС	-	86	-	0,4	0,20

Таблица 9

Поправочные коэффициенты, учитывающие влияниегеометрических параметров резца на скорость резания

Главный угол в плане	Коэффициент $K_{\varphi V}$	Вспомогательный угол в плане φ_1^0	Коэффициент $K_{\varphi 1 V}$	Радиус при вершине	Коэффициент K_{rV}
20	1,4	1	1,0	1	0,9
30	1,2	1	0,97	2	1,0
45	1,0	2	0,94	3	1,0
60	0,9	3	0,91	5	1,3
75	0,8	4	0,87		
90	0,7	5			

Таблица 10

Поправочный коэффициент K_{MV}, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания

Обрабатываемый материал	Материал режущей части инструмента			
	Твердый сплав	Быстрорежущая сталь		
	Расчетная формула			
Сталь конструкционная углеродистая и легированная, стальное литье	KMV=750/σB	nV K =Cm□ 750 □ —— MV □□ □□ □ □ B □		
Чугун серый	1, 25 KMV= □ 190 □¯¯	nV KMV= □ 190 □ ——		
Чугун ковкий	1, 25 KMV= □ 150 □¯¯	nV KMV= □ 190 □ ——		
Обрабатываемый материал	Коэффициент обрабатываемости Cm	Показатели степени nv		
		точение	сверление	фрезерование
Сталь: Углеродистая (C<0,6%)	1,0	1,75	0,9	0,9
Углеродистая (C>0,6%)	0,8	1,75	0,9	1,0
Автоматная	1,2	1,75	1,0	-
Никелевая	1,0	1,75	0,9	1,0
Хромистая	0,8	1,75	0,9	1,45
Хромоникелевая	0,9	1,50	0,9	1,35
Хромомолибденовая, хром	0,7	1,25	0,9	1,0
Алюминиевая и близкие к ним	0,7	1,25	0,9	1,0
Хромомарганцевая, хромкремневая близкие к ним	0,7	1,50	0,9	1,0
Инструментальная быстрорежущая	0,6	1,25	0,9	1,0
Чугун: Серый	-	1,70	1,3	0,95
Ковкий	-	1,70	1,3	0,85

Таблица 11

Поправочный коэффициент KMV, учитывающий влияние физико-механических свойств жаропрочных и коррозийно-стойких сталей и сплавов на скорость резания

Марки сталей и сплава	σВ, МПа	Усреднение значение коэф. KMV	Марки сталей и сплава	σВ, МПа	Усредненное значение коэф. KMV
12Х8Н9Т	550	1,0	ХН60ВТ	750	0,48
13Х11Н2В2М Ф	1100-1460	0,8-0,3	ХН77ТЮ	850-1000	0,40
14Х17Н2	800-1300	1,0-0,75	ХН35ВТ	-	0,26
13Х14Н3В2Ф Р	700-1200	0,5-0,4	ХН70ВМТЮ	950	0,50
17Х12Н8Г8М ФБ	-	0,95-0,72	ХН55ВМТК Ю	1000-1250	0,25
45Х14Н14В2 М	700	1,06	ХН65ВМТЮ	1000-1250	0,20
10Х11Н20Т3Р	720-800	0,85	ХН35ВТЮ	900-1000	0,22
12Х21Н5Т	820-10000	0,65	ВТ3-1; ВТ3	900-950	0,40
20Х23Н18	600-620	0,80	ВТ5; ВТ4	950-1200	0,70
31Х19Н9МВБ Т	600-620	0,40	ВТ6; ВТ8	750-950	0,35
15Х18Н12С4Т Ю	730	0,50	ВТ14	900-1200	0,53-0,43
ХН78Т	780	0,75	12Х13	900-1400	1,5-1,2
ХН75МБТЮ	-	0,53	30Х13; 40Х13	600-1100	1,3-0,9

Таблица 12

Поправочный коэффициент KMV, учитывающий влияние физико- механических свойств медных и алюминиевых сплавов на скорость резания

Медные сплавы	KMV	Алюминиевые сплавы	KMV
Гетерогенные: НВ>140 НВ 100-140	0,7 1,0	Силумин и литейные сплавы (закаленные), σВ=400-500 МПа, НВ>60	0,8
Свинцовистые при основной гетерогенной структуре	1,7	Дюралюминий (закаленный), σВ=400-500 МПа, НВ>100	0,8
Гомогенные	2,0	Силумин и литейные сплавы σВ=100-200 МПа, НВ>65	1,0
Сплавы с содержанием свинца <10% при основной гомогенной структуре	4,0	Дюралюминий, σВ=300-400 МПа, НВ<140	1,0

Медь	8,0	Дюралюминий, σВ=200-300 МПа,	1,2
Сплавы с содержанием свинца >15%	12,0		

Таблица 13 Поправочный коэффициент K_{nV}, учитывающий состояние поверхности заготовки на скорость резания

Состояние поверхности заготовки					
Без корки	С коркой				
	Прокат	поковка	Стальное и чугунное литье		Медные и алюминиевые сплавы
			обычное	С загрязненной коркой	
коэффициент KnV					
1,0	0,9	0,8	0,8-0,6	0,5-0,6	0,9

Таблица 14

Поправочный коэффициент КИV, учитывающий влияние материала режущей части инструмента на скорость резания

Обрабатываемый материал	Значение коэффициент КИV в зависимости от марки инструментального материала						
Сталь конструкционная	Т15К12В 0,35	Т5К1 0 0,65	Т14К 8 0,8	Т15К6 1,0	Т30К4 1,4	ВК8 0,4	
Сталь коррозийно- стойкая и жаропрочная	ВК8 1,0	Т5К1 0 1,4	Т15К 6 1,9	Р18 0,3			
Сталь закаленная	HRC 35-50				HRC 51-62		
	Т15К6 1,0	Т30К 4 1,25	ВК6 0,85	ВК4 1,0	ВК6 0,92	ВК8 0,74	ВК8 0,83
Серый и ковкий чугун	ВК8 0,83	ВК6 1,0	ВК4 1,1	ВК3 1,15	ВК2 1,25		
Сталь, чугун, медные и алюминиевые сплавы	Р18, Р9 1,0	ВК4 2,5	В68 2,7	9ХС 0,6	ХВГ 0,6	У12 А 0,5	

Таблица 15

Поправочный коэффициент КМР для стали и чугуна, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на силовые зависимости

Обрабатываемый материал	Расчетная формула	Показатель степени мр при определении		
		Составляющей PZ силы резания при обработке резцами	Крутящего момента М и осевой силы Ро при сверлении	Окружной силы резания PZ при фрезеровании
Сталь конструкционная углеродистая и легированная				
σВ<600 МПа		0,75/0,35	0,75/0,75	0,3/0,3
σВ>600 МПа	np	0,75/0,75	0,75/0,75	0,3/0,3
Серый чугун	np КМР= □ НВ □ □ □	0,4/0,55	0,6/0,6	1,0/0,55
Ковкий чугун	np КМР= □ НВ □ □ □	0,4/0,55	0,6/0,6	1,0/0,55
В числителе приведены значения показателя степени мр для твердого сплава, в знаменателе- для быстрорежущей стали.				

Таблица 16

Значение коэффициента CPZ и показателей степеней в формуле силы резания при обработке резцами

Обрабатываемый материал	Материал режущей части резца	Вид обработки	Коэффициент и показатели степеней			
			CPZ	x	y	n
Конструкцион ная сталь и стальное литье	ТС	Обтачивание, подрезание, растачивание	300	1,0	0,75	-0,15
		То же резцами с доп. лезвиями	384	0,90	0,90	
		Отрезание и прорезание	408	0,72	0,8	0
		Нарезание резьбы	148	-	1,7	0,71

	БРС	Обтачивание, подрезание, растачивание	200	1,0	0,75	0
		Отрезание и	247		1,0	

		прорезание				
		Фасонное точение	212		0,75	
Сталь жаропрочная	ТС	Обтачивание, подрезание, растачивание	204	1,0	0,75	0
Серый чугун	ТС	Обтачивание, подрезание, растачивание	92	1,0	0,75	0
		То же резцами с доп. лезвиями	123		0,85	
		Нарезание резьбы	103	-	1,8	0,82
	БРС	Отрезание и прорезание	158	1,0	1,0	0
Ковкий чугун	ТС	Обтачивание, подрезание, растачивание	81	1,0	0,75	0
		Отрезание и прорезание	139		1,0	
Медные сплавы	БРС	Обтачивание, подрезание, растачивание	55	1,0	0,66	0
		Отрезание и прорезание	75		1,0	
Алюминий и силумин	БРС	Отрезание и прорезание	40	1,0	0,75	0
		Отрезание и прорезание	50		1,0	-

Таблица 17 Поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на силу резания PZ при обработке сталей и чугуна

Параметры		Материал режущей части инструмента	Коэффициенты	
Наименование	Вели чина		Обозна чение	Величина коэффициента
Главный угол в плане φ0	30	ТС	Кφ	1,08
	45			1,0
	60			0,94
	90			0,89
	30	БРС		1,08
	45			1,0
	60			0,98
	90			1,08

Передний угол γ0	-15 0 10	ТС	К γ	1,25 1,1 1,0
	12-15 20-25	БРС		1,15 1,0
Угол наклона режущей кромки λ0	-5 0 5 15	ТС	Кλ	1,0 - - -
Радиус при вершине резца r, мм	0,5 1,0 2,0 3,0 4,0	БРС	К r	0,87 0,93 1,0 1,04 1,10

Таблица 18

Поправочный коэффициент $К_{МР}$ для медных и алюминиевых сплавов, учитывающий влияние свойства обрабатываемого материала на силу резания

КМР для медных сплавов						КМР алюминиевых сплавов		
Гетерогенные		С содерж. свинца <10%	С содерж. свинца >15%	Галогенные	Медь	Алюминий и силумин	дюралюмин	
НВ<12 0	НВ<120						σВ<35 0 МПа	σВ>350 МПа
1,0	0,75	0,65-0,70	0,25-0,45	1,8-2,2	1,7-2,1	1,0	2,0	2,75

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ГМК
(протокол № 1 от 04.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Ю. А. Лагунова

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

к контрольным и лабораторным работам
для обучающихся по дисциплине

Б1.В.04 ГИДРАВЛИКА И ГИДРОПНЕВМОПРИВОД

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Автор: Лагунова Ю. А., д-р техн. наук, профессор

Екатеринбург

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Самостоятельное выполнение расчетов является одним из важнейших этапов успешного усвоения дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод», на котором приобретаются навыки пользования соответствующими расчетными зависимостями и, что особенно важно, достигается отчетливое понимание их физического смысла.

Для изучения теоретических положений гидропривода и анализа типовых задач могут быть использованы следующие учебники и задачники:

1. Н. С. Гудилин и др. Гидравлика и гидропривод (под общей редакцией И.Л.Постоева). - М.: Изд. МГГУ, 2001.- 519 с.

2. Коваль П.В. Гидравлика и гидропривод горных машин: учебник для вузов по специальности «Горные машины и комплексы» – М.: Машиностроение, 1979. – 319 с.

3. Гейер В.Г., Дулин В.С. Гидравлика и гидропривод. – М.: Недра, 1990;

4. Бутаев Д.А. Сборник задач по машиностроительной гидравлике. Под. ред. И.И. Куколевского и Л.Г. Подвидза. – М.: Энергия, 1982;

После этого студент может приступать к выполнению контрольной работы.

Приступая к решению задачи, необходимо добиться четкого понимания исходных условий и полной ясности в том, что требуется получить в результате решения поставленной задачи.

При выполнении контрольной работы студент может использовать учебники и пособия. В этом случае должна быть ссылка на используемую литературу. Номера задач выбираются в соответствии с вариантом, заданным преподавателем.

При решении задач следует принять Международную систему единиц измерения – СИ. Для облегчения перевода различных единиц давления в систему СИ в приложении приводится таблица соотношения. Кроме того, приведены некоторые справочные данные, необходимые для решения задач.

Объемным гидроприводом называется привод, в состав которого входит гидравлический механизм, в котором рабочая среда (жидкость) находится под давлением, с одним или более объемными гидродвигателями. Простейший объемный гидропривод, как правило, включает в себя насос, гидродвигатель, соединенные гидролиниями, и вспомогательные устройства – фильтры, гидробаки, теплообменники и т. д.

Гидравлическая машина – это машина, предназначенная для создания или использования потока жидкой среды как носителя энергии.

Гидромашины делятся на насосы и гидродвигатели, которые по принципу действия могут быть динамическими и объемными.

Насос представляет собой машину для создания потока жидкой среды. В динамическом насосе жидкость перемещается под силовым воздействием на нее в камере, постоянно сообщающейся со входом и выходом насоса. В

объемном насосе жидкость перемещается путем периодического изменения объема занимаемой ею камеры, попеременно сообщающейся со входом и выходом насоса.

Гидродвигатель служит для преобразования энергии потока жидкости в энергию выходного звена. К динамическим гидродвигателям относятся различного рода гидротурбины с неограниченным вращательным движением выходного звена (вала). Объемными гидродвигателями являются гидроцилиндры с возвратно-поступательным движением выходного звена (штока или плунжера), поворотные гидродвигатели с ограниченным движением выходного звена (вала) и гидромоторы с вращательным движением вала.

Рассмотрим основные технические показатели объемных гидромашин.

Объемная подача насоса Q – это отношение объема подаваемой жидкости ко времени.

Идеальная подача насоса $Q_{и}$ - это сумма подачи и объемных потерь насоса. Идеальная подача жидкой среды определяется геометрическими размерами и частотой вращения рабочих органов, а также конструктивными факторами гидромашин.

Для объемных насосов

$$Q_{и} = q_{о} \cdot n,$$

где $q_{о}$ - рабочий объем насоса; n - частота вращения вала насоса.

Рабочий объем насоса – это разность наибольшего и наименьшего значений замкнутого объема за оборот или двойной ход рабочего органа насоса.

Полезная мощность насоса $N_{п}$ – это мощность, сообщаемая насосом подаваемой жидкости.

Потребляемая насосом мощность вычисляется по формуле

$$N_{н} = M \cdot \omega / \eta,$$

где M – крутящий момент на валу насоса; ω - угловая скорость вращения вала; η - КПД насоса.

Мощность, потребляемая насосом, больше полезной мощности $N_{п}$ из-за неизбежных потерь внутри насоса.

Полезная мощность гидромотора

$$N_{п} = M_{гм} \cdot \omega,$$

где $M_{гм}$ – момент на выходном звене гидромотора.

Потребляемая мощность гидромотора и гидроцилиндра определяется по зависимости

$$N_{гм} = \Delta p_{гм} \cdot Q,$$

где $\Delta p_{гм}$ - перепад давления в гидромоторе, который зависит от разности давлений на входе p_1 и выходе p_2 гидромотора, т.е. $\Delta p_{гм} = p_1 - p_2$; Q – расход жидкости гидромотора.

Для гидроцилиндров полезную мощность вычисляют по следующей зависимости

$$N_{гц} = R \cdot v,$$

где R – усилие на штоке гидроцилиндра; v – скорость штока.

Теоретический крутящий момент на валу гидромотора определяется по формуле

$$M = (\Delta p_{гм} \cdot q_о)/2\pi.$$

С учетом механических потерь определяется действительное значение крутящего момента

$$M = (\Delta p_{гм} \cdot q_о \cdot \eta_{мех})/2\pi,$$

где $\eta_{мех}$ – механический КПД гидромотора.

Эффективность конструкции определяется КПД насоса, т.е. отношением полезной мощности к мощности, потребляемой гидромашиной

$$\eta = N_п/N.$$

Потери мощности в гидромашинах принято подразделять на три вида и оценивать соответствующим КПД.

Различают:

- гидравлический КПД ($\eta_г$), являющийся отношением полезной мощности насоса к сумме полезной мощности и мощности, затраченной на преодоление гидравлических сопротивлений;

- механический КПД ($\eta_{мех}$) – это величина, выражающая относительную долю механических потерь в насосе;

- объемный КПД ($\eta_о$) – это отношение полезной мощности насоса к сумме полезной мощности и мощности, потерянной с утечками.

Общий КПД гидромашины представляет собой произведение трех вышеуказанных КПД:

$$\eta = \eta_{мех} \cdot \eta_г \cdot \eta.$$

Частота вращения вала гидромотора во многом зависит от объемных потерь в гидромашине и поэтому определяется

$$n = Q \cdot \eta_о / q_о.$$

1. ШЕСТЕРЕННЫЕ МАШИНЫ

Насосы, в которых перемещение рабочей жидкости из всасывающей полости в напорную осуществляется вращающимися и находящимися в зацеплении шестернями, называются *шестеренными*. Эти насосы получили большое распространение благодаря своей простоте и надежности. Шестеренные машины чаще используются в качестве насосов и реже в качестве гидродвигателей. Они могут выполняться с шестернями внешнего и внутреннего зацепления, но последние применяются редко. Шестеренные машины по количеству шестерен бывают с двумя и с тремя шестернями. Насос с тремя шестернями имеет производительность в два раза больше, чем насос с двумя шестернями, но момент, необходимый для его привода, в два раза выше. Насосы с тремя шестернями могут применяться для подачи жидкости в две независимые магистрали.

Шестеренные машины способны работать в гидроприводах при давлениях до 10-20 МПа; созданы насосы, пригодные для работы при давлении 30 МПа. Подача шестеренных насосов низкого давления доходит до 1000 л/мин. Машины обладают компактностью и высокой долговечностью. Шестеренные машины допускают относительно высокие числа оборотов, обычным является 210...420 рад/с.

В простейшем случае конструкция шестеренной машины (рис. 1.1) представляет собой пару шестерен, находящихся в зацеплении, установленная в плотно охватывающем корпусе (с малыми зазорами). При вращении шестерен жидкость, заполняющая их впадины, переносится из полости всасывания в полость нагнетания, где при вступлении очередной пары зубьев в зацепление происходит вытеснение жидкости, перенесенной во впадине одной шестерни зубом другой шестерни. Таким образом, рабочие камеры насоса ограничены впадинами зубьев и расточкой корпуса насоса. Жидкость выталкивается в напорную магистраль зубьями шестерен, вступающими в зацепление. В отдающую полость насоса выталкивается не вся жидкость, заполняющая впадины между зубьями, а часть ее попадает обратно в полость всасывания между расточкой корпуса и выступами зубьев (радиальные утечки) и через торцевые зазоры между шестернями и крышками насоса (торцевые утечки). Утечки через торцевые зазоры составляют 70...80 % суммарных утечек жидкости в шестеренной машине. Стыковые полости корпуса насоса и крышек обработаны шлифованием. Однако это не гарантирует отсутствие утечек масла через эти стыки. Для исключения этих утечек стыковые поверхности корпуса и крышек уплотняются специальными прокладками.

В процессе работы шестеренных насосов при некоторых положениях точки зацепления жидкость запирается во впадинах шестерен и при повороте шестерен давление запертой жидкости значительно возрастает, что приводит к излишним потерям энергии, перегрузке осей, подшипников насоса и перегреву рабочей жидкости. Для устранения такой компрессии жидкости во впадинах шестерен при переходе зубьев через линию центра, в насосе предусмотрены дренажные каналы, по которым жидкость отводится в камеры отдающей полости насоса.

Изменение подачи насосов достигается за счет изменения ширины шестерен, у которых все остальные размеры остаются идентичными.

Рабочий объем шестеренной гидромашины определяется по зависимости

$$q_o = 2 \cdot \pi \cdot m^2 \cdot z \cdot b = 2 \cdot \pi \cdot D_н \cdot m \cdot b$$

где m – модуль зацепления; z – число зубьев; b – ширина шестерни; $D_н$ – диаметр начальной окружности.

Подача объемного насоса

$$Q = q_o \cdot n \cdot \eta_o,$$

где n – частота вращения вала; η_o – объемный КПД гидромашины.

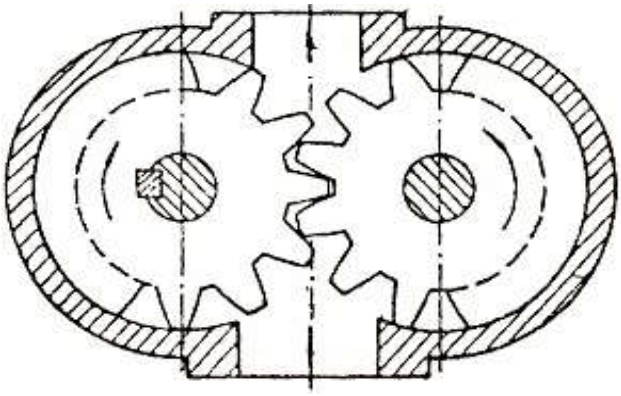


Рис. 1.1. Конструкция шестеренной машины

Контрольные вопросы и задания

1. Опишите принцип действия шестеренного насоса.
2. Как отводятся торцевые утечки в полость всасывания?
3. Как устраняется запирание жидкости во впадинах шестерен?
4. Какие существуют уплотнения в шестеренных насосах?
5. Почему не все шестеренные насосы реверсивны?
6. Как регулируется подача шестеренного насоса?

2. ПЛАСТИНЧАТЫЕ МАШИНЫ

Насосы, в которых перемещение рабочей жидкости осуществляется вращающимися и одновременно движущимися возвратно-поступательно в пазах ротора пластинами (шиберами), называются *пластинчатыми* (шиберными). В практике эти насосы часто называют лопастными, что не соответствует их принципу действия. Эти насосы выпускаются постоянной и переменной подачи, однократного и многократного действия. Серийные пластинчатые машины предназначены для работы в гидроприводах при давлениях 6,3 МПа и 12,5 МПа. В горном машиностроении широкое применение имеют нерегулируемые пластинчатые насосы двукратного действия подачей от 5 до 200 л/мин.

Из всего многообразия пластинчатых насосов в гидроприводах горных машин наиболее часто применяются насосы двукратного действия. Для них рекомендуются масла индустриальное 20 и 30.

Устройство простейшего пластинчатого насоса однократного действия схематично показано на рис. 2.1. В цилиндрической расточке корпуса насоса – статоре эксцентрично вращается цилиндрический ротор, имеющий радиальные пазы (наклоненные по отношению к радиусу ротора в сторону вращения), в которых установлены пластины-вытеснители. Наличие угла наклона предотвращает заклинивание пластин в пазах в зоне нагнетания насоса, когда пластины своими концами скользят по переходной кривой профиля

статора от его большего радиуса к меньшему. У насосов, выпускаемых нашей промышленностью, пазы ротора имеют следующий наклон к радиусу: при диаметре ротора 56...85 мм – 13...15°, при диаметре 140 мм – 7...8°. Наклонное положение пластин допускает вращение ротора только в одну сторону - по часовой стрелке со стороны приводного вала. В случае необходимости изменения направления вращения приводного вала насоса ротор с пластинами, статор и диски поворачивают на 180° относительно оси, перпендикулярной оси ротора, с одновременным поворотом статора и дисков на 90° относительно оси ротора.

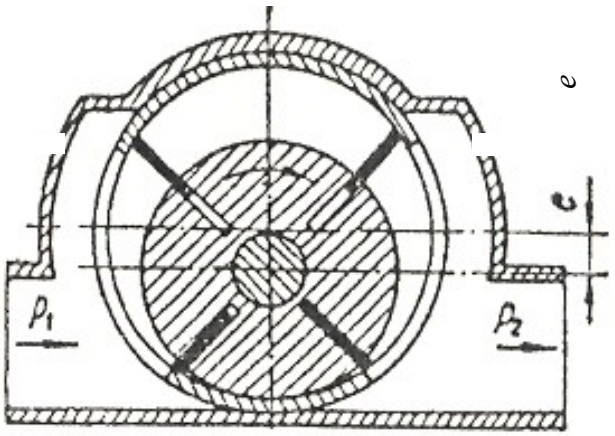


Рис. 2.1. Устройство простейшего пластинчатого насоса однократного действия

Во время перемещения пластин от дуги малого радиуса к дуге большого радиуса они выдвигаются из пазов, и объем пространства между ротором, статором и двумя соседними пластинами увеличивается, возникает разрежение и происходит всасывание. Затем жидкость, поступившая в насос, переносится пластинами ближе к отдающей камере. Здесь объем, заключенный между ротором, статором и двумя соседними пластинами, уменьшается и происходит нагнетание. Всасывание и нагнетание происходит через окна в бронзовых дисках, которые соединяют соответствующие полости насоса со всасывающим и нагнетательным отверстиями в корпусе насоса. Каждый диск насоса двукратного действия имеет четыре окна: два для всасывания и два для нагнетания жидкости (рис. 2.2), расположенных крестообразно и соединенных каналами попарно со всасывающим и нагнетательным отверстиями в корпусе насоса.

Для предотвращения наружных утечек по валу насоса применяют уплотнения из фетра. Внутренние утечки, проникающие через различные зазоры, попадают в полость вала насоса, а затем отводятся в маслобак через отверстие в штуцере и отводную трубку.

Итак, объем, заключенный между соседними пластинами, по мере вращения ротора изменяется по величине. Рабочий объем пластинчатого насоса однократного действия определяется по зависимости

$$q_o = 2 \cdot e \cdot (2 \cdot \pi \cdot R - z \cdot \delta) \cdot b,$$

где e – эксцентриситет; R – радиус статора; z – число пластин; δ – толщина пластин; b – ширина пластин.

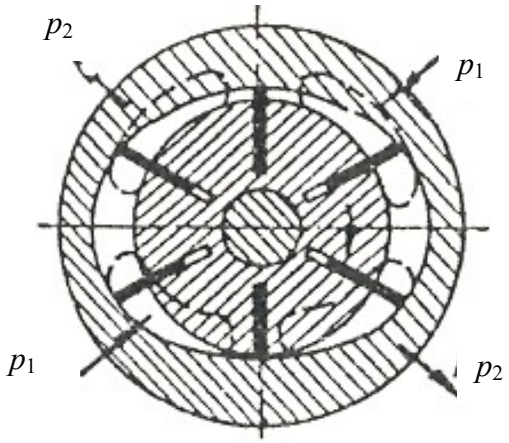


Рис. 2.2. Устройство простейшего пластинчатого насоса двукратного действия

В пластинчатом насосе двукратного действия (см. рис. 2.2) подача жидкости из каждой рабочей камеры за один оборот ротора производится дважды. Ротор в таком насосе установлен концентрично статору ($e = 0$), внутренняя поверхность которого имеет специальный профиль, близкий к эллиптическому. Рабочий объем насоса двукратного действия определяется

$$q_o = 2 \cdot b \cdot [\pi \cdot (R_1^2 - R_2^2) - (R_1 - R_2) \cdot z \cdot \delta],$$

где R_1 и R_2 – соответственно большая и малая полуоси профиля поверхности статора.

Подача пластинчатого насоса вычисляется по вышеприведенной зависимости с учетом объемного КПД.

Рабочий объем и подачу пластинчатого насоса однократного действия можно регулировать путем изменения эксцентриситета.

Пластинчатые гидромоторы предназначены для применения в реверсивных регулируемых и нерегулируемых гидроприводах, в гидроприводах, требующих частых включений или автоматического и дистанционного управления, к которым не предъявляются высокие требования к жесткости механической характеристики.

Контрольные вопросы и задания

1. Опишите принцип действия пластинчатого насоса.
2. Что такое кратность действия объемной машины?
3. Можно ли допустить вращение приводного вала в любом направлении?

4. Для чего сделан наклон пластин к радиусу ротора?

5. Типы утечек и методы их устранения.

6. Каково назначение пластинчатого гидромотора?

7. Чем формируется давление жидкости на выходе из насоса при подаче ее потребителю?

3. РАДИАЛЬНО-ПОРШНЕВЫЕ МАШИНЫ

Объемные машины, вытеснителями которых являются поршни, называются *поршневыми*. Отличительной особенностью радиально-поршневых машин является радиальное расположение их цилиндров по отношению к оси вращения ротора или приводного вала. Эти машины могут выполняться с вращающимся или неподвижным блоком цилиндров. Цилиндры могут располагаться в один или несколько рядов или звездообразно. Поскольку существуют способы точной обработки тел вращения, пару цилиндр-поршень можно изготовить с минимальным зазором. Это обеспечивает получение высоких объемных КПД при значительных давлениях. Российская промышленность серийно изготавливает насосы такого типа на давления 20...32 МПа.

Радиально-поршневые гидромашины могут быть роторными и безроторными. Схема роторного радиально-поршневого насоса дана на рис. 3.1.

В теле ротора *1* предусмотрено несколько радиальных цилиндров, в которых установлены поршни *2*. Ось вращения ротора смещена на величину *e* относительно оси обоймы *3* статора. Поршни *2*, вращаясь вместе с ротором, участвуют одновременно в возвратно-поступательном направлении и тем самым осуществляют изменение объемов рабочих камер. Цилиндры, в которых поршни перемещаются от центра к перифирии, заполняются жидкостью, а противоположные – вытесняют жидкость. Распределение жидкости между цилиндрами осуществляется через цапфу. Такие машины являются регулируемыми. Поршни всегда прижимаются к обойме центробежными силами.

В безроторных радиально-поршневых гидромашинах цилиндры размещены в неподвижном корпусе. Возвратно-поступательное движение поршни получают от экцентрикового вала. Распределение жидкости осуществляется клапанами.

Для увеличения долговечности диаметры поршней и эксцентриситет у этих насосов принимаются небольшими. Диаметры поршней обычно 16...25 мм, а эксцентриситет - 5...10 мм. Поэтому подача у этих насосов при небольшом числе цилиндров невелика. Расположение более пяти поршней в ряд увеличивает длину и снижает жесткость эксцентрикового вала. Поэтому, как правило, в одном ряду делается три поршня. Для повышения подачи применяется компоновка насосов с расположением поршней в два ряда, друг против друга. Эта конструкция также не лишена недостатков. Для объединения потоков масла от двух групп цилиндров необходимы дополнительные трубопроводы и коллектор. Сходящиеся в коллекторе потоки масла пересекают

друг друга, что приводит к дополнительным потерям энергии и снижению КПД.

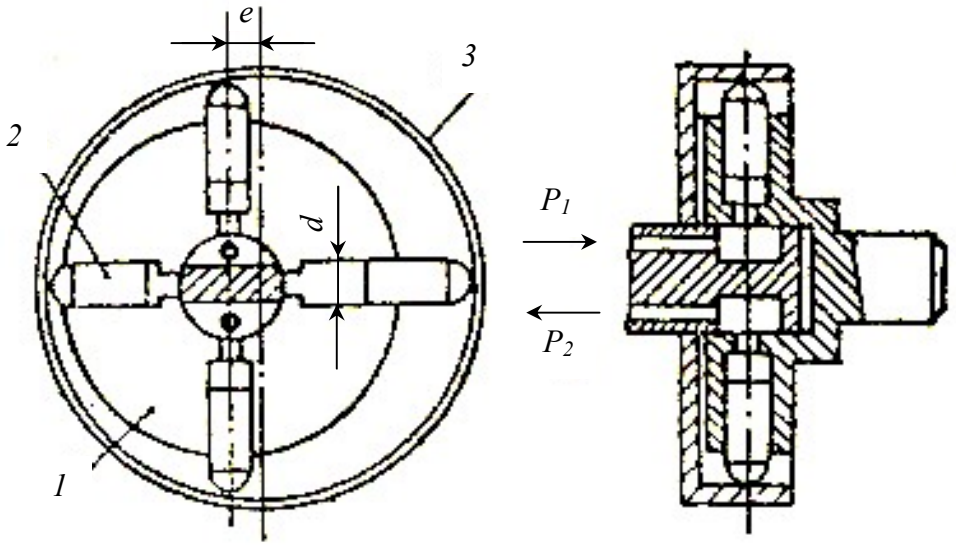


Рис. 3.1. Схема роторного радиально-поршневого насоса

Рабочий объем радиально-поршневого насоса определяется по зависимости

$$q_o = (2 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot e \cdot z)/4,$$

где d - диаметр цилиндра; e - эксцентриситет; z - количество цилиндров.

Подача насоса определяется по формуле, приведенной выше, с учетом объемного КПД.

Контрольные вопросы и задания

1. Опишите общее устройство и назначение радиально-поршневого насоса.
2. Принцип действия радиально-поршневого насоса.
3. Чем обеспечивается ход поршня при всасывании?
4. Какой путь проходит жидкость при нагнетании?
5. Что такое кратность действия насоса?

4. АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВЫЕ МАШИНЫ

Насосы, у которых вытеснителями являются поршни, расположенные в цилиндрах, оси которых параллельны оси блока цилиндров, называют *аксиально-поршневыми*. Такие насосы широко применяются в горных машинах, особенно в тех приводах, где требуется плавное регулирование скорости. Расположение осей поршней параллельно друг другу значительно снижает

момент инерции ротора машины и позволяет увеличить скорость вращения. Скорость вращения приводного вала этих машин 180...418 рад/с. Максимальное давление достигает 50...70 МПа. Достоинства аксиально-поршневых машин: высокая подача, малый вес на единицу мощности, высокий КПД, распределение рабочей жидкости происходит без клапанов через торцевые распределители.

Аксиально-поршневые насосы по конструкции могут быть выполнены с наклонным диском или с наклонным блоком цилиндров. Они могут быть регулируемые и нерегулируемые, могут иметь плоский или сферический распределитель.

Устройство аксиально-поршневого насоса показано на рис. 4.1.

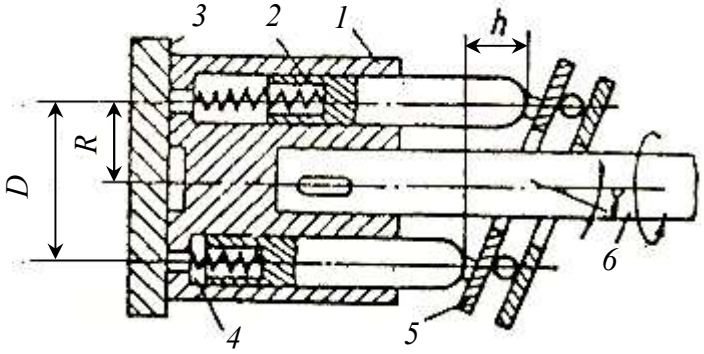


Рис. 4.1. Устройство аксиально-поршневого насоса

В роторе *1* параллельно оси его вращения равномерно по окружности диаметра *D* выполнено несколько сквозных цилиндрических отверстий, которые с одной стороны закрыты подвижными поршнями *2*, а с другой - диском *3*, который выполняет функции распределительного золотника. Поршни *2* своими выступающими сферическими торцами с помощью пружин *4* постоянно прижаты к наклонному диску *5*, установленному в корпусе насоса на упорном подшипнике под углом γ к оси ротора, который приводится во вращение валом *6*. При вращении вала поршни *2* совершают возвратно-поступательное движение относительно ротора, причем за один оборот ротора каждый поршень совершает один всасывающий и один нагнетательный ход. Распределительный диск *3* при этом не вращается. Имеющиеся в нем два дугообразных окна соединены: одно со всасывающим, другое с нагнетательным каналами насоса.

Рабочий объем насоса определяется следующим образом:

$$q_o = \pi \cdot d^2 \cdot D \cdot \mathrm{tg}\gamma \cdot z/4,$$

где d - диаметр поршня; z - количество поршней; D – диаметр окружности размещения осей цилиндров.

В технике широко применяют аксиально-поршневые насосы с наклонным блоком (рис. 4.2). Некоторые типы аксиально-поршневых насосов допускают регулирование рабочего объема и подачи насоса изменением угла γ.

Аксиально-поршневые насосы переменной подачи имеют небольшие непринципиальные различия в конструктивном оформлении отдельных узлов.

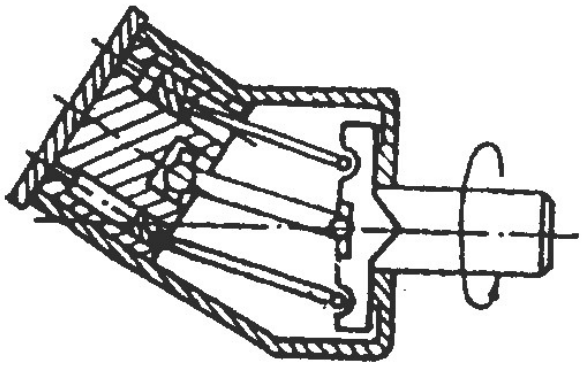


Рис. 4.2. Схема аксиально-поршневого насоса с наклонным блоком

Синхронное вращение блока цилиндров и вала насоса осуществляется при помощи несилового кардана.

Для поворота блока цилиндров при изменении подачи насоса используют гидроцилиндры, установленные в корпусе насоса.

Аксиально-поршневые машины, как правило, имеют встраиваемый дополнительный насос. Он предназначен для восполнения утечек рабочей жидкости в замкнутой системе "насос-гидродвигатель", питания сервопривода управления насосом, предотвращения кавитации и увеличения объемного КПД основного насоса за счет увеличения давления во всасывающей магистрали.

Работает насос следующим образом. При вращении приводного вала через кардан приводится во вращение блок цилиндров. При этом, если блок цилиндров отклонен на некоторый угол от нейтрального положения, поршни начинают двигаться в цилиндрах. При выдвижении поршня из цилиндра под поршнем создается разряжение и происходит всасывание жидкости через соответствующее окно распределителя. При обратном ходе поршня происходит нагнетание жидкости в напорную магистраль.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие машины называются аксиально-поршневыми?
2. Назовите достоинства аксиально-поршневых машин.

3. Опишите принцип действия аксиально-поршневого насоса.
4. Как регулируется подача насоса?
5. Чем поворачивается блок цилиндров насоса?
6. Перечислить функции вспомогательного насоса.
7. Чем обеспечивается синхронное вращение приводного вала и блока цилиндров насоса?

5. ГИДРОАППАРАТУРА

Гидродроссель. Гидродроссель – это гидроаппарат управления расходом, предназначенный для создания сопротивления потоку рабочей жидкости. Он представляет собой местное сопротивление с наперед заданными характеристиками, что обеспечивает поддержание желаемого перепада давления при определенном расходе рабочей жидкости.

Различают *линейные дроссели* (вязкостного сопротивления) и *нелинейные*. В первых потери давления определяются, в основном, трением в канале, имеющем достаточно большую длину. При этом устанавливается ламинарный режим течения и перепад прямо пропорционален скорости течения в первой степени. Расход через дроссель в этом случае определяют по формуле

$$Q=\frac{\pi d^4}{128\nu l\rho}\Delta p_{др},$$

где t и d – длина и диаметр канала дросселя;

ν – кинематическая вязкость;

ρ – плотность жидкости;

$\Delta p_{др} = p_1 - p_2$ – перепад давления в дросселе;

p_1 и p_2 – давление до и после дросселя.

В нелинейных дросселях потери давления обусловлены отрывом потока от стенок и вихреобразованием. Наиболее распространенными из них являются квадратичные дроссели, потери давления в которых прямо пропорциональны квадрату расхода:

$$Q = \mu S_{др}\sqrt{\frac{2}{\rho}\Delta p_{др}} = \mu S_{др}\sqrt{\frac{2}{\rho}(p_1 - p_2)},$$

где μ – коэффициент расхода, равный для щелевых дросселей 0,64...0,70, для игольчатых 0,75...0,80; $S_{др}$ – площадь проходного сечения дросселя. Простейший квадратичный дроссель представляет собой весьма малое отверстие с острой кромкой, длина которого составляет 0,2...0,5 мм.

Гидроклапан. Гидроклапан – это гидроаппарат, в котором размеры рабочего проходного сечения изменяются от воздействия потока рабочей жидкости. Гидроклапаны бывают регулирующие или направляющие. Гидроклапан давления – это регулирующий гидроаппарат, предназначенный для управления давлением рабочей жидкости.

Напорный гидроклапан – это гидроклапан давления, предназначенный для ограничения давления в подводимом к нему потоке жидкости. Запорно-регулирующий элемент напорных гидроклапанов бывает шариковый, конический, золотниковый.

Расход жидкости, проходящий через щель напорного гидроклапана, определится

$$Q = \mu S_{кл}\sqrt{\frac{2}{\rho}\Delta p_{к}} = \mu S_{кл}\sqrt{\frac{2}{\rho}(p_1 - p_2)},$$

где μ - 0,62...0,70 - коэффициент расхода, для игольчатых 0,75...0,80;

$S_{кл}$ – площадь щели клапана;

$\Delta p_к$ – перепад давления в клапане;

p_1 и p_2 – давление на входе и выходе из клапана.

Для кромовочных клапанов

$$S_{кл} = \pi dz \sin\beta,$$

где d – диаметр входного канала;

z – высота подъема запорно-регулирующего элемента;

β – половина угла конуса, причем

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi\upsilon}},$$

где υ – скорость во входном канале (обычно не превышает 15 м/с, и лишь при давлении свыше 20 МПа ее допускаемое значение 30 м/с).

Равновесие запорно-регулирующего элемента клапана в момент начала открытия характеризуется равенством

$$F_0 = p_{ко} S_{окл} = cz_0,$$

где F_0 – усилие пружины в момент открытия клапана;

c – жесткость пружины;

z_0 – предварительная деформация пружины.

При установившемся движении жидкости через щель открытого клапана равновесие его запорно-регулирующего элемента выражается уравнением

$$F_п = c\,(z_0 + z) - p_к S_{кл} - F_\upsilon - F_с,$$

где F_υ - уменьшение силы из-за движения потока в зоне щели, приближенно определяемое по формуле

$$F_\upsilon = \rho Q \upsilon_щ \cos\beta,$$

где $\upsilon_щ$ – скорость жидкости в щели; Q – расход; $F_с$ – увеличение силы в результате натекания потока со стороны седла

$$F_с = \rho Q \upsilon,$$

где υ – скорость жидкости во входном канале клапана.

Золотниковый распределитель. Гидрораспределитель – это направляющий гидроаппарат, предназначенный для управления пуском и направлением потока жидкости в двух или более гидролиниях в зависимости от внешнего управляющего воздействия. Наибольшее распространение в технике получили золотниковые распределители.

При установившемся режиме расход жидкости через золотник

$$Q = \mu S_з \sqrt{\frac{2}{\rho}\Delta p_з} = \mu S_з \sqrt{\frac{2}{\rho}(p_1 - p_2)},$$

где μ = 0,60...0,75 – коэффициент расхода; $S_з = \pi D_х$ – площадь перекрываемого проходного сечения золотника (D – диаметр золотника, х – ширина рабочей щели перекрываемого канала, $\Delta p_з$ – перепад давления в золотнике, p_1 – давление на входе, p_2 – давление на выходе из золотника).

Осевая сила, необходимая для перестановки золотника (в отсутствие пружинного возврата), определяется выражением

$$F_з = F_и + F_{гд} + F_{тр},$$

где $F_и$ – сила инерции; $F_{гд}$ – осевая гидродинамическая сила; $F_{тр}$ – сила трения, равная сумме сил трения покоя и движения со смазкой $F_{тр.с.}$, причем по экспериментальным данным сила трения покоя составляет примерно $(0{,}23...0{,}34)F_з$, а сила трения в движении со смазкой

$$F_{тр.с.} = \rho \nu_з S_з \upsilon_з / \delta,$$

где $\nu_з$ – кинематическая вязкость; ρ - плотность жидкости; $\upsilon_з$ – скорость движения золотника; $S_з$ – площадь щели, перекрываемой золотником; δ - радиальный зазор между плунжером и корпусом распределителя.

При пропуске жидкости через золотниковый распределитель возникают осевые гидродинамические силы. Одна из них $F_{1гд}$ появляется вследствии снижения давления в области кромок выходной щели, а другая $F_{2гд}$ – в результате натекания потока на торец сливной кромки. Поскольку эти силы действуют в одну сторону, противоположную перестановочной силе $F_з$, их определяют суммарно.

$$F_{гд} = F_{1гд} + F_{2гд} = 2Q\cos\alpha\sqrt{\rho\Delta\rho_з},$$

где Q –расход жидкости; ρ - плотность жидкости; $\Delta p_з$ – перепад давления в золотнике; α - угол наклона потока относительно оси золотника при вытекании из выточки (согласно теоретическим исследованиям Ю.З. Захарова $\alpha \approx 69^0$).

Сила инерции зависит от ускорения a и приведенной массы m золотника и связанных с ними деталей

$$F_и = ma.$$

Контрольные вопросы и задания

Направляющая гидроаппаратура

1. Для чего предназначен направляющий гидроаппарат?
2. Как различаются направляющие аппараты по принципу действия?
3. Назовите требования к распределителям.
4. Каков принцип условного обозначения направляющих устройств?
5. Как на условном обозначении распределителя отражается число позиций?

Золотниковые гидрораспределители

1. Какие существуют виды перекрытий в золотниковом распределителе?
2. Когда используют золотники с нулевым перекрытием?
3. Чем объясняется наличие зоны нечувствительности на расходной характеристике золотникового распределителя?
4. Что такое облитерация золотника и способы ее устранения?

5. Назовите составляющие силы сопротивления перемещению золотника.

6. Какие существуют способы управления золотниками?

Крановые распределители

1. Назовите достоинства и недостатки крановых распределителей.
2. Что такое неуравновешенность крана?
3. Каким образом достигается уравновешенность крана?

Клапанные распределители

1. Какой распределитель называют клапанным?
2. В каких случаях применяют клапанные распределители?
3. Назовите достоинства и недостатки клапанных распределителей.

Регулирующая гидроаппаратура. Регулируемые дроссели

1. Что такое гидродроссель?
2. Какой дроссель называется демпфером?
3. Как обозначают дроссели на гидросхемах?
4. Какой дроссель называют линейным, нелинейным?
5. Какие факторы определяют пропускную способность дросселя?
6. Назовите типы запорно-регулирующих элементов дросселей.
7. Что такое параметр регулирования дросселя?

Дроссели с регулятором

1. Для чего предназначены регуляторы расхода?
2. Комбинацию каких элементов представляет собой дроссель с регулятором?
3. Назовите достоинства дросселя с регулятором.
4. Как обозначают на схемах дроссель с регулятором?

Редукционные клапаны

1. Назначение редукционного клапана.
2. За счет чего понижается давление на выходе редукционного клапана?
3. Как обозначается на гидросхемах редукционный клапан?
4. Зависит ли давление на выходе от давления на входе?

Предохранительные клапаны

1. Где устанавливаются в гидросхеме предохранительные клапаны?
2. Какие требования предъявляют к предохранительным клапанам?
3. Что значит клапан прямого и непрямого действия?
4. Назовите типы запорно-регулирующих элементов предохранительных клапанов.
5. В чем недостатки предохранительных клапанов без центрирования рабочего элемента?
6. Какие клапаны называют переливными?
7. Чем может быть заменена пружина в предохранительном клапане?

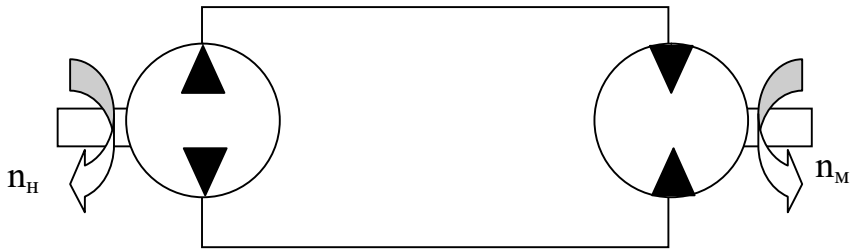
Делители потока, реле, гидрозамки

1. Для чего предназначен делитель потока?
2. Какие типы синхронизаторов существуют?
3. Как обозначается на гидросхемах делитель потока?
4. На чем основан принцип действия гидравлического реле времени?
5. Для чего применяют гидрозамки?
6. Какие типы гидрозамков существуют?

ГИДРОПРИВОД

Гидроприводом является система, обеспечивающая передачу механической энергии от источника к потребителю с помощью жидкости. Это совокупность насосов, гидродвигателей и гидроаппаратов, находящихся в определенной взаимосвязи.

По способу циркуляции рабочей жидкости *гидропривод бывает с замкнутой* (рис. 6.1), *разомкнутой и комбинированной системой циркуляции*.



6.1. Гидропривод с замкнутой схемой циркуляции жидкости

Гидропривод бывает регулируемым и нерегулируемым. Если гидропривод состоит из регулируемых насосов и гидродвигателей, или располагает регулирууще гидроаппаратурой, является регулируемым, в противном случае гидропривод является нерегулируемым, т.е. частота вращения вала гидромомтора остается неизменной при работе гидропривода.

В зависимости от типа установленного в приводе гидродвигателя гидропривод бывает с возвратно-поступательным движением, вращательным и поворотным движением выходного звена.

Для регулирования привода с нерегулируемыми гидромашинами в гидросистему устанавливаются дроссели или регуляторы потока. Они могут быть установлены в напорной гидролинии, сливной гидролинии или параллельно гимдродвигателю. При таком регулировании часто жидкости из гидросистемы отводится на слив, не совершая полезной работы.

При использовании регулируемых гидромашин степень использования энергии существенно повышается, а механические характеристики привода являются жесткими, т. е. скорость выходного звена мало зависит от нагрузки на выходном звене привода.

Работу гидропривода оценивают механической и регулировочной характеристиками.

Механическая характеристика отражает зависимость скорости движения выходного звена гидропривода от нагрузки на нем.

Регулировочная характеристика отражает зависимость скорости движения выходного звена гидропривода от параметра регулирования гидромашины.

Необходимо установить, что принцип действия объемного гидропривода основан на высоком объемном модуле упругости жидкости и на законе Паскаля. Знание основных достоинств и недостатков объемного гидропривода позволит обоснованно выбрать тип привода применительно к конкретной горной машине и механизму.

Основными элементами гидравлического привода являются гидравлические машины. Гидравлическими машинами называются машины, в которых жидкость служит носителем механической энергии. К таким машинам относятся насосы, служащие для *восприятия* от жидкости механической энергии и передачи ее ведомому звену гидропривода. При изучении насосов и гидромоторов необходимо уяснить назначение, принцип действия *р* машин, области их возможного использования. При этом необходимо уяснить, что характерной особенностью объемных гидравлических машин является наличие у них одной или нескольких рабочих камер, способных периодически изменять свой объем и соединяться со всасывающей и нагнетающей магистралями.

При изучении этого раздела следует иметь ввиду, что инженеру, не специализирующемуся по гидромашиностроению, не обязательно уметь проектировать гидравлические машины, но надо знать их настолько, чтобы в случае надобности уметь правильно выбрать насос или гидродвигатель, грамотно задавать их основные рабочие параметры, а также уметь эксплуатировать эти машины. Знание характеристик насосов и гидродвигателей позволит правильно их выбирать и эксплуатировать гидравлический привод.

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое объемный гидропривод?
2. Назначение объемного гидропривода.
3. Какой гидропривод называется регулируемым?
4. Каким образом гидропривод защищается от перегрузок?
5. Что является источником потерь энергии в гидроприводе?
6. Чем формируется давление жидкости на выходе из насоса при подаче ее гидродвигателю?
7. Чем формируется скорость движения выходного звена гидродвигателя?
8. Какие виды потерь энергии существуют в гидроприводе?
9. Что такое параметр регулирования гидромашины?
10. В каких пределах изменяется параметр регулирования гидромашины?
11. Какие способы регулирования гидропривода существуют?

12. Назовите основные достоинства и недостатки дроссельного регулирования.

13. Назовите основные достоинства и недостатки машинного регулирования гидропривода.

14. В чем проявляется потеря энергии в гидроприводе?

15. Чем отличается получаемый результат при установке в схему гидропривода вместо регулируемого дросселя регулятора потока?

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Таблица для выбора номеров контрольных задач

Вариант	Номера задач по машинам					Вариант	Номера задач по машинам				
1	Ш	Пл.	РП	АП	ГА	**1**	Ш	Пл.	РП	АП	ГА
	2	**3**	**4**	**5**	**6**		**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
01	1,1 а	2,1 а	3,1 а	4,1 а	5,1 а	36	1,1б	2,7а	3,6а	4,5а	5,4а
02	1,2 а	2,2 а	3,2 а	4,2 а	5,2 а	37	1,2б	2,6а	3,5а	4,4а	5,3а
03	1,3 а	2,3 а	3,3 а	4,3 а	5,3 а	38	1,3б	2,5а	3,4а	4,3а	5,2а
04	1,4 а	2,4 а	3,4 а	4,4 а	5,4 а	39	1,4б	2,4а	3,3а	4,2а	5,1а
05	1,5 а	2,5 а	3,5 а	4,5 а	5,5 а	40	1,5б	2,3а	3,2а	4,1а	5,5а
06	1,6 а	2,6 а	3,6 а	4,6 а	5,6 а	41	1,6б	2,2а	3,1а	4,6а	5,6а
07	1,7 а	2,7 а	3,7 а	4,7 а	5,7 а	42	1,7б	2,1а	3,7а	4,7а	5,7а
08	1,1б	2,1б	3,1б	4,1б	5,1б	43	1,1в	2,6б	3,5б	4,4б	5,7б
09	1,2б	2,2б	3,2б	4,2б	5,2б	44	1,2в	2,5б	3,4б	4,7б	5,6б
10	1,3б	2,3б	3,3б	4,3б	5,3б	45	1,3в	2,4б	3,7б	4,3б	5,5б
11	1,4б	2,4б	3,4б	4,4б	5,4б	46	1,4в	2,3б	3,3б	4,2б	5,4б
12	1,5б	2,5б	3,5б	4,5б	5,5б	47	1,5в	2,2б	3,2б	4,1б	5,3б
13	1,6б	2,6б	3,6б	4,6б	5,6б	48	1,6в	2,1б	3,1б	4,5б	5,2б
14	1,7б	2,7б	3,7б	4,7б	5,7б	49	1,7в	2,7б	3,6б	4,6б	5,1б
15	1,1в	2,1в	3,1в	4,1в	5,1в	50	1,1г	2,5в	3,6в	4,4в	5,3в
16	1,2в	2,2в	3,2в	4,2в	5,2в	51	1,2г	2,6в	3,7в	4,5в	5,4в
17	1,3в	2,3в	3,3в	4,3в	5,3в	52	1,3г	2,7в	3,1в	4,6в	5,5в
18	1,4в	2,4в	3,4в	4,4в	5,4в	53	1,4г	2,1в	3,2в	4,7в	5,6в
19	1,5в	2,5в	3,5в	4,5в	5,5в	54	1,5г	2,2в	3,3в	4,3в	5,7в
20	1,6в	2,6в	3,6в	4,6в	5,6в	55	1,6г	2,3в	3,4в	4,2в	5,2в
21	1,7в	2,7в	3,7в	4,7в	5,7в	56	1,7г	2,4в	3,5в	4,1в	5,1в
22	1,1г	2,1г	3,1г	4,1г	5,1г	57	1,1д	2,4г	3,3г	4,2г	5,2г
23	1,2г	2,2г	3,2г	4,2г	5,2г	58	1,2д	2,5г	3,4г	4,3г	5,3г
24	1,3г	2,3г	3,3г	4,3г	5,3г	59	1,3д	2,6г	3,5г	4,4г	5,7г
25	1,4г	2,4г	3,4г	4,4г	5,4г	60	1,4д	2,7г	3,7г	4,5г	5,4г
26	1,5г	2,5г	3,5г	4,5г	5,5г	61	1,5д	2,1г	3,7г	4,6г	5,5г
27	1,6г	2,6г	3,6г	4,6г	5,6г	62	1,6д	2,2г	3,1г	4,7г	5,6г
28	1,7г	2,7г	3,7г	4,7г	5,7г	63	1,7д	2,3г	3,2г	4,1г	5,1г
29	1,1д	2,1д	3,1д	4,1д	5,1д	64	1,1 а	2,6д	3,1д	4,2д	5,6д
30	1,2д	2,2д	3,2д	4,2д	5,2д	65	1,2 а	2,7д	3,2д	4,1д	5,7д
31	1,3д	2,3д	3,3д	4,3д	5,3д	66	1,3 а	2,5д	3,3д	4,3д	5,1д
32	1,4д	2,4д	3,4д	4,4д	5,4д	67	1,4 а	2,1д	3,4д	4,7д	5,2д
33	1,5д	2,5д	3,5д	4,5д	5,5д	68	1,5 а	2,4д	3,5д	4,4д	5,3д
34	1,6д	2,6д	3,6д	4,6д	5,6д	69	1,6 а	2,3д	3,6д	4,5д	5,4д
35	1,7д	2,7д	3,7д	4,7д	5,7д	70	1,7 а	2,2д	3,7д	4,6д	5,5д

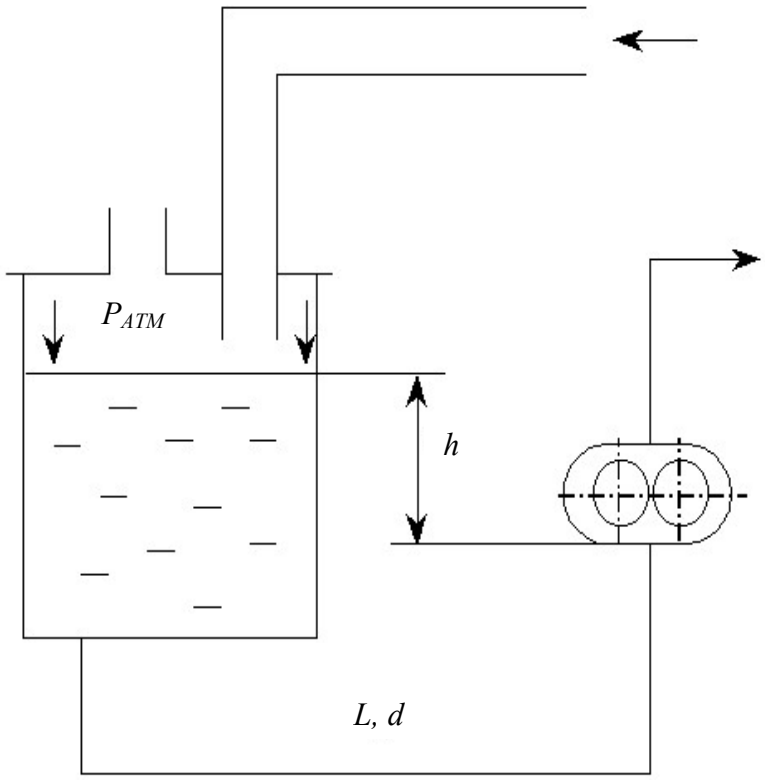
Вариант	Номера задач по машинам					Вариант	Номера задач по машинам				
1	Ш	Пл.	РП	АП	ГА	**1**	Ш	Пл.	РП	АП	ГА
	2	**3**	**4**	**5**	**6**		**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
71	1,1в	2,1б	3,7а	4,2г	5,3д	111	1,6в	2,2г	3,7в	4,2д	5,2а
72	1,2в	2,2б	3,1а	4,3г	5,2д	112	1,7в	2,3г	3,1в	4,1д	5,3а
73	1,3в	2,3б	3,6а	4,4г	5,1д	113	1,1г	2,4б	3,3г	4,5в	5,1б
74	1,4в	2,7б	3,2а	4,5г	5,7д	114	1,2г	2,5б	3,4г	4,7в	5,2б
75	1,5в	2,6б	3,5а	4,6г	5,4д	115	1,3г	2,7б	3,5г	4,1в	5,3б
76	1,6в	2,5б	3,3а	4,7г	5,6д	116	1,4г	2,1б	3,6г	4,6в	5,7б
77	1,7в	2,4б	3,4а	4,1г	5,5д	117	1,5г	2,2б	3,7г	4,2в	5,4б
78	1,1г	2,4д	3,6а	4,2б	5,3в	118	1,6г	2,3б	3,1г	4,3в	5,6б
79	1,2г	2,5д	3,7а	4,1б	5,7в	119	1,7г	2,6б	3,2г	4,4в	5,5б
80	1,3г	2,6д	3,1а	4,7б	5,4в	120	1,1д	2,3а	3,5б	4,3г	5,4в
81	1,4г	2,7д	3,2а	4,6б	5,6в	121	1,2д	2,4а	3,6б	4,2г	5,5в
82	1,5г	2,1д	3,3а	4,5б	5,5в	122	1,3д	2,5а	3,7б	4,1г	5,6в
83	1,6г	2,2д	3,4а	4,4б	5,1в	123	1,4д	2,6а	3,1б	4,4г	5,7в
84	1,7г	2,3д	3,5а	4,3б	5,2в	124	1,5д	2,7а	3,2б	4,5г	5,1в
85	1,1д	2,4а	3,4б	4,1в	5,7г	125	1,6д	2,1а	3,3б	4,6г	5,2в
86	1,2д	2,3а	3,5б	4,2в	5,6г	126	1,7д	2,2а	3,4б	4,7г	5,3в
87	1,3д	2,7а	3,6б	4,3в	5,5г	127	1,1 а	2,7в	3,3д	4,2а	5,2б
88	1,4д	2,2а	3,7б	4,4в	5,4г	128	1,2 а	2,1в	3,2д	4,3а	5,4б
89	1,5д	2,6а	3,1б	4,5в	5,3г	129	1,3 а	2,2в	3,1д	4,7а	5,7б
90	1,6д	2,1а	3,2б	4,6в	5,2г	130	1,4 а	2,3в	3,7д	4,1а	5,1б
91	1,7д	2,5а	3,3б	4,7в	5,1г	131	1,5 а	2,6в	3,4д	4,6а	5,5б
92	1,1 а	2,2д	3,1г	4,2б	5,2в	132	1,6 а	2,4в	3,5д	4,5а	5,6б
93	1,2 а	2,7д	3,2г	4,7б	5,3в	133	1,7 а	2,5в	3,6д	4,4а	5,3б
94	1,3 а	2,3д	3,3г	4,6б	5,1в	134	1,1б	2,2д	3,3а	4,5б	5,2д
95	1,4 а	2,1д	3,4г	4,3б	5,4в	135	1,2б	2,7д	3,4а	4,6б	5,3д
96	1,5 а	2,6д	3,5г	4,5б	5,7в	136	1,3б	2,6д	3,5а	4,1б	5,4д
97	1,6 а	2,5д	3,6г	4,4б	5,6в	137	1,4б	2,5д	3,6а	4,4б	5,1д
98	1,7 а	2,4д	3,7г	4,1б	5,5в	138	1,5б	2,4д	3,7а	4,7б	5,7д
99	1,1б	2,7в	3,6д	4,5а	5,5г	139	1,6б	2,3д	3,1а	4,2б	5,6д
100	1,2б	2,6в	3,7д	4,6а	5,1г	140	1,7б	2,1д	3,2а	4,3б	5,5д
101	1,3б	2,5в	3,1д	4,7а	5,2г	141	1,1в	2,2г	3,6г	4,7г	5,7а
102	1,4б	2,4в	3,2д	4,1а	5,7г	142	1,2в	2,7г	3,1г	4,6г	5,1а
103	1,5б	2,3в	3,3д	4,2а	5,6г	143	1,3в	2,1г	3,2г	4,5г	5,6а
104	1,6б	2,2в	3,4д	4,3а	5,3г	144	1,4в	2,5г	3,7г	4,4г	5,5а
105	1,7б	2,1в	3,5д	4,4а	5,4г	145	1,5в	2,4г	3,5г	4,3г	5,3а
106	1,1в	2,4г	3,2в	4,6д	5,4а	146	1,6в	2,3г	3,4г	4,2г	5,2а
107	1,2в	2,5г	3,3в	4,7д	5,5а	147	1,7в	2,6г	3,3г	4,1г	5,4а
108	1,3в	2,6г	3,4в	4,5д	5,6а	148	1,1г	2,4б	3,2б	4,5д	5,3д
109	1,4в	2,7г	3,5в	4,4д	5,7а	149	1,2г	2,5б	3,3б	4,4д	5,5д
110	1,5в	2,1г	3,6в	4,3д	5,1а	150	1,3г	2,6б	3,4б	4,2д	5,1д

7.1. Задачи по шестеренным машинам

Задача 7.1.1

Определить избыточное давление на входе в шестеренный насос системы смазки, имеющий частоту вращения вала n, число зубьев z, модуль m, ширину колеса b.

Длина стального всасывающего трубопровода L, диаметр d, шероховатость трубы Δ. Входное сечение насоса расположено ниже свободной поверхности в масляном баке на h. Местные потери в трубопроводе принять равными 10 % потерь на трение по длине.



Параметры	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
n, р/с	15	20	25	10	30
z	20	25	30	35	22
m, мм	7,5	8	9	10	12
b, мм	10	12	16	20	18
L, м	5	4	3	2	5
d, мм	30	25	20	15	32
Δ, мм	0,1	0,2	0,3	0,25	0,35
h, м	2	1	0,5	1,5	2,3
Тип масла	И-20	И-30	И-12	И-50	Турбинное-57

Задача 7.1.2

Построить графики:

1) зависимостей подач шестеренного насоса от частоты вращения его вала для трех значений давлений на выходе (P_1 - P_3);

2) зависимости подачи от давления при заданном n.

Принять утечки жидкости пропорциональными давлению, коэффициент пропорциональности k. Ширина шестерни b, диаметр окружности головок $D_г$, число зубьев z.

Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
P_1, МПа	0	0	0	0	0
P_2, МПа	10	2	6.3	8	12.5
P_3, МПа	20	6	10	12.5	32
n, мин$^{-1}$	1440	650	900	1000	1250
k, л/с·Па	$0{,}5\cdot10^{-8}$	$0{,}3\cdot10^{-8}$	$0{,}4\cdot10^{-8}$	$0{,}6\cdot10^{-8}$	$0{,}5\cdot10^{-8}$
b, мм	31,85	40	35	28	30
$D_г$, мм	48	50	45	40	38
z	10	16	18	20	24

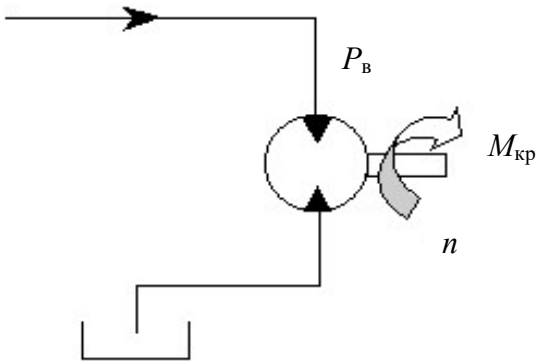
Задача 7.1.3

Определить основные геометрические размеры насоса (диаметр начальной окружности, диаметр окружности выступов, ширину шестерни), а также мощности потока жидкости на выходе из насоса и на валу насоса по следующим исходным данным: рабочий объем насоса q_0, давление на выходе $P_{вых}$, частота вращения вала n, объемный КПД насоса η_0, КПД насоса $\eta_н$, число зубьев z, модуль зацепления m.

Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
q_0, см^3	83	70	95	105	123
$P_{вых}$, МПа	16	10	20	32	8
n, мин$^{-1}$	1440	950	1250	1000	1300
η_0	0,9	0,88	0,92	0,93	0,91
$\eta_н$	0,85	0,82	0,87	0,86	0,83
z	16	20	25	29	34
m	4	6	7	8	9

Задача 7.1.4.

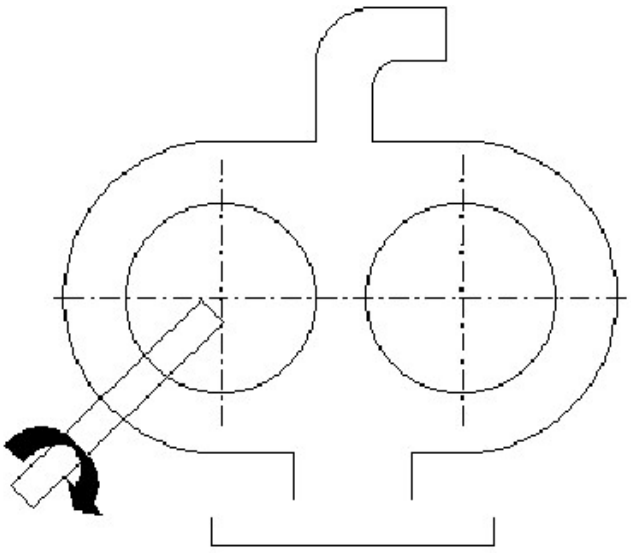
Определить крутящий момент М и частоту вращения вала n шестеренного гидромотора при расходе рабочей жидкости Q, если давление жидкости на входе в гидромотор $P_в$, на выходе из гидромотора $P_{вых}$. Ширина шестерни b, модуль зацепления m, число зубьев z, механический КПД $\eta_{мех}$, объемный КПД η_0.



Параметры	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
Q, кг/с	1,8	1,6	2,0	2,2	2,4
$P_в$, МПа	10	12,5	20	8	32
$P_{вых}$, МПа	0,5	0,5	0,8	0,9	0,6
b, мм	30	40	50	45	35
m, мм	6	8	10	7	9
z	16	20	22	30	25
$\eta_{мех}$	0,8	0,82	0,84	0,78	0,85
η_0	0,9	0,92	0,94	0,88	0,95
Жидкость	И-20	И-30	И-12	И-50	Турбинное-57

Задача 7.1.5.

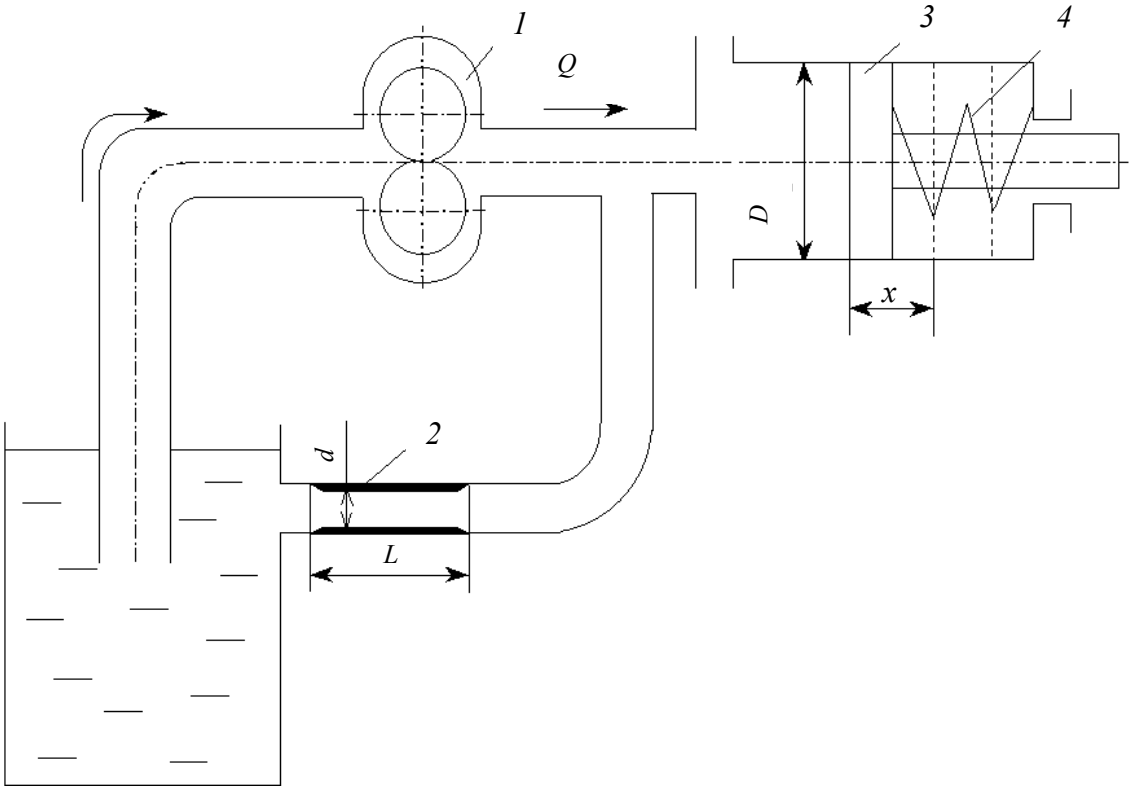
Определить основные геометрические размеры шестеренного насоса (диаметр начальной окружности шестерни Dc, ширину шестерни b, число зубьев z, рабочий объем V_0, мощность потока жидкости на выходе из насоса $N_ф$ и мощность на валу насоса $N_п$) по следующим исходным данным: подача насоса Q, давление на выходе $P_в$, частота вращения вала n, объемный КПД η_0, КПД насоса, $\eta_н$.



Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
Q, кг/с	1,9	1,8	2,0	2,1	2,2
$P_в$, МПа	8	6	10	12,5	20
n, мин$^{-1}$	1480	1440	1250	900	980
η_0	0,9	0,92	0,88	0,94	0,93
$\eta_н$	0,8	0,82	0,78	0,84	0,85
жидкость	И-20	И-30	И-12	И-50	турбинное-57

Задача 7.1.6

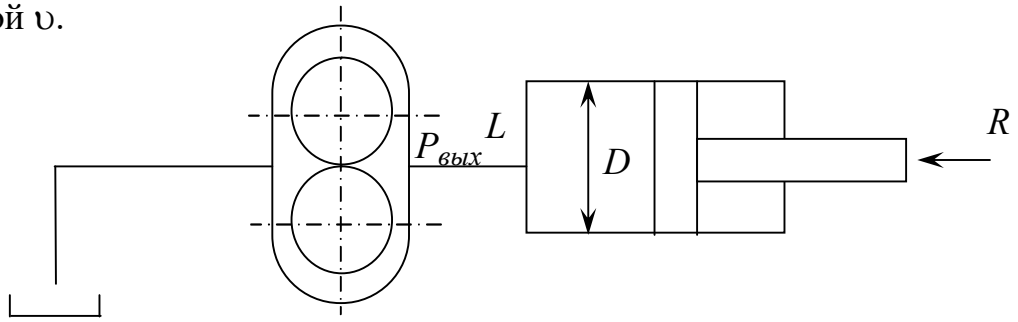
В регуляторе скорости гидротурбины применен так называемый гидравлический маятник. При изменении частоты вращения регулируемой турбины изменяется частота вращения вала насоса *1* и расход жидкости, прокачиваемой насосом *1* маятника через калиброванную трубку *2*, вследствие чего изменяется сила давления на поршень *3*, и последний, изменяя поджатие пружины *4*, оказывает воздействие на систему регулирования гидротурбины. Определить диаметр *d* калиброванной трубки, при котором при геометрических параметрах насоса (модуль *m*, число зубьев *z*, ширина шестерни *b*) и рабочей частоте вращения вала *n* обеспечивается такая подача жидкости *Q*, при которой сжатие пружины составляет *x*. Жесткость пружины *C*, длина трубки *L*, динамическая вязкость масла μ, диаметр поршня *D*. Сопротивлением подводящих труб пренебречь.



Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
m, мм	4	6	8	10	12
z	15	18	20	21	23
b, см	2	3	4	1,5	2,5
n, мин$^{-1}$	780	800	900	1250	1400
x, мм	60	61	62	64	66
c, Н/см	7,5	7,8	7,9	8,1	8,2
L, м	0,7	0,6	0,8	0,75	0,65
μ, Па·с	0,3	0,32	0,34	0,4	0,42
D, мм	30	35	40	45	25

Задача 7.1.7

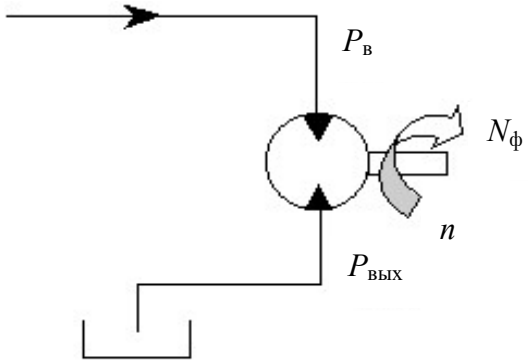
Определить давление на выходе шестеренного насоса $P_{вых}$, подающего жидкость в гидроцилиндр, если число зубьев z, модуль m, ширина колеса b, частота вращения вала насоса n, длина трубопровода, связывающего насос с гидроцилиндром, L, усилие на штоке R, внутренний диаметр цилиндра D. Потерями энергии на местных сопротивлениях, а также трением поршня и штока пренебречь. Скорость движения жидкости в трубопроводе принять равной υ.



Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
z	17	19	20	22	24
m, мм	7,5	7	8	10	6
b, см	1,5	1,2	2	2,2	1,8
n, с$^{-1}$	15	20	25	28	30
L, м	5	6	7	4	6,5
R, кН	10	14	18	16	20
D, мм	32	40	35	42	45
$\upsilon_ж$, м/с	4	3,5	3	4,5	3,8
Тип жидкости	И-20	И-30	И-12	И-50	Турбинное-57

7.2. Задачи по пластинчатым машинам

Задача 7.2.1

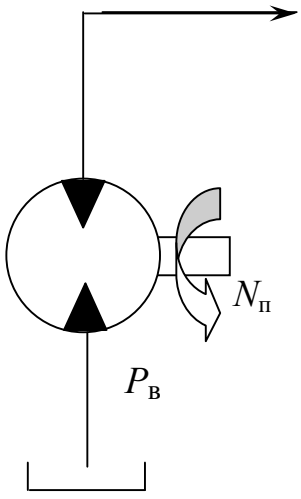


Определить мощность $N_ф$ на валу пластинчатого гидромотора двукратного действия, величину давления на входе в гидромотор и частоту вращения вала гидромотора n, если радиус статора R, ротора r, объемный КПД η_0, механический КПД $\eta_{мех}$, давление на выходе P, ширина пластин b, теоретический момент гидромотора M, толщина пластинки δ, число пластин z.

Параметры	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
R, см	4	4,5	5	5,2	3,5
r, мм	34	40	45	44	29
η_0	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79
$\eta_{мех}$	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89
$P_{вых}$, МПа	0,2	0,22	0,25	0,19	0,26
b, см	4	4,3	4,5	4,8	3,6
M, Н·м	30	32	34	36	38
δ, мм	2	3	4	2,5	3,5
z	12	14	16	18	20
Q, л/с	1,333	1,666	1,82	1,98	2,0

Задача 7.2.2

Определить $N_п$ на валу пластинчатого насоса однократного действия, его фактическую подачу $Q_ф$ и диаметры подводящих $d_п$ и отводящих каналов насоса, если давление на входе $P_в$, манометрическое давление, развиваемое насосом $P_{ман}$, радиус статора R, число пластин z, толщина пластинки δ, ширина пластинки b, величина эксцентриситета e, частота вращения вала насоса n, объемный КПД η_0, полный КПД $\eta_н$.



Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
$P_в$, МПа	0,02	0,01	0,03	0,04	0,05
$P_{ман}$, МПа	6,3	8	10	12,5	20
R, мм	30	35	40	45	50
z	14	15	16	18	10
δ, мм	2	1,8	2,2	2,3	2,5
b, см	25	30	32	35	40
e, мм	4	5	4,5	5,5	6
n, мин$^{-1}$	960	1000	1250	1400	1440
η_0	0,79	0,78	0,8	0,81	0,82
$\eta_н$	0,72	0,71	0,73	0,74	0,75

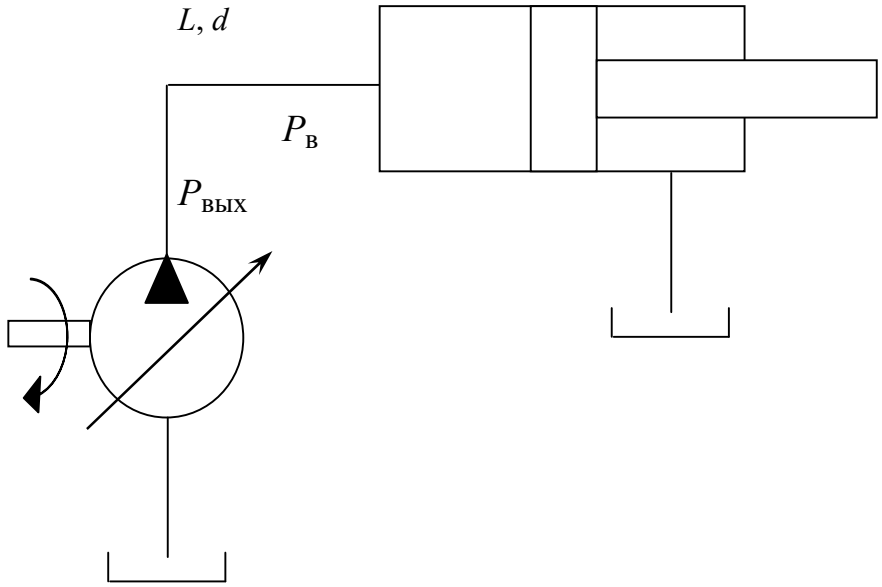
Задача 7.2.3

Определить рабочий объем V, подачу Q пластинчатого насоса двукратного действия, а также потребляемую мощность $N_п$ и момент M, подведенный к валу насоса, если частота вращения ротора n, объемный КПД η_0, полный КПД $\eta_н$, абсолютное давление на входе в насос $P_в$, на выходе из насоса $P_{вых}$, радиус ротора r, радиус статора R, ширина пластины b, число пластин z.

Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
n, мин$^{-1}$	1200	1000	950	1400	800
η_0	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69
$\eta_н$	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59
$P_в$, кПа	80	85	90	95	100
$P_{вых}$, МПа	8	10	12,5	20	32
r, см	50	60	65	65	50
R, мм	600	650	700	700	550
b, см	30	35	40	25	50
z	12	14	16	10	18

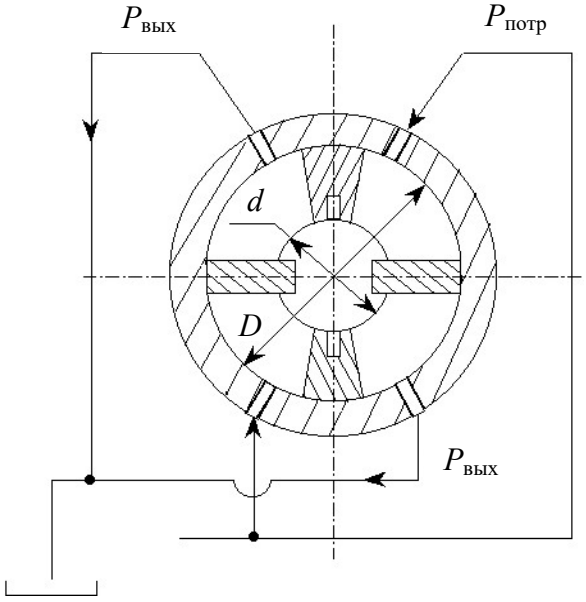
Задача 7.2.4

Определить давление на выходе пластинчатого насоса однократного действия $P_{вых}$, если давление на входе в гидроцилиндр $P_в$, радиус статора насоса R, величина эксцентриситета e, ширина пластины b, частота вращения вала насоса n, длина трубопровода L. Местными потерями энергии пренебречь.



Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
$P_в$, МПа	8	10	12,5	6,3	20
R, см	5	5,5	6	4,5	6,5
e, мм	6	5	8	4	7
b, мм	35	30	40	25	45
n, $с^{-1}$	15	12	16	18	21
L, м	5	4	6	4,5	7
d, мм	22	25	28	31	34
Тип жидкости	И-20	И-30	И-12	И-50	Турбинное-57

Задача 7.2.5

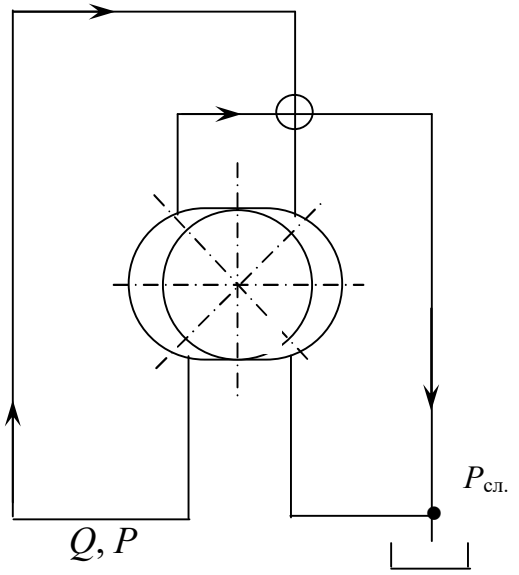


Двухкамерный гидродвигатель поворотного движения должен создавать момент на валу M при скорости поворота ω. Размеры гидродвигателя: D, d, ширина пластин b. Принять механический КПД $\eta_{мех}$, объемный - η_0. Определить потребное давление и необходимую подачу, если давление на выходе $P_{вых}$.

Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
M, кН·м	2	1,5	2,5	1,8	2,8
ω, рад/с	2	1,5	2,5	1,6	0,9
D, мм	200	150	100	250	250
d, мм	100	50	25	150	100
b, см	60	40	20	25	30
$\eta_{мех}$	0,9	0,89	0,88	0,87	0,86
η_0	0,75	0,74	0,73	0,72	0,74
$P_{вых}$, МПа	0,3	0,28	0,2	0,3	0,25

Задача 7.2.6

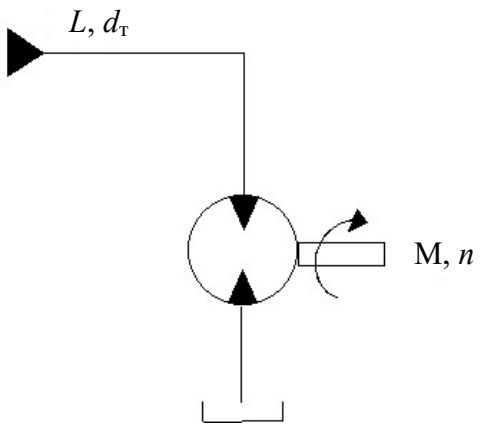
К пластинчатому гидромотору двукратного действия подводится жидкость: Q, p. Мотор имеет параметры: число пластин z, ширина пластины b, радиус статора R, ротора - r, толщина пластины δ, объемный КПД η_0, общий КПД η. Давление в сливной гидролинии $P_{сл}$. Определить частоту вращения вала гидромотора и момент на валу.



Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
Q, л/с	1	1,5	2	0,5	2,5
P, МПа	10	8	12,5	6,3	20
z	12	14	16	10	18
b, см	3	4	5	2	3,5
R, мм	60	50	70	40	80
r, мм	50	40	60	30	70
δ, мм	2	2,2	2,5	1,8	3
η_0	0,85	0,86	0,87	0,84	0,88
η	0,81	0,82	0,83	0,8	0,84
$P_{сл}$, МПа	0,3	0,35	0,2	0,25	0,4

Задача 7.2.7

Жидкость по трубопроводу длиной L и диаметром $d_т$ поступает в пластинчатый гидромотор двукратного действия. Параметры мотора: диаметр статора D, диаметр ротора d, ширина ротора b, механический КПД $\eta_{мех}$, КПД η. Давление в сливной гидролинии $P_{сл}$. Параметры потока в начале трубопровода: Q, P. Определить крутящий момент на валу гидромотра и частоту вращения вала.

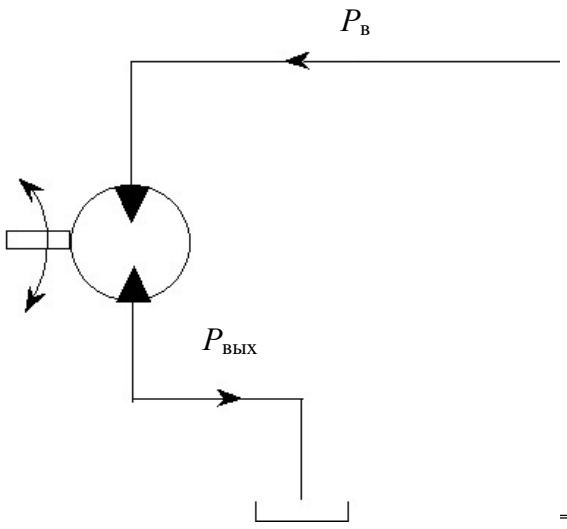


Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
L, м	10	15	20	18	5
$d_т$, мм	22	20	28	15	10
D, см	10	15	13	20	25
d, см	8	13	10	18	20
b, мм	30	25	20	35	40
$\eta_{мех}$	0,95	0,94	0,93	0,92	0,96
η	0,9	0,89	0,88	0,87	0,91
$P_{сл}$, МПа	0,3	0,35	0,2	0,25	0,4
Q, л/с	1	1,5	1,8	2	2,5
P, МПа	12,5	6,3	8	10	20
Тип жидкости	И-20	И-30	И-12	И-50	Турбинное-57

7.3. Задачи по радиально-поршневым машинам

Задача 7.3.1

Определить расход жидкости Q и давление $P_в$ на входе в гидромотор радиально-поршневого типа 7-и кратного действия, если крутящий момент на его валу равен M, частота вращения вала n, давление на выходе $P_{вых}$, механический КПД $\eta_{мех}$, объемный η_0, число рядов поршней m, диаметр поршня d, ход поршня h.

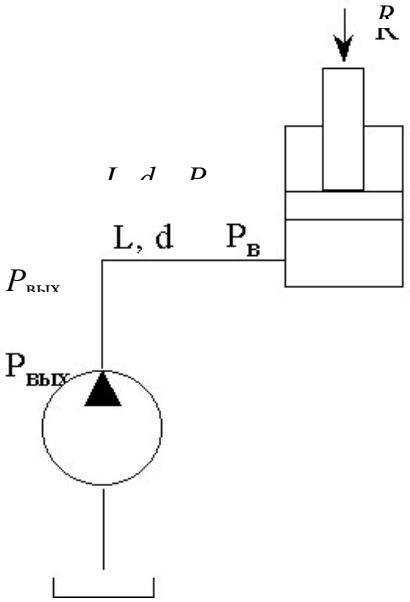


Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д

M, кН·м	1,5	1,2	2	1,8	2,5
n, мин$^{-1}$	120	150	200	100	250
$P_{вых}$, МПа	0,2	0,3	0,4	0,25	0,35
$\eta_{мех}$	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92
η_0	0,94	0,93	0,92	0,91	0,9
m	1	2	3	1	2
d, мм	30	35	40	25	20
h, мм	30	25	30	15	10

Задача 7.3.2.

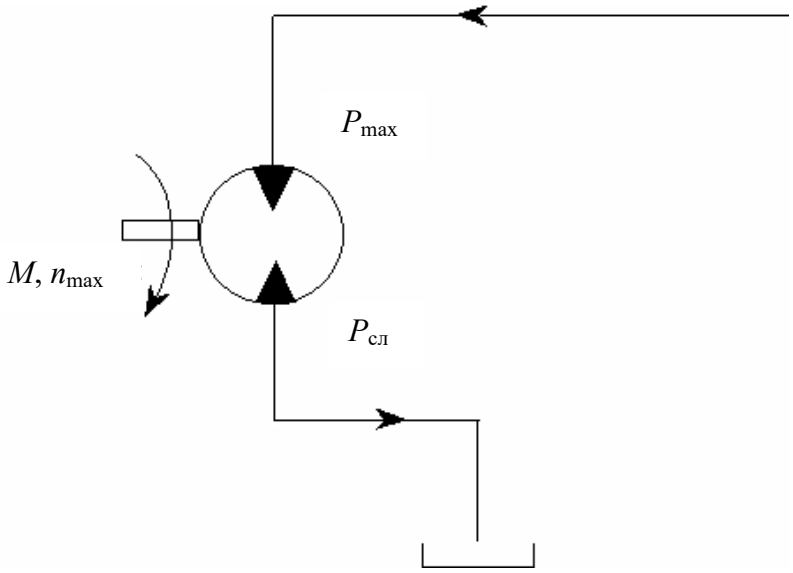
Однорядный радиально-поршневой насос однократного действия, имеющий диаметр поршня d, число поршней z, эксцентриситет e, частоту вращения вала n, подает жидкость в гидродомкрат и обеспечивает на входе в него давление $P_в$. Определить давление на выходе из насоса $P_{вых}$. Длина трубопровода L, диаметр трубы $d_т$. Объемный КПД насоса η_0. Местными потерями энергии пренебречь.



Параметры	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
d, мм	16	20	18	25	30
z	7	8	10	12	6
e, мм	16	15	14	10	12
n, мин$^{-1}$	900	800	1000	1250	1440
$P_в$, МПа	10	8	6,3	12,5	20
L, м	7	8	10	6	4
$d_т$, мм	30	25	20	35	32
η_0	0,95	0,94	0,93	0,96	0,92
Тип жидкости	И-20	И-30	И-12	И-50	Турбинное-57

Задача 7.3.3

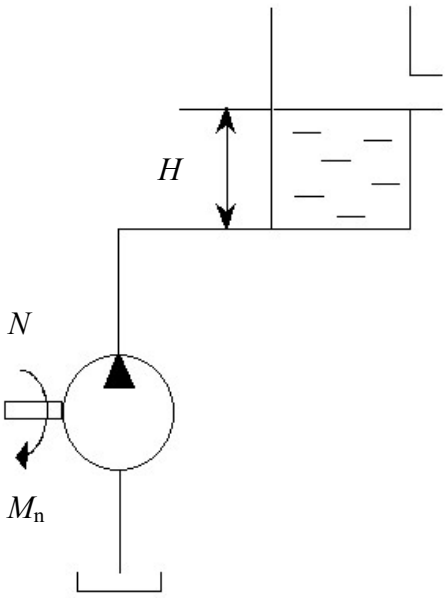
Определить максимальную частоту вращения n_{max} ротора гидромотора, нагруженного постоянным моментом M, если максимальное давление на входе P_{max}, расход жидкости Q, объемный КПД гидромотора при P_{max} η_0, механический КПД при том же давлении $\eta_{мех}$, давление на сливе $P_{сл}$.



Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
M, Н·м	300	250	200	150	350
P_{max}, МПа	20	12,5	10	8	6,3
Q, л/мин	15	12	8	10	18
η_0	0,9	0,89	0,91	0,88	0,87
$\eta_{мех}$	0,92	0,91	0,93	0,9	0,89
$P_{сл}$, МПа	0,2	0,3	0,25	0,35	0,4

Задача 7.3.4.

Радиально-поршневой насос подает жидкость в резервуар на высоту H по горизонтальному трубопроводу длиной L и диаметром d. Определить мощность $N_п$ и момент $M_п$, подведенные к валу насоса, если параметры насоса следующие: диаметр поршня $d_п$, эксцентриситет e, число цилиндров z, частота вращения вала n, КПД объемный η_0, механический КПД $\eta_{мех}$. Коэффициент местных сопротивлений принять равными ξ_i=1. Потерями на всасывании пренебречь.

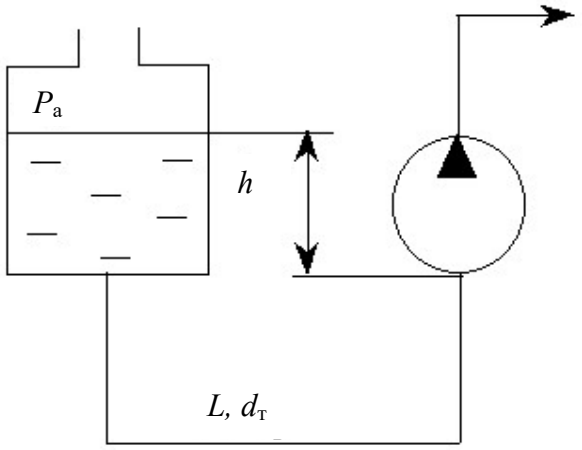


Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д

H, м	10	15	20	18	9
L, м	5	6	7	8	9
$d_т$, мм	30	25	20	35	18
$d_п$, мм	22	18	15	10	20
e, мм	20	10	12	16	18
z	9	10	8	15	20
n, $с^{-1}$	15	16	17	18	20
η_0	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87
$\eta_{мех}$	0,97	0,95	0,93	0,91	0,9
Тип жидкости	И-20	И-30	И-12	И-50	Турбинное-57

Задача 7.3.5

Определить избыточное давление на входе в радиально-поршневой насос системы управления, имеющий частоту вращения вала n, число цилиндров z, диаметр цилиндра d, эксцентриситет e, объемный КПД η_0. Входное сечение насоса расположено ниже свободной поверхности жидкости на h. Длина трубопровода L, диаметр $d_т$. Местные потери принять равными 10 % потерь на трение по длине трубопровода.



Параметры	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
n, $с^{-1}$	15	16	17	14	13
z	7	8	9	6	10
$d_ц$, мм	20	10	15	25	30
e, мм	20	12	17	22	25
η_0	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94
h, м	3	3,5	2,5	2	4
L, м	7	8	9	10	6
$d_т$, мм	30	32	26	28	25
Тип жидкости	И-20	И-30	И-12	И-50	Турбинное 57

Задача 7.3.6

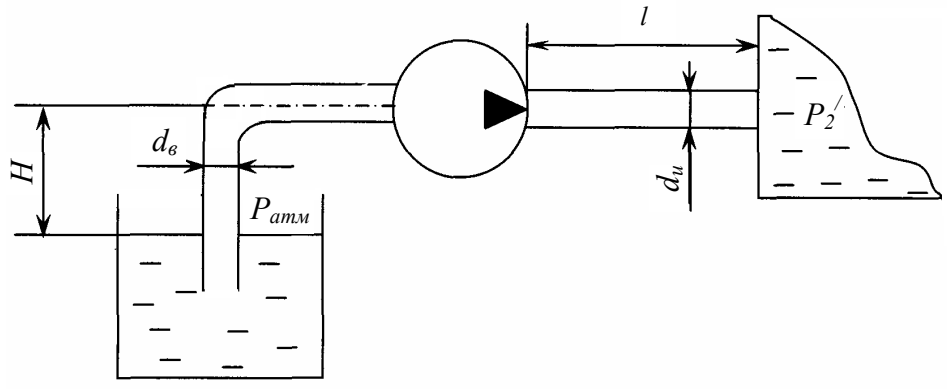
Определить основные параметры радиально-поршневого высокомоментного мотора (расход жидкости, диаметр поршня, фактический расход

жидкости, теоретический и полезный моменты на валу гидромотора, теоретическую и полезную мощности на валу гидромотора, коэффициент момента, утечки жидкости, объемный КПД), если рабочий объем гидромотора V, частота вращения вала n, механический КПД гидромотора $\eta_{мех}$, число рядов поршней m, кратность действия K, число поршней в ряду $z = 7$, ход поршня h, зазор между поршнем и цилиндром $\delta = 1 \cdot 10^{-3}$ м. При расчетах принимать $d = h$, затем величину d округлять до стандартного значения.

Параметры	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
$V \cdot 10^{-6}$, м/об	452	707	1126	1809	2780
n, $с^{-1}$	2,2	2,0	1,7	1,3	1,0
$\eta_{мех}$	0,89	0,90	0,90	0,92	0,90
m	2	2	2	3	3
K	7	7	7	9	9
$h \cdot 10^{-3}$, м	20	22	26	28	20
P, МПа	6,3	8,0	5,0	12,5	10,0

Задача 7.3.7

Определить напор, создаваемый радиально-поршневым насосом, имеющим рабочий объем V, частоту вращения вала n, если диаметр всасывающего трубопровода $d_в$, напорного $d_н$, секундный массовый расход $Q_с$, условная вязкость жидкости E_{20}, длина напорного трубопровода l, давление на выходе трубопровода $P_2^{/}$, высота всасывания H, плотность жидкости ρ=900 кг/м^3, температура масла $t = 20\ ^0$С. Основные параметры гидросистемы приведены в таблице.

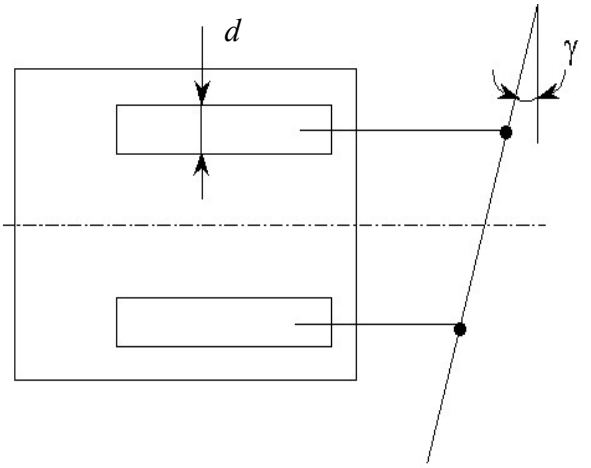


Параметры	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
$d_в \cdot 10^{-3}$, м	22	24	26	28	30
$d_н \cdot 10^{-3}$, м	12	14	16	18	20
E_{20}	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
$P_2^{/}$, МПа	6,3	8,0	12,5	10,0	12,5

l, м	8	10	12	10	16
$H \cdot 10^{-1}$, м	5	2	3	1	2
$V \cdot 10^{-6}$, м/об	6,3	10,0	16,0	25,0	48,0
n, об/с	15	15	15	15	15

7.4. Задачи по аксиально-поршневым машинам

Задача 7.4.1



Аксиально-поршневой насос обеспечивает подачу жидкости Q, давление на выходе $P_{вых}$ при частоте вращения вала n. Рассчитать основные геометрические параметры насоса – диаметр цилиндра d, ход поршня h, диаметр окружности расположения осей цилиндров D, а также мощность на валу насоса $N_в$ и крутящий момент $M_в$, если число цилиндров z, угол наклона диска γ, объемный КПД η_0, механический КПД $\eta_{мех}$. Принять $h = 2d$.

Параметры	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
Q, л/с	3,5	4,5	4	3	2,5
$P_{вых}$, МПа	22	28	12	8	6,3
n, мин$^{-1}$	1440	1250	900	800	600
z	7	4	5	8	9
γ, град	20	22	18	23	25
η_0	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
$\eta_{мех}$	0,9	0,89	0,88	0,87	0,86

Задача 7.4.2

Определить крутящий момент M на валу и угол наклона γ диска аксиально-поршневого гидромотора, при котором частота вращения его вала, n, расход рабочей жидкости Q, перепад давлений $P_{ГМ}$, количество цилиндров z, диаметр цилиндра d, диаметр окружности D, на которой расположены оси цилиндров, объемный КПД η_0, механический КПД $\eta_{мех}$.

Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
n, мин$^{-1}$	1200	1440	900	800	650
Q, л/с	3	2	3,5	4	5
$P_{ГМ}$, МПа	12	6	8	10	20
z	7	5	8	9	10
d, мм	30	35	20	15	10
D, см	16	12	17	18	19
η_0	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94
$\eta_{мех}$	0,9	0,89	0,88	0,87	0,86

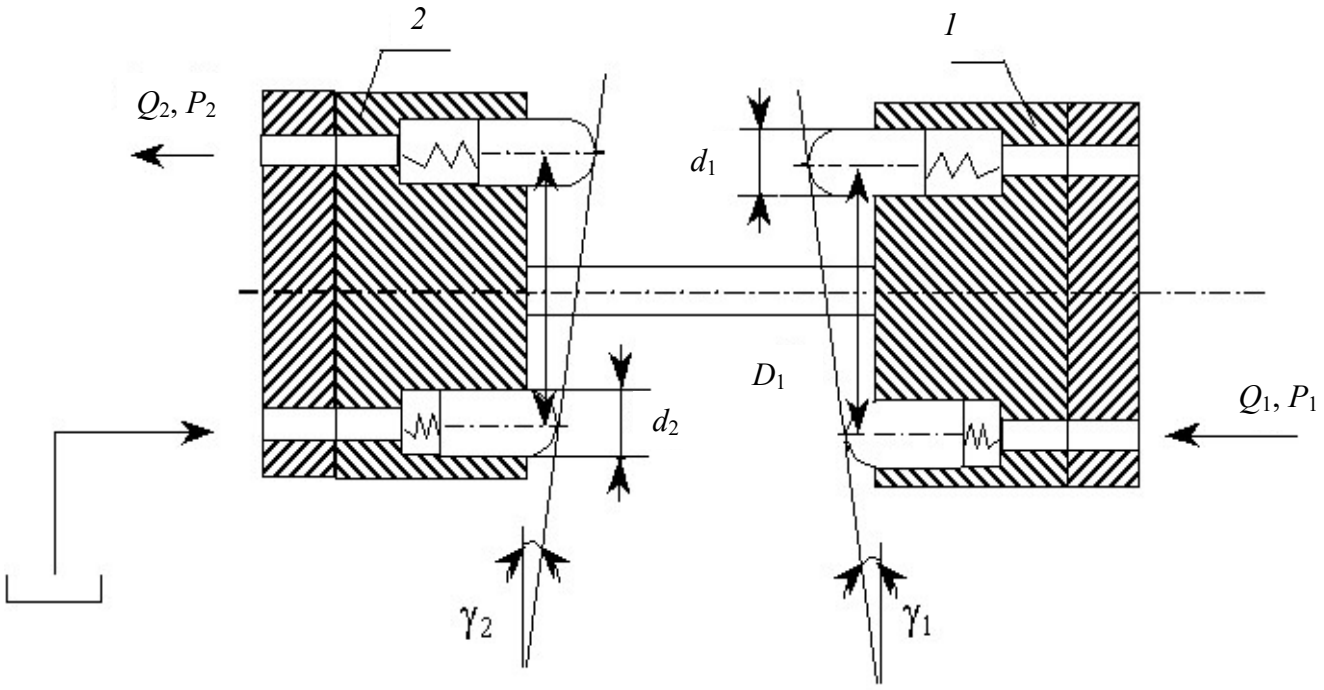
Задача 7.4.3

Определить частоту вращения вала аксиально-поршневого насоса с наклонным диском и фактическую мощность на валу, если подача насоса Q, диаметр поршня d, диаметр окружности D, на которой расположены гидроцилиндры, угол наклона диска γ, количество поршней z, объемный КПД η_0, общий КПД насоса η, давление на выходе из насоса P.

Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
Q, л/с	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
d, мм	60	50	40	70	80
D, см	27	26	24	28	30
γ, град	25	22	18	20	16
z	11	10	9	6	7
P, МПа	20	16	12,5	10	8
η_0	0,95	0,96	0,94	0,93	0,92
η	0,86	0,87	0,85	0,84	0,83

Задача 7.4.4

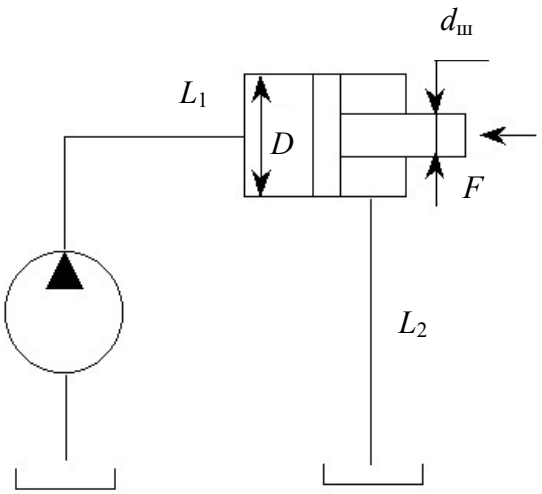
Гидропреобразователь составлен из двух аксиально-поршневых гидромашин с наклонным диском: насоса *2* и гидромотора *1* с основными размерами D_1, d_1, D_2, d_2 и $\gamma_1=\gamma_2$. Каким должен быть расход жидкости Q_1, подводимой к гидромотору 1 и давление P_1 на входе в гидромотор для получения на выходе из насоса подачи Q_2 при давлении P_2. КПД механический и объемный $\eta_{М1}=\eta_{М2}$, $\eta_{01}=\eta_{02}$.



Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
D_1, см	9	10	11	12	14
D_2, см	6	7	8	9	11
d_1, мм	15	18	21	25	30
d_2, мм	10	13	18	21	25
Q_2, л/с	1,8	1,6	1,4	2,0	2,2
P_2, МПа	15	18	20	22	25
η_{01}	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
$\eta_{мех1}$	0,92	0,91	0,9	0,89	0,88

Задача 7.4.5

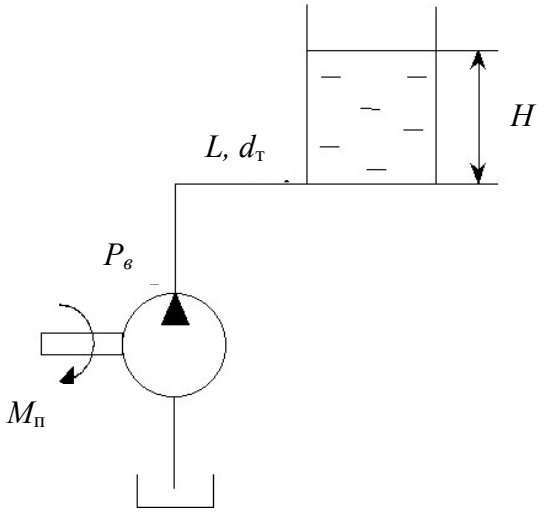
Определить давление на выходе аксиально-поршневого насоса, если длины напорного и сливного трубопроводов одинаковы L_1=L_2, их диаметры $d_т$, диаметр поршня D, диаметр штока $d_ш$, сила на штоке F. Параметры насоса; число цилиндров



z, диаметры цилиндров d, диаметр окружности размещения осей цилиндров D_0, угол наклона шайбы γ, частота вращения вала n.

Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
L_1, м	5	6	7	8	10
$d_т$, мм	15	20	25	10	18
D, мм	60	70	80	50	65
$d_ш$, мм	20	30	40	25	20
F, кН	1	2	3	4	4,5
z	7	8	9	10	11
d, мм	32	20	25	30	28
D_0, см	16	14	15	18	17
γ, град	10	12	15	22	20
n, мин$^{-1}$	1440	1250	1000	900	800
Тип жидкости	И-20	И-30	И-12	И-50	Турбинное-57

Задача 7.4.6

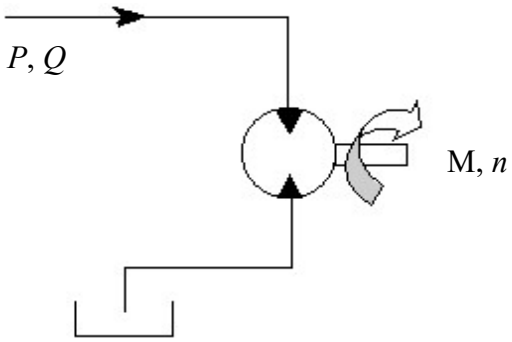


Аксиально-поршневой насос подает воду в бак высотой H по горизонтальному трубопроводу длиной L, диаметром $d_т$. Параметры насоса: диаметр поршня D, число поршней z, угол наклона блока γ, частота вращения вала n, объемный КПД η_0, механический - $\eta_{мех}$. Определить давление жидкости на выходе из насоса $P_в$ и подведенный к валу момент $M_п$. Потерями на всасывании пренебречь. Коэффициенты местных сопротивлений принять равными ξ_i=0,5, а $D_{окр}$=4D.

Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д

H, м	20	25	15	30	35
L, м	10	15	12	20	23
$d_т$, мм	26	20	22	30	34
D, мм	20	25	30	35	40
z	7	8	9	10	11
γ, град	20	18	15	22	25
n, мин$^{-1}$	15	16	17	18	14
η_0	0,95	0,96	0,94	0,93	0,92
$\eta_{мех}$	0,95	0,95	0,92	0,89	0,9

Задача 7.4.7

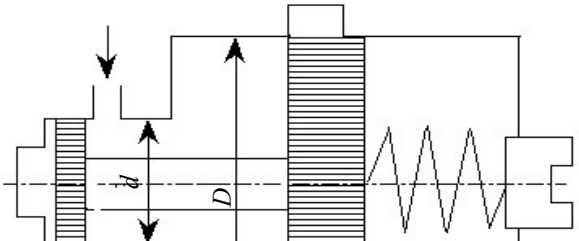


По гидромагистрали к аксиально-поршневому мотору подводится жидкость: Q, P. Мотор имеет параметры: диаметр цилиндра d, диаметр расположения центров цилиндров D, угол наклона шайбы γ, число цилиндров z, объемный КПД η_0, общий КПД мотора η. Определить частоту вращения вала гидромотора и момент на валу. Давление в сливной магистрали $P_{сл}$.

Параметры	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
Q, л/с	1	2	1,5	2,5	3
P, МПа	12,5	10	8	6,3	20
d, мм	20	25	30	35	40
D, мм	80	85	90	95	120
γ, град	20	18	22	25	15
z	7	8	9	11	10
η_0	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94
η	0,94	0,93	0,92	0,91	0,9
$P_{сл}$, МПа	0,5	0,5	0,4	0,6	0,7
Тип жидкости	И-20	И-30	И-12	И-50	Турбинное-57

7.5. Задачи по гидроаппаратуре

Задача 7.5.1

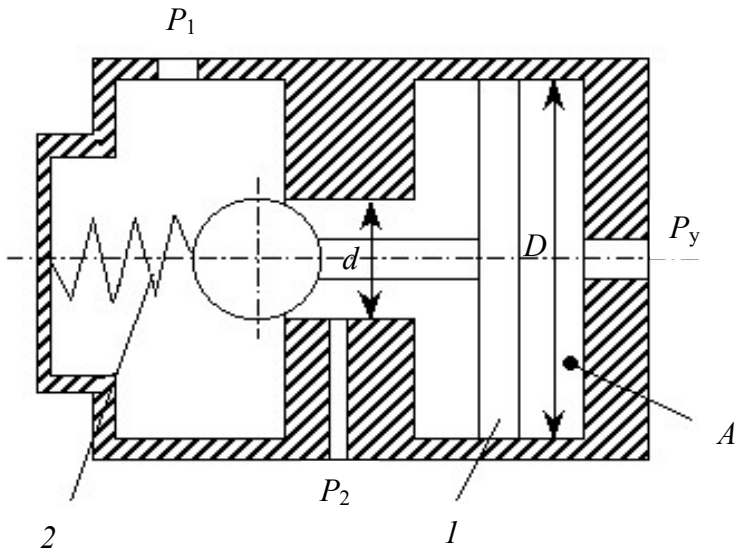


Определить величину предва-

рительного поджатия пружины дифференциального предохранительного клапана, обеспечивающую начало открытия клапана при $P_н$. Диаметры клапана: D, d, жесткость пружины C. Давление справа от большого и слева от малого поршней – атмосферное.

Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
$P_н$, МПа	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
D, мм	24	26	28	30	32
d, мм	18	20	22	24	26
C, Н/мм	6	5	7	8	4

Задача 7.5.2



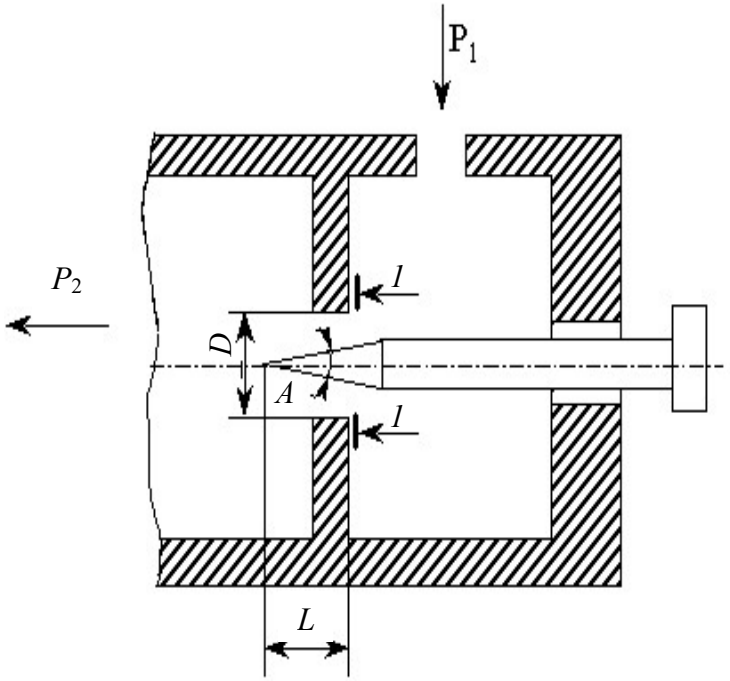
На рисунке представлена конструктивная схема гидрозамка, проходное сечение которого открывается при подаче в полость A управляющего потока жидкости с давлением $P_у$. Определить при каком минимальном значении $P_у$ толкатель поршня *1* сможет открыть шариковый клапан, если известно: предварительное усилие пружины F, диаметры D, d и давления P_1, P_2. Силами трения пренебречь.

Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
F, Н	50	60	70	80	40
D, мм	25	28	30	32	35
d, мм	15	18	20	22	26
P_1, Мпа	0,5	0,6	0,7	0,8	0,4

P_2, Мпа	0,2	0,2	0,1	0,15	0,1

Задача 7.5.3

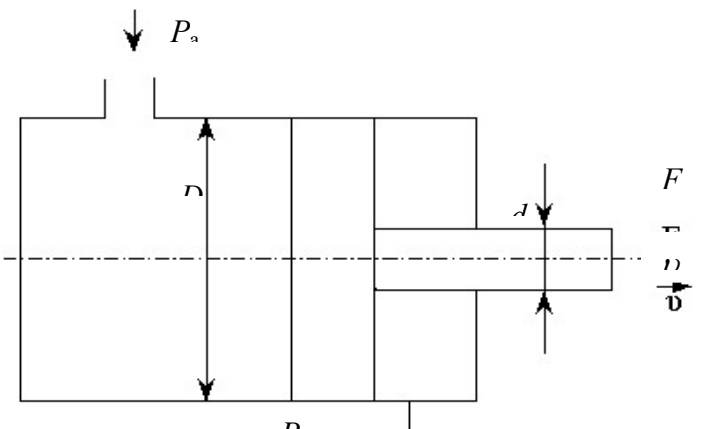
На рисунке изображена схема регулируемого игольчатого дросселя. Определить, на какое расстояние L необходимо втянуть иглу в дросселирующее отверстие для обеспечения перепада давления $\Delta p = p_1 - p_2$, если угол иглы A, диаметр дросселирующего отверстия D, его коэффициент расхода μ, расход жидкости Q, плотность жидкости ρ. Площадь дросселирующего кольца определить по приближенной формуле: $S = S_0 - S_и$, где S_0 – площадь отверстия, $S_и$ – площадь иглы в сечении *1–1*.



Параметры	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
Δp, Мпа	3	4	5	6	2
A, град	30	28	25	32	20
D, см	6	4	5	7	8
μ	0,8	0,85	0,7	0,75	0,9
Q, л/с	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7
ρ, кг/м^3	900	920	960	980	930

Задача 7.5.4

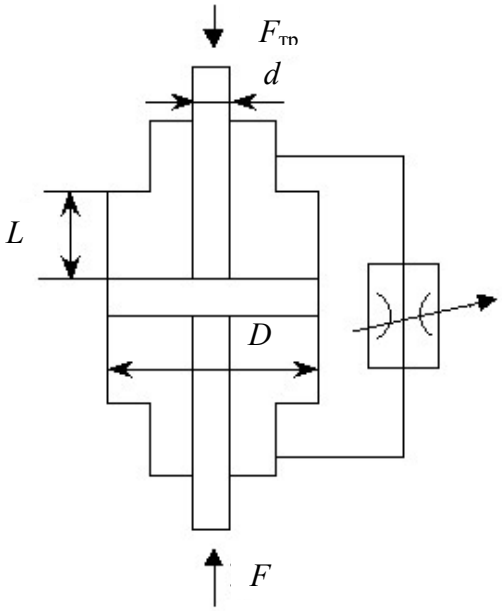
Определить диаметр отверстия дросселя, установленного на сливе из гидроцилиндра, при условии движения штока под



действием внешней нагрузки F со скоростью V. Диаметры: штока – d, цилиндра – D. Коэффициент расхода дросселя μ, плотность жидкости ρ, давление на сливе $P_{сл}$.

Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
F, кН	60	50	40	30	70
υ, мм/с	200	150	140	170	190
d, мм	40	30	35	45	50
D, мм	80	70	75	85	90
μ	0,65	0,55	0,5	0,7	0,75
ρ, кг/м^3	850	900	920	930	950
$P_{сл}$, МПа	0,3	0,2	0,4	0,3	0,25

Задача 7.5.5

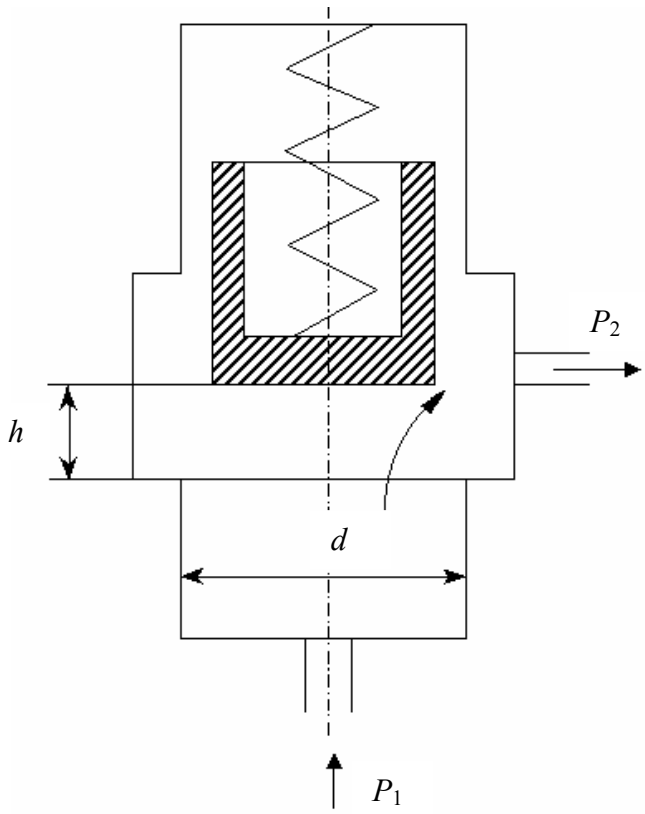


Правая и левая полости цилиндра гидравлического регулируемого тормоза, имеющего диаметр поршня D, диаметр штока d, сообщаются между собой через регулируемый дроссель, площадь проходного сечения которого установлена $S_{др}$. Коэффициент расхода дросселя μ. Определить время, за которое поршень переместиться на величину L под действием силы F, приняв плотность жидкости ρ и пренебрегая потерями энергии при ее движении по гидролиниям. Принять $F_{тр}$.

Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
D, мм	160	150	170	180	140
d, мм	80	75	85	90	70
$S_{др}$, мм^2	20	22	15	18	25
μ	0,65	0,6	0,7	0,75	0,8
L, см	36	40	30	32	42
F, кН	15	14	16	17	18
ρ, кг/м^3	900	920	950	980	930

$F_{тр}$, кН	1	2	3	1,5	2,5

Задача 7.5.6

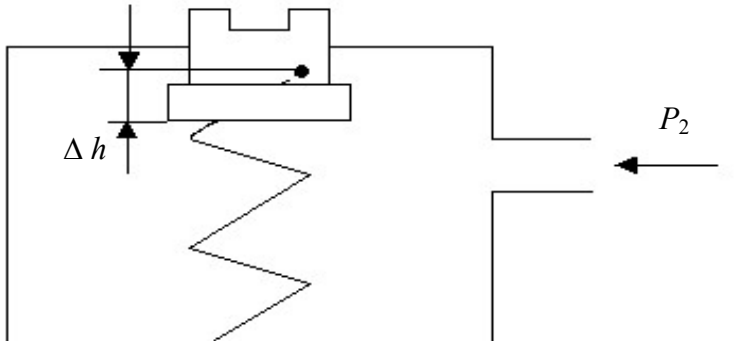


Переливной клапан плунжерного типа поддерживает заданное давление жидкости на входе P_1 путем непрерывного ее слива. Найти расход жидкости клапаном Q, если давление на входе P_1, давление на выходе клапана P_2, усилие пружины при закрытом клапане $F_{пр}$, жесткость пружины C, коэффициент расхода рабочего окна клапана μ.

Параметры	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
P_1, МПа	12,5	10	8	6	20
P_2, МПа	0,5	0,3	0,4	0,5	0,3
$F_{пр}$, кН	12	14	16	13	15
C, Н/мм	225	200	220	215	210
μ	0,6	0,65	0,7	0,75	0,55
D, м	0,2	0,15	0,1	0,05	0,3
Жидкость	И-20	И-30	И-12	И-50	Турбинное 57

Задача 7.5.7

Определить величину предварительной деформации пружины Δh, прижимающей шарик к седлу предохранительного клапана диаметром d, если он открылся при давлении P_1, а давление после клапана P_2, жесткость пружины C. Весом шарика, пружины и шайбы пренебречь.



d

Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
d, мм	25	20	30	35	40
P_1, МПа	2,5	5	6	10	12,5
P_2, МПа	0,35	0,4	0,5	0,3	0,25
С, Н/м	$15 \cdot 10^4$	$16 \cdot 10^4$	$17 \cdot 10^4$	$18 \cdot 10^4$	$19 \cdot 10^4$

7.6. Задачи по гидроприводу

Задача 7.6.1

В гидравлическом приводе горной машины имеется три гидродвигателя (два гидроцилиндра и гидромотор), работающие поочередно. Составить принципиальную гидравлическую схему привода и определить его параметры (полезные регулируемые нагрузки на штоках гидроцилиндров R_1 и R_2, действующие в прямом и обратном направлениях, фактический реализуемый момент на валу гидромотора $M_{ф,}$ давление жидкости на входе в гидродвигатели), если теоретический момент на валу гидромотора $M_м$, рабочий объем гидромотора V_0, площади поршней гидроцилиндров S_1 и S_2 соответственно, площади поршней со стороны штоков S_3 и S_4 соответственно, скорости движения штоков гидроцилиндров в прямом и обратном направлении одинаковы и постоянны, частота вращения вала гидромотора постоянна, механический КПД гидромотора $\eta_{мех}$. При расчетах диаметры поршней гидроцилиндров округлить до стандартных значений, уплотнения поршней манжетами. Противодавлениями пренебречь.

Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д

$M_м$, Н·м	2000	3000	3500	2500	2800
$V_0 \cdot 10^{-4}$, м^3/об	5,00	8,00	9,00	1,15	1,40
S_1, м^2	0,26	0,40	0,60	0,70	0,80
S_2, м^2	0,40	0,50	0,70	0,76	0,88
S_3, м^2	0,13	0,20	0,30	0,35	0,40
S_4, м^2	0,20	0,25	0,35	0,38	0,44
$\eta_{мех}$	0,95	0,97	0,98	0,94	0,95

Задача 7.6.2.

Составить принципиальную гидравличекую схему привода, где преобразователями гидравлической энергии являются два гидромотора, имеющие рабочие объемы V_1 и V_2, частота вращения их валов n_1 и n_2 соответственно изменяются от 0 до n_{max}. Давление жидкости на входе в каждый гидромотор Р механический КПД $\eta_{м1}$ и $\eta_{м2}$ соответственно. Определить крутящие моменты полезные и теоретические каждого гидромотора и полезные мощности на валах гидромоторов. Противодавлением пренебречь.

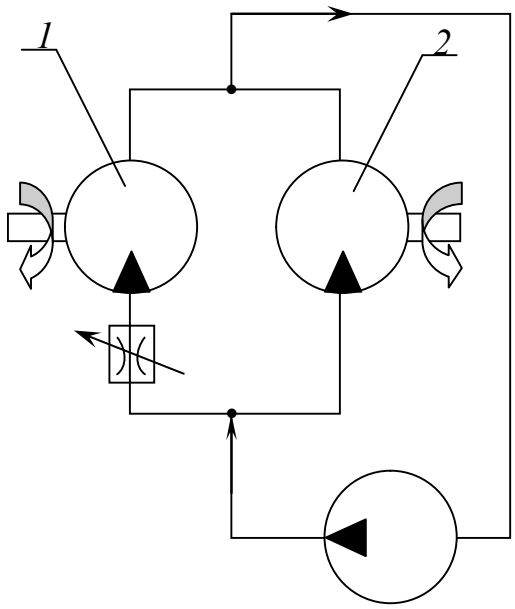
Параметры	**Вариант**				
	а	**б**	**в**	**г**	**д**
$V_1 \cdot 10^{-6}$, м^3/об	100	112	125	160	200
$V_2 \cdot 10^{-6}$, м^3/об	112	125	140	180	224
P, МПа	10,0	12,5	16,0	6,3	8,0
η_{max}, с$^{-1}$	25	25	25	18	18
$\eta_{м1}$	0,84	0,96	0,90	0,91	0,89
$\eta_{м2}$	0,86	0,88	0,96	0,94	0,87

Задача 7.6.3

Составить принципиальную гидравлическую схему привода, в которой в качестве гидродвигателей используются гидроцилиндр с двусторонним подводом жидкости и гидромотор, работающие поочередно. Скорости движения штока гидроцилиндра в прямом и обратном направлениях одинаковы и регулируются от 0 до максимального значения υ_{max}, частота вращения вала гидромотора n постоянная. Определить полезный момент на валу гидромотора и теоретический момент, полезную нагрузку на штоке гидроцилиндра, расход жидкости гидроцилиндром, если рабочий объем гидромотора V, давление на входе в гидродвигатели P, величина противодавления ΔP , диаметр поршня цилиндра d, механический КПД гидромотора $\eta_{мех}$, объемный КПД гидроцилиндра η_0. При расчете параметров гидроцилиндра потерями энергии на трение пренебречь.

Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
υ_{max}, м/с	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
P, МПа	8,0	6,3	12,5	20	32
ΔP, МПа	0,10	0,15	0,20	0,32	0,15
$V\cdot10^{-6}$, м^3/об	100	112	125	140	160
d, м	0,20	0,22	0,25	0,28	0,32
$\eta_{мех}$	0,92	0,91	0,95	0,94	0,89
η_0	0,95	0,97	0,99	0,98	0,97

Задача 7.6.4



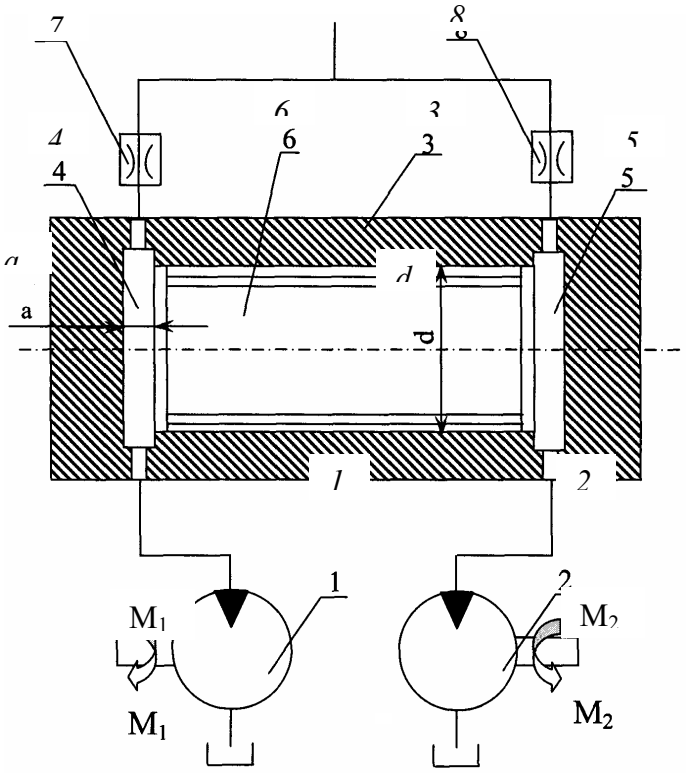
Гусеничный ход горной машины приводится в действие двумя гидромоторами *1* и *2*. Известно, что рабочие объемы гидромоторов V_1 и V_2; моменты на валах M_1 и M_2, рабочий объем насоса $V_н$, частота вращения вала насоса n об/мин. Механические и объемные КПД гидромашин $\eta_0 = \eta_м$, плотность рабочей жидкости ρ, коэффициент расхода дросселя μ. Пренебрегая потерями энергии в трубопроводах определить при каком проходном сечении дросселя угловые скорости гидромоторов будут одинаковы.

Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
1	2	3	4	5	6
$V_1\cdot10^{-6}$, м^3/об	12	10	14	16	18
$V_2\cdot10^{-6}$, м^3/об	28	24	30	32	36
M_1, Н·м	20	18	22	24	26
M_2, Н·м	40	36	40	46	50
1	2	3	4	5	6
$V_н\cdot10^{-6}$, м^3/об	63	40	71	90	80
η_0	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
$\eta_м$	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
ρ, кг/м^3	850	860	810	870	840
μ	0,62	0,65	0,67	0,7	0,72
n, об/мин	1000	1200	1300	1400	1500

Задача 7.6.5.

Гидромоторы *1* и *2*, имеющие одинаковые рабочие объемы V, приводят в движение гусеницы ходового оборудования горной машины. Выходные

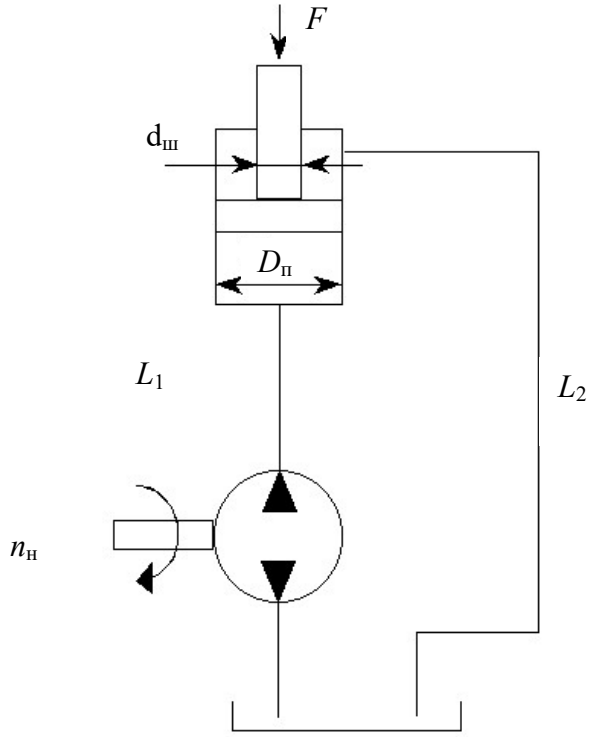
звенья гидромоторов вращаются с одинаковыми угловыми скоростями, что обеспечивается делителем потока *3*, и имеют нагрузки M_1, M_2. Деление потока жидкости в равных количествах гидродвигателями *1* и *2* обеспечивается перекрытием кольцевых проточек *4* и *5* при перемещении плунжера *6*, изменяя сопротивление гидролиний. Определить величину максимального смещения плунжера от нейтрального положения, если ширина проточек *a*, коэффициент расхода проточек μ, плотность рабочей жидкости ρ, расход жидкости *Q*, диаметр плунжера *d*. Сопротивления обоих трубопроводов и дросселей *7* и *8* одинаковы.



Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
$V \cdot 10^{-6}$, м^3/об	90	107	125	142	160
M_1, Н·м	110	140	170	210	240
M_2, Н·м	80	110	140	180	210
μ	0,62	0,65	0,7	0,75	0,77
ρ, кг/м^3	880	885	890	910	920
Q, л/с	1,2	1,8	2,2	2,4	2,6
d, мм	10	12	14	16	18

Задача 7.6.6.

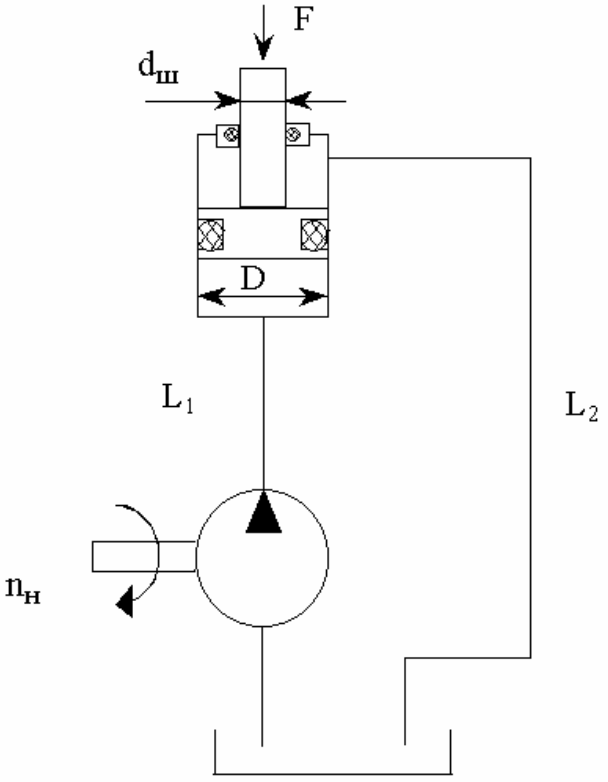
Определить давление, создаваемое радиально-поршневым насосом, если длины трубопроводов L_1, L_2, их диаметры $d_т$, частота вращения вала насоса $n_н$. Сила на штоке F, диаметры: $D_п$, $d_ш$. Параметры насоса: число цилиндров z, диаметр поршня цилиндра $d_{п.ц}$, величина эксцентриситета e, объемный КПД η_0. Коэффициент местных сопротивлений принять ξ_i=0,5. Потерями на трение пренебречь.



Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
1	2	3	4	5	6
L_1, м	6	7	8	5	6,5
L_2, м	8	9	10	6	8,5
$d_т$, м	22	20	18	18,5	16
F, кН	2	3	4	5	6
$D_п$, мм	80	85	70	75	65
$d_ш$, мм	40	45	30	35	25
z	7	8	9	10	12
$d_{п.ц}$, мм	20	18	16	14	22
1	2	3	4	5	6
e, мм	18	16	10	12	20
η_0	0,9	0,91	0,92	0,89	0,93
n, $с^{-1}$	15	16	17	14	12
Тип жидкости	И-20	И-30	И-12	И-50	Турбинное-57

Задача 7.6.7

Определить создаваемое давление насосом радиально-поршневого типа однократного действия, если длины труб L_1, L_2, диаметры труб $d_т$, частота вращения вала $n_н$. Сила на штоке F. Параметры насоса: число цилиндров z, диаметр поршня d, величина эксцентриситета e, объемный КПД η_0. Поршень и шток уплотнены манжетами высотой h. Диаметр поршня гидроцилиндра D, диаметр штока $d_ш$. Потерями энергии на местных сопротивлениях пренебречь.



Параметры	Вариант				
	а	б	в	г	д
L_1, м	5	6	7	8	9
L_2, м	7	8	9	10	12
$d_т$, м	30	20	25	35	15
F, кН	3	2	2,5	3,5	4
z	9	8	7	6	10
d, мм	22	20	18	16	24
e, мм	40	30	35	20	25
η_0	0,95	0,96	0,94	0,93	0,92
h, мм	7	7	10	10	12
n, $с^{-1}$	15	16	14	13	15
D, м	0,3	0,2	0,25	0,35	0,15
$d_ш$, м	0,1	0,15	0,12	0,13	0,08
Тип жидкости	И-20	И-20	И-12	И-50	Турбинное-57

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Плотность, коэффициенты вязкости, температурного расширения и объемного сжатия некоторых жидкостей

Наименование жидкости	Плотность ρ, кг/м^3	Динамический коэффициент вязкости $\mu\cdot10^3$, Па·с	Кинематический коэффициент вязкости $\nu\cdot10^6$, м^2/с	Коэффициент температурного расширения $\beta_t\cdot10^3$, 1/град	Коэффициент объемного сжатия $\beta_p\cdot10^3$, 1/МПа
Вода	998.2	1.00	1.008	0.02	0.49
Этиловый спирт	790.0	1.20	1.520	1.10	0.78
Ртуть	13546	1.54	0.114	0.18	0.039
Толуол	867.0	0.584	0.660	1.10	-
Глицерин	1260.0	1490	660	0.49	0.25
Бензин	700.0	0.455	0.83	1.24	0.94
Керосин	820.0	2.05	2.50	0.96	0.77
Воздух	1.2	0.0179	14.9	-	-
Нефть Баку:					
легкая	884	-	25	0.6	0.78
тяжелая	924	-	140	0.6	0.78
Масла:					
индустриальные					
И-12	880	-	12	-	-
И-20	885	-	20	0.73	0.72
И-30	890	-	30	-	-
И-50	910	-	50	-	0.68
турбинное-57	920	-	57	0.65	0.56

Таблица 2

Соотношение между единицами давления

Единица	Па (Н/м^2)	кгс/см^2 (ат)	кгс/м^2	мм вод.ст.	м вод.ст.	мм рт.ст.	бар
1 Па (Н/м^2)	1	$10{,}2\cdot10^{-6}$	0,102	0,102	$102\cdot10^{-6}$	$750\cdot10^{-5}$	10^{-5}
1 кгс/см^2 (ат)	$9{,}81\cdot10^4$	1	10^4	10^4	10	735,6	0,981
1 кгс/м^2	9,81	10^{-4}	1	1	10^{-3}	$73{,}56\cdot10^{-3}$	$98{,}1\cdot10^{-6}$
1 мм вод.ст.	9,81	10^{-4}	1	1	10^{-3}	$73{,}56\cdot10^{-3}$	$98{,}1\cdot10^{-6}$
1 м вод.ст.	$9{,}81\cdot10^3$	0,1	10^3	10^3	1	73,56	$98{,}1\cdot10^{-3}$
1 мм рт.ст.	133,3	$1{,}36\cdot10^{-3}$	13,6	13,6	$13{,}6\cdot10^{-3}$	1	$1{,}33\cdot10^{-3}$
1 бар	10^5	1,02	$10{,}2\cdot10^3$	$10{,}2\cdot10^3$	10,2	750	1

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие методические указания 4

1. Шестеренные машины 7
2. Пластинчатые машины 9
3. Радиально-поршневые машины 12
4. Аксиально-поршневые машины 13
5. Гидроаппаратура 16
6. Гидропривод 21
7. Контрольные задания 23

7.1. **Задачи по шестеренным машинам** 25
7.2. **Задачи по пластинчатым машинам** 30
7.3. **Задачи по радиально-поршневым машинам** 34
7.4. **Задачи по аксиально-поршневым машинам** 39
7.5. **Задачи по гидроаппаратуре** 44
7.6. **Задачи по гидроприводу** 49

Приложение 1 55

Оглавление 56

Учебное издание

Николай Максимович Суслов
Юлия Андреевна Лагунова

«ГИДРАВЛИКА, ГИДРО- И ПНЕВМОПРИВОД»

Методическое пособие
и контрольные задания
по дисциплинам «Гидравлика и гидропривод»,
«Гидро- и пневмопривод автомобилей»
для студентов специальностей
15.05.01 – «Проектирование технологических машин и комплексов»
и 23.05.01 – «Наземные транспортно-технологические средства»

Редактор В. В. Баклаева
Компьютерная верстка М. Н. Поповой

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/16
Печ. л. 3,4 Уч.изд.л. 3,0 Тираж 100 экз. Заказ №
Печать на ризографе

Издательство УГГУ
620144, Екатеринбург, Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
В лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ГМК
(протокол № 1 от 04.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Ю. А. Лагунова

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по выполнению курсовой работы для обучающихся

Б1.В.04 ГИДРАВЛИКА И ГИДРОПНЕВМОПРИВОД

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

год набора: 2026

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

Темпы развития горнодобывающей и нефтегазовой отраслей промышленности определяются уровнем механизации основных технологических прогрессов и степенью совершенства конструкций машин и механизмов, реализующих эти процессы.

Гидравлический привод является одним из видов приводов, применяемых в современной технике. По сравнению с другими приводами, например, электрическим, механическим и др., он обладает важными свойствами, позволяющими получать при его применении значительный технический, социальный и экономический эффект.

Гидропривод позволяет создавать прогрессивные конструкции машин, уменьшить их габариты, повысить долговечность, обеспечить возможность автоматизации управления и регулирования.

Именно приобретению навыков проектирования объемных гидроприводов и посвящается курсовая работа.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В работе ставится цель закрепить и углубить знания, полученные студентом в результате изучения дисциплины, выработать навыки самостоятельного творческого решения технических задач на основе комплексного использования полученных знаний.

В процессе выполнения работы студенты приобретают навыки проектирования, включая технику выполнения расчетов, оформления чертежей и пояснительной записки, применения стандартов и нормалей, пользования справочной литературой и средствами вычислительной техники.

Выполненная курсовая работа защищается каждым студентом на кафедре, для чего создается комиссия. К защите допускаются только те курсовые работы, которые выполнены в соответствии с заданием, в требуемом объеме, и в соответствии с действующими стандартами, проверенные руководителем работы и имеющие ответы на все замечания руководителя работы.

2. ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Курсовая работа является результатом самостоятельной и творческой работы студента. Она включает расчетно-пояснительную записку и графический материал.

Расчетно-пояснительная записка должна быть выполнена в соответствии с требованиями стандартов к такого рода документам. Она должна отличаться ясностью изложения материала и включать задание на курсовую работу, титульный лист, содержание, основную часть. Текст записки должен сопровождаться ссылками на использованную литературу, перечень которой приводится в конце записки, а также поясняющими текст эскизами, схемами, графиками и ссылками на них. Объем записки 30-40 страниц рукописного текста.

3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из трех разделов. В первом разделе рассматривается состав и принцип действия гидравлической или пневматической систем горной машины: экскаватора, добычного или проходческого комбайнов, дробилки, бурового станка или другой конкретной машины, указанной в задании. Во втором разделе разрабатывается гидравлическая схема привода механизма горной машины с машинным или дроссельным регулированием параметров выходного звена привода и приводится ее расчет. В третьем разделе рассчитываются механическая и регулировочная характеристики гидропривода.

3.1. Содержание пояснительной записки

В пояснительной записке по первому разделу курсовой работы приводится:

краткое описание назначения и области применения заданной горной машины, ее конструктивного исполнения и основных рабочих параметров;

описание работы гидросхемы заданной машины, ее функциональных возможностей с указанием типа и характеристик входящего гидрооборудования.

По второму разделу курсовой работы в пояснительной записке приводится:

описание гидравлической схемы, подлежащей расчету;

расчет основных параметров гидросистемы и выбор стандартной гидроаппаратуры;

обоснование и выбор рабочей жидкости;

гидравлический расчет гидросистемы;

расчет гидроцилиндра;

тепловой расчет гидросистемы.

В третьем разделе производится расчет регулировочной и механической характеристик.

3.2. Содержание графического материала курсовой работы

Графический материал включает эскиз горной машины с описанием конструкции, гидравлическую и пневматическую схемы данной горной машины с их описанием. Приводится тип и параметры оборудования, составляющего схему. В отдельных случаях принципиальная гидравлическая схема может быть заменена структурной, функциональной или монтажной схемами. Такая замена согласовывается с руководителем курсовой работы.

На отдельном листе пояснительной записки должна быть представлена принципиальная гидравлическая схема привода, подлежащего расчету, с описанием входящих в нее элементов.

Пояснительная записка должна содержать эскизы и схемы элементов привода, требуемых пояснений.

Весь графический материал входит в состав пояснительной записки к курсовой работе, а также может быть выполнен отдельно.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Выполнение работы следует начинать с подбора литературы по рассматриваемым вопросам. Целесообразно также повторить теоретический материал, касающийся проектирования и расчета объемных гидравлических

приводов, и ответить на предлагаемые вопросы для самоконтроля, выполнить задания.

1. Сформулируйте закон Паскаля.

2. Напишите основное уравнение гидростатики.

3. Каков физический смысл входящих в уравнение Бернулли величин?

4. Назовите причины возникновения местных потерь энергии. Как они рассчитываются?

5. Каковы общие правила расчета простых и сложных трубопроводов?

6. Чем ограничивается допустимая высота всасывания объемной гидромашины?

7. Что понимается под рабочим объемом гидравлической машины?

8. Каково назначение редукционного клапана, дросселя, регулятора потока?

9. Каковы достоинства дросселя-регулятора в получаемом результате?

10. Поясните различие схем включения предохранительного и редукционного клапанов.

11. Какие существуют способы регулирования объемного гидропривода?

12. Дайте сравнительную оценку существующим способам регулирования объемного гидропривода.

Выполнение первого раздела курсовой работы не требует особых пояснений.

Во втором разделе работы разрабатывается гидравлическая схема с машинным или дроссельным регулированием скорости выходного звена гидропривода.

Проектировщик гидросистем должен владеть своей профессией, т. е. в данном случае - гидромеханикой, теорией управления, теорией проектирования, чтобы проектируемые системы оптимальным образом удовлетворяли требуемым параметрам и сами технические решения носили прогрессивный характер.

Принципиальная схема любого гидропривода горной машины включает, как правило, основные функциональные элементы: насосы, гидродвигатели, гидролинии, гидроаппараты управления и регулирования, емкости рабочей жидкости.

При составлении гидравлической схемы в первую очередь выбирается система циркуляции рабочей жидкости: замкнутая, разомкнутая, комбинированная. При этом определяющим является поддержание рабочей температуры жидкости, удобство размещения гидроаппаратов на горной машине, обеспечение требуемого уровня очистки рабочей жидкости, сглаживание пульсаций давления жидкости. Количество насосов гидравлической схемы зависит от числа одновременно работающих механизмов горной машины. Необходимо помнить, что при параллельной работе двух гидродвигателей от одного насоса необходимо устанавливать делитель потока.

Выбор элементов гидравлической схемы рекомендуется начинать с гидродвигателя. При этом последовательность расчета следующая:

1. По заданной мощности и давлению жидкости с учетом запаса на предполагаемые потери подбирается гидродвигатель. В случае, когда гидродвигателем является гидроцилиндр, расчет его параметров производится в два этапа. На первом этапе определяются предварительно диаметры поршней и штоков гидроцилиндров при заданных полезных нагрузках и заданных давлениях, т.е. выбираются рабочие параметры гидроцилиндра, обеспечивающие выполнение им заданных функций. На втором этапе проверяется прочность гидроцилиндра.

В случае, когда гидродвигателем является гидромотор, выбор его производится по требуемой мощности при заданном давлении жидкости в гидросистеме.

2. Определяется расход жидкости, необходимый для обеспечения заданной скорости выходного звена гидропривода.

3. Выбирается тип насоса и рабочая жидкость, рекомендуемая для данного насоса.

4. Выбираются гидроаппараты и другие элементы гидропривода.

5. Производится расчет потерь давления по данным чертежей разводки гидравлической сети (гидравлическая схема разбивается на участки, отличающиеся друг от друга характером или величиной сопротивлений).

6. Производится уточненный расчет:

усилий на выходных звеньях гидропривода;

давления на выходе из насоса, давления настройки предохранительного или переливного клапанов;

скоростей движения выходных звеньев гидропривода;

КПД гидропривода:

стенок гидроцилиндров;

болтов, шпилек, сварных швов крепления крышек гидроцилиндров;

штока при резьбовом креплении к нему поршня;

штока на устойчивость.

7. Производится тепловой расчет гидропривода.

8. Рассчитывается регулировочная и механическая характеристики привода.

4.1. Исходные данные для расчета

Индивидуальные задания к курсовой работе выдаются руководителем работы.

Исходными данными для выполнения курсовой работы являются:

тип горной машины, механизма или агрегата и число исполнительных механизмов, работающих последовательно или совместно;

действующая на исполнительный механизм внешняя нагрузка R или

момент М;

скорости движения выходных звеньев $V_1(V_2)$ или n;

рекомендуемое давление жидкости в гидросистеме.

Кроме перечисленных основных данных для расчета гидросистемы задаются режим работы гидродвигателя (показатель $К_р$) и характеристика внешних условий, в которых работает привод (температура окружающей среды t_c). Численные значения исходных параметров приведены в таблице 1. Выбор численных значений осуществляется по таблице шифров 2.

При определении численных значений крутящего момента необходимо величины крутящего момента М и коэффициента k_M перемножить. Нахождение остальных параметров однозначно.

Таблица 1

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Параметры	Шифр									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Усилие на штоке гидроцилиндра, R, кН	6	8	12	16	20	50	80	100	130	150
Давление жидкости в гидросистеме, p, МПа	4	4	6,3	6,3	8	10	10	12,5	16	20
Макс. скорость перемещения нагрузки, V_1, м/с	0,013	0,015	0,02	0,025	0,03	0,035	0,045	0,05	0,065	0,07
Макс. скорость перемещения нагрузки, V_2, м/с	0,09	0,1	0,15	0,2	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
Крутящий момент нагрузки, M, Нм	12	30	45	65	120	250	350	550	900	5000
Коэфф. момента, $К_м$	0,4	1,0	1,3	1,4	1,6	2,0	3,5	-	-	-
Частота вращ. выход. звена привода, n, об/мин	35	45	50	160	280	430	630	850	1000	1400
Место установки дросселя	в напор магист.	в слив н магист.	паралл. гидродв.	-	-	-	-	-	-	-
Показат. режима работы гидродвигателя, $К_р$	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,8	0,9	1,0
Темпер. окр. среды, t_c^0C	35	30	25	20	10	-5	-10	-20	-30	-35
Схема распределителя	1	2	3	4	5	6	-	-	-	-

Таблица 2

ШИФРЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Вариант	Шифр параметра										
	R	M	V_1	V_2	n	p	дроссель	распределит	$К_м$	$К_р$	$t_с$
1	1	-	-	0	-	1	1	1	-	0	3
2	1	-	-	8	-	2	2	2	-	9	5
3	1	-	-	7	-	3	3	3	-	8	7
4	1	-	-	4	-	4	1	4	-	7	9
5	1	-	-	8	-	5	2	5	-	6	2
6	1	-	-	7	-	6	1	6	-	5	0
7	1	-	-	3	-	7	2	5	-	4	2
8	1	-	-	8	-	8	3	4	-	3	4
9	1	-	-	8	-	9	1	3	-	2	6
10	1	-	-	6	-	0	3	2	-	1	8
11	2	-	8	-	-	1	2	1	-	0	0
12	2	-	8	-	-	2	3	1	-	9	1
13	2	-	-	5	-	3	1	2	-	8	2
14	2	-	-	4	-	4	3	3	-	7	3
15	2	-	-	3	-	5	1	4	-	6	4
16	2	-	-	3	-	6	2	5	-	5	5
17	2	-	-	4	-	7	2	6	-	4	6
18	2	-	-	5	-	8	3	6	-	3	8
19	2	-	4	-	-	9	3	5	-	2	7
20	2	-	-	3	-	0	2	4	-	1	9
21	3	-	7	-	-	1	1	3	-	0	0
22	3	-	--	7	-	2	3	2	-	9	1
23	3	-	3	-	-	3	1	1	-	8	9
24	3	-	-	7	-	4	1	2	-	7	8
25	3	-	9	-	-	5	1	3	-	6	7
26	3	-	5	-	-	6	2	4	-	5	6
27	3	-	9	-	-	7	3	5	-	4	4
28	3	-	0	-	-	8	2	6	-	3	5
29	3	-	-	1	-	9	3	3	-	2	2
30	3	-	-	8	-	0	1	1	-	1	3
31	4	-	8	-	-	1	2	5	-	1	1
32	4	-	-	5	-	2	3	4	-	2	1
33	4	-	7	-	-	3	1	2	-	3	2
34	4	-	-	7	-	4	2	6	-	4	3
35	4	-	-	3	-	5	1	1	-	5	4
36	4	-	-	4	-	6	2	2	-	6	5
37	4	-	-	4	-	7	1	3	-	7	6

Продолжение таблицы 2

38	4	-	6	-	-	8	2	4	-	8	7
39	4	-	6	-	-	9	2	5	-	9	8
40	4	-	-	1	-	0	1	6	-	0	9
41	5	-	-	5	-	1	3	6	-	1	0
42	5	-	0	-	-	2	1	5	-	2	1
43	5	-	-	9	-	3	3	4	-	3	2
44	5	-	-	3	-	4	2	3	-	4	3
45	5	-	-	2	-	5	3	2	-	5	4
46	5	-	4	-	-	6	1	1	-	6	5
47	5	-	-	4	-	7	2	1	-	7	6
48	5	-	-	2	-	8	1	2	-	8	7
49	5	-	6	-	-	9	1	3	-	9	8
50	5	-	0	-	-	10	2	4	-	0	9
51	6	-	3	-	-	1	2	5	-	1	0
52	6	-	-	1	-	2	3	6	-	2	1
53	6	-	6	-	-	3	1	1	-	3	2
54	6	-	9	-	-	4	2	1	-	4	3
55	6	-	-	6	-	5	3	2	-	5	4
56	6	-	-	8	-	6	3	2	-	6	5
57	6	-	-	5	-	7	2	3	-	7	6
58	6	-	-	1	-	8	1	3	-	8	7
59	6	-	-	3	-	9	3	4	-	9	8
60	6	-	1	-	-	0	3	4	-	0	9
61	7	-	-	3	-	1	1	5	-	1	0
62	7	-	6	-	-	2	2	5	-	2	1
63	7	-	0	-	-	3	3	6	-	3	2
64	7	-	9	-	-	4	1	6	-	4	3
65	7	-	4	-	-	5	3	1	-	5	4
66	7	-	1	-	-	6	2	2	-	6	5
67	7	-	2	-	-	7	1	3	-	7	6
68	7	-	-	9	-	8	2	4	-	8	7
69	7	-	-	6	-	9	3	5	-	9	8
70	7	-	-	1	-	0	3	6	-	0	9
71	8	-	9	-	-	1	2	1	-	1	0
72	8	-	-	3	-	2	1	2	-	2	1
73	8	-	2	-	-	3	1	3	-	3	3
74	8	-	4	-	-	4	2	4	-	4	5
75	8	-	6	-	-	5	3	5	-	5	7
76	8	-	9	-	-	6	1	6	-	0	9
77	8	-	4	-	-	7	2	1	-	9	2
78	8	-	7	-	-	8	3	2	-	8	4

Продолжение таблицы 2

79	8	-	-	9	-	9	1	3	-	7	6
80	8	-	-	1	-	0	2	4	-	6	8
81	9	-	6	-	-	1	3	5	-	0	0
82	9	-	4	-	-	2	1	6	-	1	1
83	9	-	6	-	-	3	1	1	-	9	2
84	9	-	-	2	-	4	2	2	-	2	3
85	9	-	-	4	-	5	3	3	-	3	4
86	9	-	-	8	-	6	3	4	-	8	5
87	9	-	-	2	-	7	2	5	-	7	6
88	9	-	-	7	-	8	1	6	-	5	7
89	9	-	4	-	-	9	1	1	-	1	8
90	9	-	1	-	-	0	2	2	-	2	9
91	0	-	5	-	-	1	1	3	-	3	0
92	0	-	5	-	-	1	1	3	-	3	0
93	0	-	4	-	-	2	2	4	-	4	1
94	0	-	-	6	-	3	3	5	-	5	2
95	0	-	-	1	-	4	3	6	-	6	3
96	0	-	-	4	-	5	1	1	-	7	4
97	0	-	-	1	-	6	2	2	-	8	5
98	0	-	9	2	-	7	3	3	-	9	6
99	0	-	6	-	-	8	1	4	-	0	7
100	0	-		-	-	9	2	5	-	3	8
101	0	-	-	4	-	0	3	6	-	5	9
102	-	1	-	-	5	0	1	1	1	1	0
103	-	1	-	-	6	5	2	2	1	2	9
104	-	1	-	-	8	6	3	3	1	3	8
105	-	1	-	-	5	7	3	4	2	4	7
106	-	1	-	-	6	6	2	5	2	5	6
107	-	1	-	-	7	7	1	6	2	6	5
108	-	1	-	-	9	5	1	5	2	7	4
109	-	1	-	-	7	4	2	4	3	8	3
110	-	2	-	-	5	0	3	3	1	9	2
111	-	2	-	-	7	3	3	2	1	0	1
112	-	2	-	-	8	4	2	1	1	1	3
113	-	2	-	-	9	5	1	2	1	2	5
114	-	2	-	-	0	6	1	3	1	3	7
115	-	2	-	-	9	7	2	4	2	4	9
116	-	2	-	-	0	8	3	5	2	5	0
117	-	2	-	-	5	9	3	6	6	6	2
118	-	2	-	-	7	0	2	1	6	7	4
119	-	2	-	-	8	9	1	2	6	8	6

Продолжение таблицы 2

120	-	2	-	-	0	8	1	3	6	9	8
121	-	3	-	-	4	7	2	4	1	0	1
122	-	3	-	-	0	5	3	6	1	9	3
123	-	3	-	-	6	4	2	4	2	8	4
124	-	3	-	-	8	3	1	2	2	7	5
125	-	3	-	-	9	0	1	1	2	6	6
126	-	3	-	-	0	9	2	3	2	5	7
127	-	3	-	-	4	8	3	5	5	4	8
128	-	3	-	-	8	7	3	1	5	3	9
129	-	3	-	-	0	6	2	2	5	2	0
130	-	4	-	-	0	5	1	3	1	1	9
131	-	4	-	-	7	0	1	4	2	1	8
132	-	4	-	-	9	7	2	5	2	2	7
133	-	4	-	-	3	7	3	6	5	3	6
134	-	4	-	-	4	3	2	1	5	4	5
135	-	4	-	-	7	4	1	2	5	5	4
136	-	4	-	-	8	5	3	3	5	6	3
137	-	4	-	-	9	4	2	6	5	7	2
138	-	4	-	-	0	3	1	5	5	8	1
139	-	5	-	-	1	5	3	4	1	9	0
140	-	5	-	-	3	6	2	3	1	0	0
141	-	5	-	-	4	7	3	5	1	1	3
142	-	5	-	-	7	5	1	1	2	2	2
143	-	5	-	-	8	6	2	2	2	3	7
144	-	5	-	-	9	6	1	4	2	4	8
145	-	5	-	-	7	5	3	6	4	5	1
146	-	6	-	-	9	7	2	1	4	6	9
147	-	6	-	-	4	5	1	2	1	7	4
148	-	6	-	-	6	4	3	3	1	8	3
149	-	6	-	-	8	6	2	4	1	9	2
150	-	6	-	-	9	5	3	5	1	0	1
151	-	6	-	-	1	5	3	6	6	1	1
152	-	6	-	-	3	4	3	1	6	2	2
153	-	6	-	-	4	6	1	2	6	3	3
154	-	6	-	-	6	5	2	3	6	4	6
155	-	7	-	-	1	6	1	4	7	5	8
156	-	7	-	-	3	7	2	5	7	6	9
157	-	7	-	-	4	6	3	6	7	7	7
158	-	7	-	-	5	7	1	1	7	8	4
159	-	7	-	-	6	6	2	2	7	9	5
160	-	7	-	-	7	7	3	3	7	0	0

4.2. Разработка принципиальной гидравлической схемы

Принципиальная схема любого гидропривода состоит из одинаковых функциональных элементов: насосов, гидродвигателей, рабочей емкости, трубопроводов, управляющей, защитной и контрольно-измерительной аппаратуры.

Первоочередная задача состоит в подборе гидродвигателей поступательного или вращательного действия с учетом конструкции исполнительного органа. В современных горных машинах привод механизмов, как правило, автономный, т.е. каждый механизм имеет собственный двигатель.

Исходя из особенностей работы машины и ее назначения устанавливается способ регулирования скорости исполнительного механизма. Управление скоростью гидродвигателя принципиально можно осуществить с помощью управляемых гидравлических сопротивлений - дроссельное управление и с помощью гидравлических машин с изменяемым рабочим объемом - машинное управление. Схемы с дроссельным управлением выбирают в тех случаях, когда потери энергии и связанный с этим нагрев привода компенсируются удобством управления. Это, как правило, привода малой мощности с кратковременным режимом работы и поступательным движением выходного звена ($N < 5$ кВт).

На основе выбранного способа регулирования скорости исполнительного механизма и графика его нагрузки выбираются гидравлические машины (насосы и гидродвигатели), разрабатывается простейшая гидравлическая схема, включающая наряду с насосами и гидродвигателями фильтры, бак, предохранительные клапаны, устройства управления, устройства регулирования, гидравлические замки, гидропневмо-аккумуляторы и т.п. При этом нужно стремиться к тому, чтобы схема содержала минимальное число рабочих элементов, местных сопротивлений, предусматривала защиту оборудования от перегрузок.

4.3. Выбор гидродвигателей

Выбор гидроцилиндра осуществляется по его внутреннему диаметру, исходя из требуемой рабочей площади $F_т$ в $м^2$

$$F_т = \frac{R \cdot k}{p \cdot 10^3}, \qquad (1)$$

где R - усилие на штоке, кН;

p - заданное давление жидкости в гидросистеме, МПа;

k - коэффициент запаса по усилию, k=l,15-1,3 (k=l, когда дроссель).

Исходя из $F_т$ внутренний требуемый диаметр цилиндра $d_п$ определится:

для цилиндра с односторонним штоком при подводе жидкости со стороны поршня

$$d_п = \sqrt{\frac{4F_т}{\pi}}, \quad (2)$$

для гидроцилиндра с двухсторонним штоком, когда диаметр штока принят равным половине диаметра поршня ($d_ш = 0{,}5d_п$) или при подводе жидкости в штоковую полость

$$d_п = \sqrt{\frac{4F_т}{0{,}75\pi}}, \quad (3)$$

при дифференциальной схеме подключения гидроцилиндра, когда $d_ш = \frac{d_п}{\sqrt{2}}$

$$d_п = \sqrt{\frac{8F_т}{\pi}}, \quad (4)$$

Диаметр поршня округляется до ближайшего стандартного размера (табл 3).

Затем по принятому значению диаметра поршня $d_п$ из того же нормального ряда диаметров выбирается диаметр штока. Для гидроцилиндра с односторонним штоком берется ближайшее значение диаметра штока, удовлетворяющее условию

$$d_ш = 0{,}5d_п \quad (5)$$

При использовании гидроцилиндра с двусторонним штоком или при дифференциальной схеме подключения гидроцилиндра необходимо добиться такого результата, чтобы рассчитанная по выбранным диаметрам рабочая площадь поршня мало отличалась от требуемой (расхождение не более 5%).

Некоторые стандартные размеры цилиндров приведены в таблице 3.

Таблица 3

Нормальные диаметры

Диаметр поршня, $d_п$, мм	10	12	16	20	25	32	36	40	45	50	56	68	70	80
	90	100	110	125	140	160	180	200	220	2500	280	320	360	400
	450	500	560	680	710	800	900							
Диаметр штока, $d_ш$, мм	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
	36	40	45	50	56	68	70	80	90	100	110	125	140	160
	180	200	220	250	280	320	360	400	450	500	560	630	710	800

В соответствии с разработанной гидравлической схемой привода и предъявляемыми к приводу требованиями выбирается принципиальная конструктивная схема силового гидроцилиндра. При этом должны быть учтены способ крепления корпуса цилиндра и штока, способ подвода жидкости к цилиндру, уплотнения подвижных и неподвижных соединений гидроцилиндра и т.п. Чертеж гидроцилиндра с нанесением соответствующих размеров приводится в пояснительной записке.

Выбор необходимого гидромотора осуществляется по требуемой мощности с учетом запаса по моменту. Исходными параметрами являются кру-

тящий момент М и частота вращения вала п. У выбранного гидромотора момент и частота вращения вала должны быть близкими к заданным.

Заданная мощность гидромотора $N_з$, кВт определится через исходные параметры по формуле

$$N_з = M \cdot \omega \ , \qquad (6)$$

где ω - угловая скорость вала гидромотора, рад/с.

По справочной литературе [3, 5] подбирается необходимый гидромотор. При этом необходимо учесть, что мощность гидромотора должна быть не менее 1,05…1,10 от заданной, а угловая скорость вала гидромотора и рабочее давление гидромотора должны быть не менее заданных.

Если не удается по справочной литературе подобрать гидромотор необходимых параметров, необходимо подобрать стандартный редуктор для установки его между гидромотором и исполнительным механизмом машины.

Передаточное отношение редуктора U определяется по формуле

$$U = \frac{M \cdot k}{M_м} \ , \qquad (7)$$

где $M_м$ - номинальный крутящий момент на валу гидромотора, кН·м;

k - коэффициент запаса, k = 1,15…1,25.

Значения номинальных передаточных чисел цилиндрических редукторов приведены в [6]. При этом необходимо учесть, что номинальный момент на быстроходном валу редуктора не должен быть меньше номинального крутящего момента на залу выбранного гидромотора.

4.4. Выбор насоса

Основными параметрами для выбора насоса являются требуемая подача $Q_т$ и заданное давление Р. При этом учитывается принятый способ регулирования скорости выходного звена гидропривода. Этим определяется тип насоса - с регулируемой подачей или нерегулируемый.

В случае, когда в качестве гидродвигателя используется гидроцилиндр, расход жидкости $Q_т$ в $м^3/с$ определится

$$Q_т = \frac{V \cdot F_{пр} \cdot m}{\eta_{об}} , \qquad (8)$$

где V - заданная скорость перемещения выходного звена гидродвигателя (штока гидроцилиндра), м/с;

$F_{пр}$ - рабочая площадь со стороны подвода жидкости в гидроцилиндр, $м^2$. При подводе жидкости в поршневую полость гидроцилиндра рабочая площадь $F_{пр}$ будет равна площади поршня, при подводе жидкости в штоковую полость $F_{пр}$ будет равна площади поршня за вычетом площади штока и при дифференциальной схеме подключения гидроцилиндра $F_{пр}$ будет равна половине площади поршня ($F_{пр} = F_{пр/2} = F_ш$). Рабочая площадь определяется исходя из стандартных значений диаметров поршня и штока;

m - число одновременно работающих гидроцилиндров;

$\eta_{об}$ - объемный КПД гидроцилиндра.

При использовании в качестве уплотнений резиновых манжет можно предварительно принимать $\eta_{об} = 1$, при применении металлических колец $\eta_{об} = 0{,}95…0{,}98$.

По полученному значению требуемой подачи выбирается насос [3], [5]. Подача его должна быть на 5% больше требуемой для компенсации потерь ($Q_н = 1{,}05Q_т$). Рабочее давление насоса может превышать заданное, но не меньше заданного.

При использовании гидромотора в качестве гидродвигателя его расход жидкости $Q_т$ в $м^3/с$ определится

$$Q_т = q_м \cdot n, \qquad (9)$$

где $q_м$ - рабочий объем принятого гидромотора, $м^3/об$;

n - частота вращения вала гидромотора, об/с.

Порядок выбора насоса в дальнейшем аналогичен предыдущему. При выборе насоса необходимо стремиться использовать наиболее простые и дешевые шестеренные насосы или пластинчатые, особенно при дроссельном регулировании гидроцилиндра. При машинном регулировании гидропривода чаще используют регулируемые радиально- и аксиально-поршневые насосы.

Для принятого типа насоса рекомендуется рабочая жидкость и ее заменители [5]. В качестве рабочей жидкости в большинстве гидросистем используют минеральные масла различных марок. Устанавливаются основные параметры, характеризующие жидкость, как рабочую среду гидросистемы: динамическая и кинематическая вязкости, плотность.

4.5. Выбор направляющей аппаратуры

Для управления работой гидродвигателей устанавливаются распределители потоков жидкости. Схема распределителя определяется условиями работы гидродвигателей. Расход жидкости распределителя должен быть близким к подаче насоса, а рабочее давление распределителя должно превышать давление жидкости в гидросистеме привода.

Потери энергии в распределителе при его работе в большинстве случаев приводятся в справочной литературе [5, 7]. Их можно также определить по формулам расчета потерь энергии на местных гидравлических сопротивлениях.

4.6. Выбор регулирующей аппаратуры

С целью предохранения гидравлической системы от недопустимых давлений и всей конструкции машины от перегрузок параллельно напорной гидролинии устанавливают предохранительный клапан.

Клапан предохранительный выбирается по расходу жидкости и рабочему давлению [5, 7]. Эти параметры клапана должны быть не меньше заданных.

В реверсивных гидросистемах необходимо устанавливать два одинаковых предохранительных клапана встречно между напорной и сливной гидролиниями в случае замкнутой системы. Если в напорной магистрали установлен фильтр, то предохранительный клапан устанавливается на ответвлении гидролинии между насосом и фильтром с целью исключения перегрузки насоса в случае засорения фильтра. Предпочтительно использование двухступенчатых клапанов, обеспечивающих стабильность давления при изменении расхода жидкости в широком диапазоне.

Требуемую скорость выходного звена в приводах с нерегулируемыми гидромашинами можно получить установкой в схему дросселя или регулятора потока.

Дроссель во всех случаях должен быть регулируемым.

Наилучшими характеристиками обладают дроссели с меньшим отношением периметра сечения канала для прохода жидкости к площади этого сечения и с наиболее короткими каналами. Такие дроссели менее подвержены засорению и явлению облитерации.

Правила выбора дросселя обусловлены схемой его установки в гидросистеме. Требуемый расход жидкости дросселем $Q_д$ определится при установке дросселя в напорной гидролинии, а также в сливной гидролинии, когда гидродвигатель-цилиндр с двухсторонним штоком или гидромотор

$$Q_д = Q_т, \tag{10}$$

при установке дросселя в сливной гидролинии, когда гидроцилиндр с односторонним штоком и слив из штоковой полости

$$Q_{др} = Q_т \cdot \left(1 - \frac{F_ш}{F_{пр}}\right), \tag{11}$$

при установке дросселя параллельно гидродвигателю

$$Q_{др} = Q_н, \tag{12}$$

при установке дросселя в сливной гидролинии, когда слив происходит из поршневой полости

$$Q_{др} = F_п \cdot \upsilon. \tag{13}$$

По известному расходу жидкости через дроссель определяем площадь расходного окна дросселя $f_{др}$ в $м^2$

$$f_{др} = \frac{Q_{др}}{\mu \cdot U_{др} \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{\Delta p_{др}}{\rho}}}, \tag{14}$$

где μ - коэффициент расхода дросселя, $\mu = 0, 62$;

$U_{др}$ - параметр регулирования дросселя, $U_{др} = 1$;

ρ - плотность рабочей жидкости, $кг/м^3$;

$\Delta p_{др}$ - перепад давления в дросселе, Па.

Перепад давления в дросселе принимается при последовательной установке дросселя

$$\Delta p_{др} = \frac{R}{F_{пр}} = p_р,$$

когда дроссель на сливе

$$\Delta p_{др} = p_р \frac{F_{пр}}{F_{пд}}$$

при параллельной установке дросселя $\Delta p_{др} = p_р$.

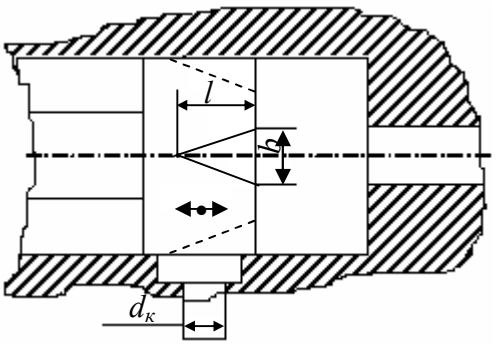
По полученным значениям площади расходного окна $f_{др}$ и номинальному давлению жидкости насоса $p_н$ по таблице 4 выбирается дроссель.

Не всегда удается выбрать дроссель с требуемым значением величины расходного окна.

Получить достаточно близкое значение площади расходного окна дросселя требуемому можно путем установки нескольких дросселей параллельно, когда расходное окно будет состоять из суммы площадей расходных окон отдельных дросселей ($f_{тр} = \Sigma f_{др}$).

В случае, когда требуемая площадь расходного окна оказывается очень маленькой и не удается подобрать дроссель, на заданные параметры проектируют новый дроссель. Для этой цели используют канавочный дроссель (см. рис. 1).

Для обеспечения равномерной скорости движения выходного звена гидропривода независимо от внешней нагрузки и для регулирования величины этой скорости используются дроссели с регулятором.



Число канавок z = 1…4
b ≥ 2мм
l=2$d_к$
$d_к$ - диаметр подводящего канала

Рис. 1. Схема дросселя

4.7. Выбор фильтра

Выбор фильтра осуществляется в зависимости от необходимой тонкости фильтрации, которая указывается в характеристиках гидравлических ма-

шин. Обязательно устанавливается фильтр тонкой очистки на входе в аксиально-поршневой насос с торцевым распределением жидкости.

В гидроприводах с замкнутой циркуляцией жидкости фильтр устанавливают в напорной магистрали подпиточного насоса. Такой насос ставится в схему для компенсации утечек жидкости.

В отдельных случаях паспортные данные насосов не содержат указаний о качестве фильтрации жидкости (о максимально допустимом размере частиц примесей в жидкости). Размеры частиц можно принимать следующими: для шестеренных гидромашин - 0,1 мм; для пластинчатых - 0,04 мм; для поршневых - 0,02 мм. Технические характеристики и параметры фильтров приведены в [5, 8].

Таблица 4

Характеристика регулируемых дросселей

Тип дросселя	Параметры			
	Номин. давление $p_{др}$, МПа	Номин. расход $Q_{др}$, л/мин	Площадь расходного окна $f_{др}$, мм^2 · 10^2	Потери давления $\Delta P_{др}$, МПа
До-16/20	20	40	0,390	0,2
Др-16	32	40	0,390	0,2
До-20/20	20	63	0,458	0,2
Др-20	32	63	0,458	0,2
До-25/20	20	100	0,739	0,2
Др-25	32	100	0,730	0,3
До-32/20	20	160	1,166	0,2
Др-32	32	160	1,166	0,3
До-40/20	20	250	1,821	0,4
До-50/20	20	400	2,910	0,4
Г77-34	12,5	70	0,511	0,2
Г77-33	12,5	35	0,302	0,2
ДР-12	32	25	0,244	0,2
Г77-32	12,5	18	0,176	0,2
ДР-10	32	16	0,156	0,2
Г77-32А	12,5	12	0,128	0,2
Г77-31	12,5	8	0,085	0,2
Г77-11	5	8	0,078	0,2
Г77-31А	12,5	5	0,063	0,2
Г77-31Б	12,5	3	0,038	0,2
Г77-31В	12,5	1,5	0,0147	0,2
Г77-14	5	70	0,579	0,3

5. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ

Гидравлический расчет трубопроводов сводится к определению их геометрических параметров (длины трубопровода, внутреннего диаметра), потерь энергии на трение при движении жидкости по трубопроводам и потерь на местных гидравлических сопротивлениях.

Соединение гидроаппаратов производится стальными бесшовными трубами. При наличии взаимных перемещений гидроаппаратов для этих целей используются резиново-металлические рукава высокого давления. В зависимости от величины давления и расхода жидкости выбираются размеры трубопровода. Максимальное значение величины давления в гидросистеме равно давлению жидкости на выходе из насоса $P_н$. Максимально возможный расход жидкости в любой напорной гидромагистрали системы равен подаче насоса. В сливной гидролинии он может быть больше подачи насоса в случае объединения нескольких потоков или когда жидкость сливается из поршневой полости гидроцилиндра с односторонним штоком. В последнем случае максимальный расход определится:

$$Q_{max} = Q_н \cdot \frac{F_п}{F_п - F_ш}, \qquad (15)$$

где $F_п$ - площадь поршня, $м^2$;

$F_ш$ - площадь штока, $м^2$;

$Q_н$ - подача насоса, $м^3/с$.

Расход жидкости трубопроводом взаимосвязан с внутренним его диаметром и скоростью движения жидкости. Рекомендуемые средние скорости течения жидкости приведены в таблице 5.

Таблица 5

Скорости потока в трубопроводах горных машин

Тип трубопровода	Скорость, м/с
Нагнетательные трубопроводы (сливные замкнутых систем)	3-5
Сливные трубопроводы разомкнутых систем	2-3
Всасывающие трубопроводы	0,5-1,5

Для предварительных расчетов можно воспользоваться аналитическими зависимостями скорости от давления в гидролинии. Для напорных и сливных трубопроводов

$$V = 2 + 0{,}3 \cdot p, \text{ м/с} \qquad (16)$$

где p - давление жидкости в трубопроводе, МПа.

При выборе скорости нужно помнить, что повышение скорости приводит к увеличению потерь энергии в системе, а снижение - к возрастанию раз-

меров и массы трубопроводов и гидроаппаратов. Ограничение скорости во всасывающих гидролиниях преследует цель обеспечить безкавитационный режим течения жидкости.

Внутренний диаметр трубопровода определится

$$d_в = 1{,}13 \cdot \sqrt{\frac{Q_{max}}{V_ж}}, \text{ м} \qquad (17)$$

Полученные значения диаметров трубопроводов округляются до ближайшего большего стандартного значения [5, 6].

Длины участков трубопроводов, связывающих отдельные гидроаппараты схемы, зависят от размеров горной машины и взаимного расположения аппаратов. Они задаются студентом самостоятельно с учетом ориентировочного размещения гидромашин и гидроаппаратов на горной машине.

Для рекомендованных в табл. 5 скоростей течения жидкости можно принимать следующие максимальные значения длин трубопроводов;

всасывающего $L_{вс} = 10d_{вс}$ (но не более 0,5 м);

напорного (от насоса до распределителя) $L_и = 50d_н$;

напорного (от распределителя да гидродвигателя) $Lн = 100d_н$;

напорного (для системы с замкнутой циркуляцией) $L_н = l50d_н$;

сливного $L_{сл} = 50d_{сл}$.

Потери давления (гидравлические потери) складываются из потерь давления на преодоление сопротивления трубопроводов $\Delta P_{тр}$ и местных сопротивлений $p_{м.с}$ (гидроаппаратов, присоединений, изгибов трубопроводов)

$$\Delta p = \Sigma \Delta p_{тр} + \Sigma \Delta p_{м.с} \ . \qquad (18)$$

Для расчета потерь энергии расчетную гидросхему привода разбивают на участки, отличающиеся друг от друга расходом жидкости, диаметром трубопровода, наличием местных сопротивлений. Расчет потерь энергии производится отдельно для всасывающей, нагнетательной и сливной гидролиний.

Потери давления по длине трубопровода на каждом участке определяются по формуле

$$\Delta p_{тр} = \lambda \cdot \rho \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2}, \text{ Па} \qquad (19)$$

где L - длина участка трубопровода со скоростью жидкости $V_ж$,.м/с;

d - внутренний диаметр трубопровода, м;

ρ - плотность жидкости, кг/м^3;

λ - коэффициент сопротивления рассматриваемого участка трубопровода.

Коэффициент сопротивления λ определяется либо по графику [5], либо по формулам.

При использовании металлических труб, подвергающихся вибрациям и сотрясениям при ламинарном режиме (R_e<316) применяется следующая формула

$$\lambda = \frac{75}{R_e}. \quad (20)$$

При тех же условиях, но при R_e=316…3000. применяется формула:

$$\lambda = \frac{10}{R_e^{0,65}}, \quad (21)$$

где R_e - число Рейнольдса

$$R_c = \frac{V_ж \cdot d}{V} = 1,27\frac{Q}{dV}, \quad (22)$$

где V - кинематическая вязкость жидкости, м^2/с.

При других значениях чисел Рейнольдса необходимо использовать другие формулы [5]. Для достижения, меньших потерь давления необходимо добиваться ламинарного режима течения жидкости.

Для оценки режима течения жидкости пользуются критическим значением числа Рейнольдса, выше которого режим течения можно считать турбулентным, а ниже - ламинарным.

Ориентировочные критические числа $R_{e\cdot кр}$ для разных местных сопротивлений:

круглая гладкая труба	2100-2300
резиновый рукав	1600
металлический рукав	1800-2000
концентрическая гладкая щель	1100
концентрическая щель с выточками	700
неконцентрическая щель с выточками	400
кран, вентиль	550-750
сетчатый фильтр	400
окна цилиндрических золотников	260
плоский и выпуклый клапаны	20-100

Потери давления на местном сопротивлении $\Delta p_{м.с}$ в Па определяются по формуле

$$\Delta p_{м.с} = \xi \cdot \frac{V^2}{2} \cdot \rho. \quad (23)$$

где ξ - коэффициент местного сопротивления;

V - средняя скорость жидкости на местном сопротивлении, м/с.

Коэффициенты ξ определяются по таблицам [5].

Кроме того, значение ξ можно принимать: для штуцеров, присоединяющих трубы к агрегатам, и переходников, соединяющих отрезки труб ξ = 0,10…0,15; для вентилей, ось прохода которых меняет свое направление под прямым углом ξ = 2…3; если ось прохода не меняет направления ξ = 0,5...1,0; для распределительных золотников в зависимости от количества поворотов жидкости ξ =2...4; для клапанов различного назначения ξ = 2,5…10; для кранов ξ = 5,0.

Средние значения коэффициентов наиболее распространенных местных сопротивлений приведены в таблице 6.

Для стандартной гидроаппаратуры потери давления приводятся в ее технической характеристике. При отклонении действительного расхода от приведенного в технической характеристике можно принимать квадратичный закон изменения сопротивления. Тогда потеря давления в гидроаппарате $\Delta p_а$ определится по уравнению

$$\Delta p_а = \Delta p_{ном} \cdot \left(\frac{Q_ф}{Q_{ном}} \right)^2, \text{ МПа.} \qquad (24)$$

где $\Delta p_{ном}$ - потеря давления в гидроаппарате при номинальном расходе $Q_{ном}$ (паспортные данные);

$Q_ф$ - фактический расход жидкости гидроаппарата.

Далее следует произвести суммирование всех потерь давления отдельно для всасывающей напорной и сливной гидромагистралей. В случае, когда число сопротивлений велико, можно свести все потери давления в таблицу. В таблице указать характеристику сопротивления и величину потерь давления в нем.

После определения потерь давления в напорной $\Delta P_{нап}$ и сливной $\Delta P_{сл}$ гидромагистралях производится уточнение параметров гидропривода. Для гидропривода с поступательным движением выходного звена усилие R в кН, создаваемое гилроцилиндром при рабочем ходе поршня, определится

$$R_ф = R + R_{пд} + R_п + R_ш + R_{ин}, \qquad (25)$$

где R - заданная полезная нагрузка. кН;

$R_{пд}$ - сила противодавления. кН;

$R_п$ - сопротивление уплотнения поршня. кН;

$R_ш$ - сопротивление уплотнения штока. кН;

$R_{ин}$ - сила инерции движущихся частей, кН.

Сила противодавления определится

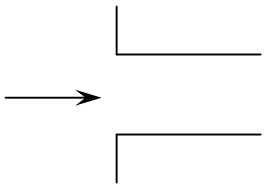
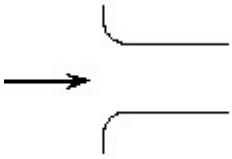
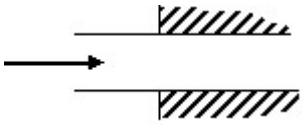
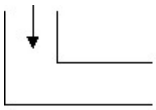
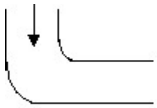
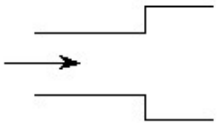
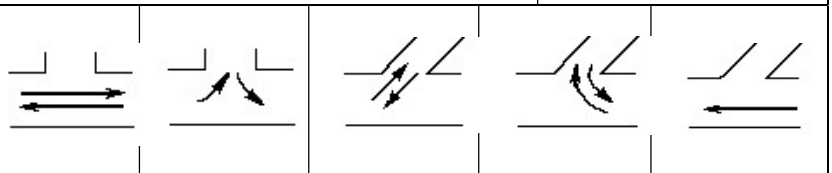
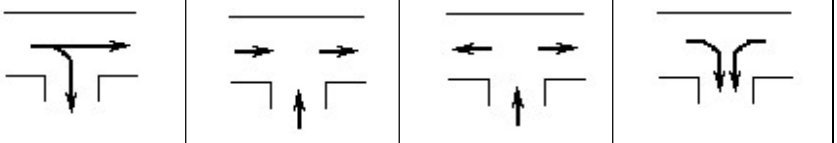
$$R_{пд} = p_{пд} \cdot F_{пд} \cdot 10^3, \text{ кН,} \qquad (26)$$

где $p_{пд}$ - противодавление, равное величине потерь давления в сливной гидролинии, МПа;

$F_{пд}$ - площадь со стороны противодавления в силовом цилиндре, $м^2$.

Таблица 6

Коэффициенты местных сопротивлений

Наименование местного сопротивления	Схема местного сопротивления	Коэффициент местного сопротивления, ξ
Вход из резервуара в трубу:		
кромки острые		0,5
кромки закруглены		0,2…0,75
Труба вдвинута внутрь резервуара		0,75…1,0
Поворот при прямом колене		1,0…2,0
Плавный поворот под углом 90^0		0,5
Вход в большую емкость		1,0
Ответвление потоков		ξ = 0,1 | ξ = 1,3 | ξ = 0,5 | ξ = 3 | ξ = 0,05
Соединение и разъединение потоков		ξ = 0,9…1,2 | ξ = 0,5…0,6 | ξ = 1,0…1,5 | ξ = 2,0…2,5

Усилия трения в уплотнениях определяются по следующим формулам $R_{п(ш)}$ в кН:

для манжетных уплотнений

$$R_{п(ш)} = \mu \cdot \pi \cdot d \cdot h \cdot p \cdot 10^3, \quad (27)$$

где d - уплотняемый диаметр, м;

h - высота активной части манжеты, м;

μ - коэффициент трения (для резины 0,01);

p - давление жидкости, МПа

для шевронных резино-тканевых уплотнений

$$R_{п(ш)} = \pi \cdot d \cdot l \cdot k, \quad (28)$$

где l - ширина уплотнений, м;

k - удельное давление (216 кН/м^2)

для металлических поршневых колец

$$R_{п(ш)} = \mu_1 \cdot \pi \cdot b \cdot d(zk + p) \cdot 10^3, \quad (29)$$

где b - ширина кольца, м;

μ_1 - коэффициент трения колец (0,07 - при больших скоростях движения; 0,15 - при малых скоростях);

z - число колец;

k - удельное давление кольца на стенки цилиндра, МПа (обычно 80-90 кН/м^2).

Для гидропривода с вращательным движением выходного звена момент гидромотора фактический $M_ф$ в Нм определится:

$$M_ф = \frac{M}{U} + M_{пд} + M_р, \quad (30)$$

где $M_{пд}$ - момент противодавления, Нм;

$M_р$ - момент трения редуктора, приведенный к валу гидромотора, Нм;

U - передаточное отношение редуктора.

Момент противодавления $M_{пд}$ в Нм определится:

$$M_{пд} = \frac{1}{2\pi} \cdot q \cdot p_{пд}, \quad (31)$$

где q - рабочий объем гадромотора, м^3/об.

Момент трения редуктора $M_р$ в Н · м, приведенный на валу гидромотора, определится

$$M_р = \frac{M_с}{U} \cdot (1 - \eta_р), \quad (32)$$

где $\eta_Р$ - КПД редуктора.

По уточненной величине нагрузки определяются действительное давление жидкости на выходе из насоса, давление настройки предохранительного или переливного (при дроссельном регулировании) клапанов.

Давление жидкости на выходе из насоса в гидросхеме с поступательным движением выходного звена определится

$$p_н = \frac{R_ф \cdot 10^{-3}}{F_{пр}} + \Delta p_{нап}, \qquad (33)$$

где $\Delta p_{нап}$ - потери давления в напорной магистрали, МПа;

$R_ф$, кН.

Давление жидкости на выходе из насоса в гидросхеме с вращательным движением выходного звена определится

$$p_н = \frac{2\pi \cdot M_ф}{q_н} + \Delta p_{нап}. \qquad (34)$$

Давление настройки предохранительного или переливного клапанов определится:

для гидросистемы с дросселем, установленным последовательно с гидромотором

$$p_к = p_р + \Delta p_{н.м} + \Delta p_м \left(или \Delta p_ц\right) + \Delta p_{др} + \Delta p_{сл}, \qquad (35)$$

$\Delta p_{нап}$ берется из технической характеристики дросселя.

Для гидросистем с дросселем, установленные параллельно гидромотору и при машинном регулировании скорости гидромотора

$$p_{кл} = p_р + \Delta p_{н.м} + \Delta p_м + \Delta p_{сл}, \qquad (36)$$

Для гидросистемы с гидроцилиндром и дросселем, установленным в напорной гидролинии

$$p_к = p_р + \Delta p_{н.м} + \Delta p_м \left(или \Delta p_ц\right) + \Delta p_{др} + \Delta p_{сл}. \qquad (37)$$

Для гидросистемы с гидроцилиндром и дросселем в сливной гидролинии

$$p_{кл} = p_р + \Delta p_{н.м} + \Delta p_ц + \left(\Delta p_{др} + \Delta p_{сл}\right) \cdot \frac{F_{пд}}{F_{пр}}. \qquad (38)$$

Для гидросистемы с гидроцилиндром при параллельной установке дросселя и при машинном регулировании гидроцилиндра

$$p_{кл} = p_р + \Delta p_{н.м} + \Delta p_ц + \Delta p_{сл} \cdot \frac{F_{пд}}{F_{пр}}. \qquad (39)$$

В соответствии с подачей насоса уточняются скорости рабочего и холостого хода выходного звена гидропривода.

Для гидропривода с возвратно-поступательным движением выходного звена скорость рабочего V в м/с определится по формуле

$$V = \frac{Q_ц \cdot \eta_{об.ц}}{F_{пр}}, \qquad (40)$$

где $\eta_{об \cdot ц}$ - объемный КПД гидроцилиндра;

$F_{пр}$ - фактическая площадь гидроцилиндра со стороны подвода жидкости, $м^2$.

В случае значительных расхождений полученных и заданных параметров гидропривода производится корректировка размеров гидроцилиндра.

Для гидропривода с вращательным движением выходного звена скорость вращения исполнительного органа n в об/с определится

$$n = \frac{Q \cdot \eta_{об.ц}}{q_м \cdot U}, \quad (41)$$

где $\eta_{об.м}$ - объемный КПД гидромотора.

В случае расхождения полученных и заданных параметров системы более чем на 10% следует принять насос или гидромотор других типоразмеров.

6. РАСЧЕТ КПД ГИДРОСИСТЕМЫ

Расчет КПД производится в следующей последовательности.

Определяется мощность, реализуемая на выходном звене гидропривода $N_{вых}$.

Для гидропривода с поступательным движением выходного звена $N_{вых}$ в кВт определится

$$N_{вых} = R \cdot V_р,$$

где R - полезное усилие (заданная нагрузка), кН;

$V_р$ - максимальная расчетная скорость выходного звена, м/с.

Для гидропривода с вращательным движением выходного звена $N_{вых}$ в кВт определится

$$N_{вых} = M \cdot \frac{\pi \cdot n_м}{30}, \quad (42)$$

где M - момент на валу гидрсмотора, кН·м;

$n_м$ - частота вращения вала гидромотора, об/мин.

Определяется мощность, затрачиваемая на подачу жидкости насосом $N_{вх}$.

$$N_{вх} = \frac{Q_н \cdot p_{кл} \cdot 10^3}{\eta_н}, \text{ кВт} \quad (43)$$

где $\eta_н$ - общий КПД насоса.

$Q_н$ - подача насоса (паспортная),$м^3$/с.

Общий КПД системы определится

$$\eta = \frac{N_{вых}}{N_{вх}} \cdot К_р. \quad (44)$$

7. РАСЧЕТ ГИДРОЦИЛИНДРА

7.1. Толщина стенки цилиндра

В расчетной практике используется несколько различных формул для определения толщины стенки цилиндра, находящегося под действием внутреннего давления. Условно цилиндры делят на тонкостенные и толстостенные. Тонкостенные (S/D<0,l) цилиндры и трубопроводы рассчитывают по формулам, мм;

$$S = \frac{pD}{2\sigma_д}; \tag{45}$$

$$\Delta D = \frac{pD^2}{4ES}(1 - 0{,}5\mu), \tag{46}$$

где S - толщина стенки цилиндра, мм;

p - разрушающее давление, МН/м^2;

D - внутренний диаметр, мм;

$\sigma_д$ - допускаемое напряжение, МН/м^2.

$$\sigma_д = \frac{\sigma_т}{n}, \tag{47}$$

где $\sigma_т$ - предел текучести материала;

n - запас прочности по пределу текучести (обычно в расчетах гидроцилиндров принимается n>2);

ΔD - диаметральная деформация, мм;

E - модуль упругости, МН/м^2;

μ - коэффициент Пуассона.

Толстостенные (S/D>0,l) цилиндры рассчитывают по формулам, вытекающим из четырех теорий прочности, в зависимости от применяемых материалов.

Толщину стены толстостенного однослойного цилиндра определяют по второй теории прочности (для малопластичных материалов) по формуле

$$S = \frac{D}{2}\left(\sqrt{\frac{\sigma_д + 0{,}4p}{\sigma_д - 1{,}3p}} - 1\right), \tag{48}$$

и по третьей теории прочности (для пластичных материалов)

$$S = \frac{D}{2}\left(\sqrt{\frac{\sigma_д}{\sigma_д - 2p}} - 1\right). \tag{49}$$

Диаметральная деформация внутренней поверхности

$$\Delta D = \frac{pD}{E\left(D_н^2 - D^2\right)}\left[D_н^2 + \mu\left(D_н^2 - D^2\right)\right], \tag{50}$$

где $D_н$ - наружный диаметр цилиндра.

7.2. Толщина задней крышки цилиндра

При расчетах толщины h задней крышки цилиндра используют формулы расчета круглых пластин, нагруженных равномерно распределенным давлением (рис. 2):

$$\sigma_т = \frac{3p}{4h^2} R^2, \tag{51}$$

откуда толщина крышки:

$$h = 0{,}433D\sqrt{\frac{p}{\sigma_д}}, \tag{52}$$

где p - расчетное давление, МН/м^2 ,

R - радиус крепления крышки.

По мере уменьшения податливости опор (увеличение толщины стенок цилиндра) напряжения в центре крышки уменьшаются, а на контуре - увеличиваются.

Напряжения в центре крышки могут быть определены из выражения

$$\sigma = kp\frac{R^2}{h_1^2}, \tag{53}$$

где k - коэффициент, зависящий от отношения S/h;

S - толщина стенки цилиндра,

h_1 - толщина стенки в центре крышки.

S/h	0,5	1	1,5	2
k	0,8	0,6	0,6	0,6

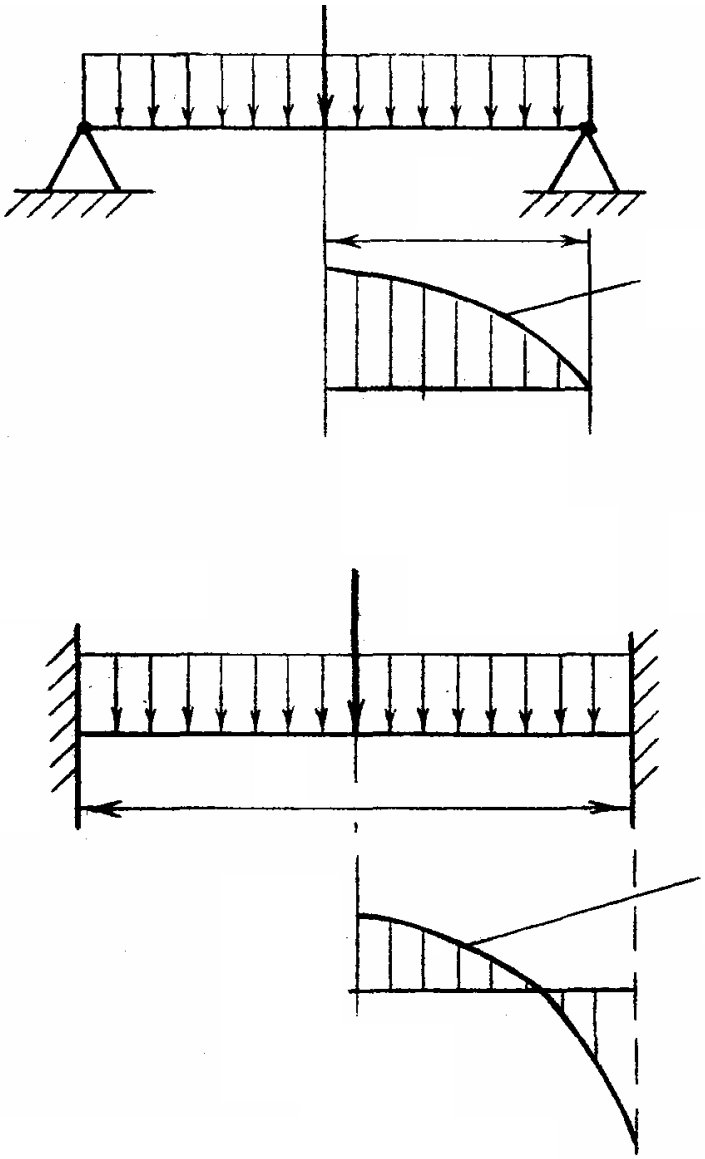


Рис. 2. Расчетные схемы крышек гидроцилиндров

7.3. Расчет фланцев гидроцилиндра

По окружности фланцевого соединения (рис. 3) действует создаваемое давлением жидкости усилие

$$T = p \cdot \frac{\pi D^2}{4}, \tag{54}$$

где p - рабочее давление;

D - внутренний диаметр гидроцилиндра.

Усилие затяжки болтов фланца определится

$$T_3 = k \cdot T, \tag{55}$$

где k - коэффициент, учитывающий ослабление затяжки вследствие внутреннего давления k=1,25.

Момент затяжки, отнесенный к диаметру окружности размещения болтов:

для затяжки

$$M_З=1{,}25T_т, \tag{56}$$

под рабочей нагрузкой

$$M=T_т\cdot l, \tag{57}$$

где l - плечо приложения силы.

Суммарному моменту М противодействует момент внутренних сил, представляющий собой произведение напряжений в материале на момент сопротивления в наиболее опасном сечении. При проверочном расчете необходимо определить наиболее вероятные опасные сечения.

Момент сопротивления любого сечения А-А (рис. 3, *а*) переходной части фланца составит

$$W = 2\pi\left[2X + \frac{1}{8}(D + S_A)\left(S_A^2 - \frac{S_0^2}{4}\right)\right], \tag{58}$$

где X - статический момент п-го участка сечения фланца до линии А-А;

D - внутренний диаметр цилиндра;

S_A - толщина гильзы в сечении А-А;

S_0 - толщина гильзы.

Для случая, когда опасное сечение оказывается на переходе от конусной части гильзы к фланцу, момент сопротивления

$$W = 2\pi\left[(D_ф - D - 2d)h^2 + (D + S_1)\left(S_1^2 - \frac{S_0^2}{4}\right)\right], \tag{59}$$

где $D_ф$ — наружный диаметр фланца;

D - внутренний диаметр гильзы;

d - диаметр отверстия под болт;

h - толщина фланца;

S_1- толщина гильзы у перехода к фланцу.

Если фланец очень тонкий, опасное сечение окажется на диске фланца (рис. 3, *б,* сечение В-В). В этом случае момент сопротивления определится

$$W = \frac{\pi}{2}h^2\left(b_1 - d + \frac{d_1}{2}\right), \tag{60}$$

где b - вылет фланца (см. рис. 3, *б*);

d_1 - диаметр опасного сечения.

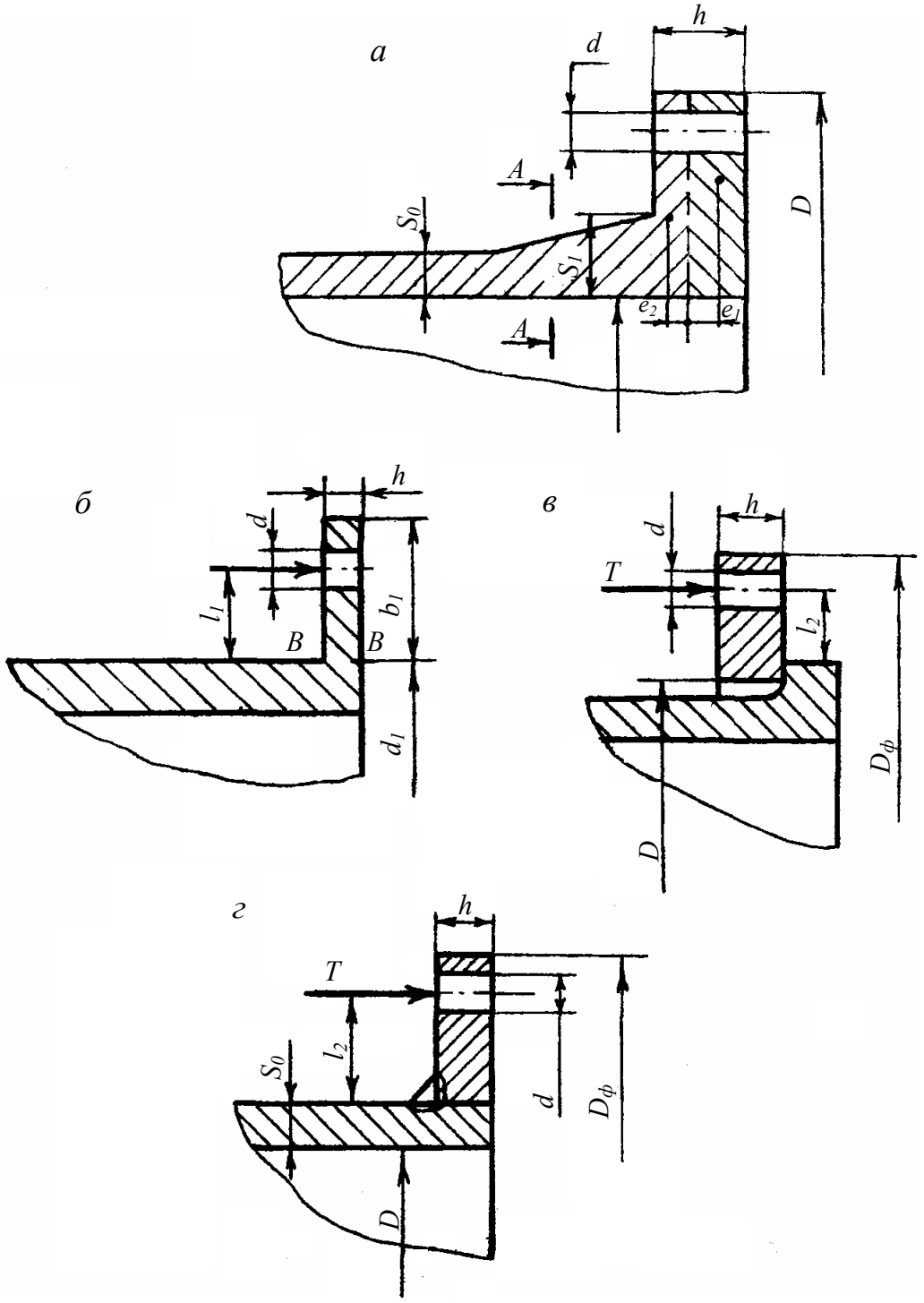


Рис. 3. Расчетные схемы фланцев

В этом случае

$$M = T_3 \cdot l_1, \quad (61)$$

где l_1 - плечо приложения силы.

При свободных фланцах (рис. 3, *в*) момент сопротивления определится

$$W = \frac{\pi}{2}\left(D_ф - D - 2d\right)h^2. \quad (62)$$

В этом случае

$$M=T \cdot l_2, \quad (63)$$

где T - усилие на болтах;

$1_:$ - плечо приложения силы.

Момент сопротивления приварных фланцев (рис. 3, *г*)

Таким образом, толщина фланца в опасном сечении определяется из выражения

$$\sigma_д = M/W, \quad (64)$$

где M - внешний момент на фланце;

W - момент сопротивления в опасном сечении.

7.4. Расчет элементов крепления крышек

Расчетные схемы соединений крышек с гильзой на внутренних полукольцах или на разрезном кольце круглого сечения показаны на рис. 4, *а*.

Упорное кольцо I рассчитывается на срез и смятие. Напряжение среза кольца определится

$$\tau_{ср} = T_c/F, \quad (65)$$

где T_c - усилие, срезывающее кольцо; $T_c = p\frac{\pi D^2}{4}$

F - площадь среза кольца; $F = \pi Dl$ или $F = \pi Dd$. Тогда

$$\tau_{ср} = \frac{pD}{4 \cdot l}, \quad (66)$$

(для круглого кольца d = l).

Напряжение смятия кольца определится

$$\sigma_{см} = \frac{pD^2}{2Dh - h^2}, \quad (67)$$

(для круглого кольца h = d).

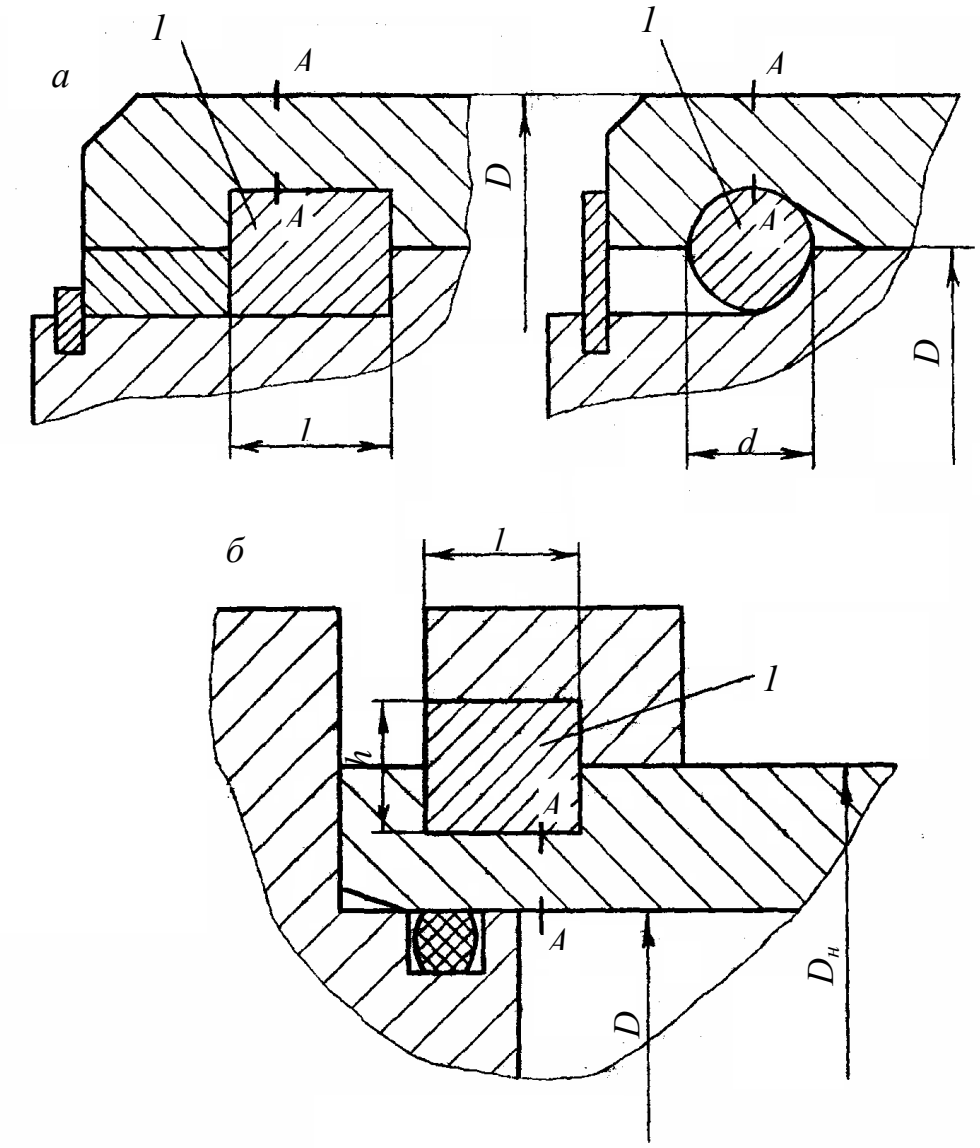


Рис. 4. Расчетные схемы соединений крышек с гильзой

Напряжение в опасном сечении А-А гильзы определится

$$\sigma = \frac{pD^2}{D_н^2 - (D + h)^2}, \tag{68}$$

Крепление крышки с помощью наружных полуколец изображено на рис. 4, *б*.

Упорное кольцо I рассчитывается:

на срез

$$\tau_{ср} = \frac{pD_н}{4 \cdot l}, \tag{69}$$

на смятие

$$\sigma_{см} = \frac{pD_н^2}{2D_н h - h^2}, \tag{70}$$

Напряжение в опасном сечении А-А гильзы определится

$$\sigma = \frac{pD_н^2}{(D_н - h)^2 - D^2}, \qquad (71)$$

где p - расчетное давление;

D, $D_н$ - диаметры гильзы соответственно внутренний и наружный;

h - толщина кольца.

При креплении крышек к фланцам на болтах диаметр болта определится

$$d = \sqrt{\frac{4T}{\pi n \sigma_д}} + C, \qquad (72)$$

где d - внутренний диаметр резьбы;

T - усилие, действующее на крышку;

n - количество болтов;

C - поправка к расчетному диаметру (C ≈ 3 мм).

7.5. Расчет стяжных шпилек

Нагрузка, действующая на стяжные шпильки гидроцилиндра, определяется многими факторами: давлением жидкости внутри гидроцилиндра, величиной предварительной затяжки шпилек, положением поршня в гидроцилиндре, способом установки гидроцилиндра.

Если шпильки установлены без предварительной затяжки, то нагрузка на них изменяется по прямой 1 (рис. 5, *б*).

Если цилиндр нагружен грузом G (рис. 5, *а)* и предварительная затяжка отсутствует, нагрузка изменяется по прямой 2:

$$T_ш = pF + G. \qquad (73)$$

При наличии предварительной затяжки шпилек нагрузка на них изменяется по прямой 3:

$$T_ш = T_з + \frac{1 - 2\mu}{k} pF + \frac{G}{k}, \qquad (74)$$

где $T_з$ - усилие предварительной затяжки шпилек;

μ - коэффициент Пуассона;

p - давление в гидроцилиндре;

F - активная площадь;

k - коэффициент жесткости,

$$k = 1 + \frac{F_ц \cdot L_ш}{F_ш \cdot L_ц}, \qquad (75)$$

где $F_ц$, $F_Ш$ - площади сечения соответственно гильзы и шпилек;

$L_ц$, $L_Ш$ - длины соответственно шпильки и гильзы.

В средних положениях поршня внутреннее давление в цилиндре не действует на гильзу по всей ее длине. В этом случае можно принять $\mu = 0$, тогда

$$T_ш = T_з + \frac{pF + G}{k}, \qquad (76)$$

Точки пересечения прямой 3 с прямой 1 и 2 указывают, при каком давлении в цилиндре произойдет отрыв головок цилиндра от гильзы. Из графиков (рис. 5, *б*) видно, что чем больше усилие предварительной затяжки, чем при большем давлении произойдет отрыв.

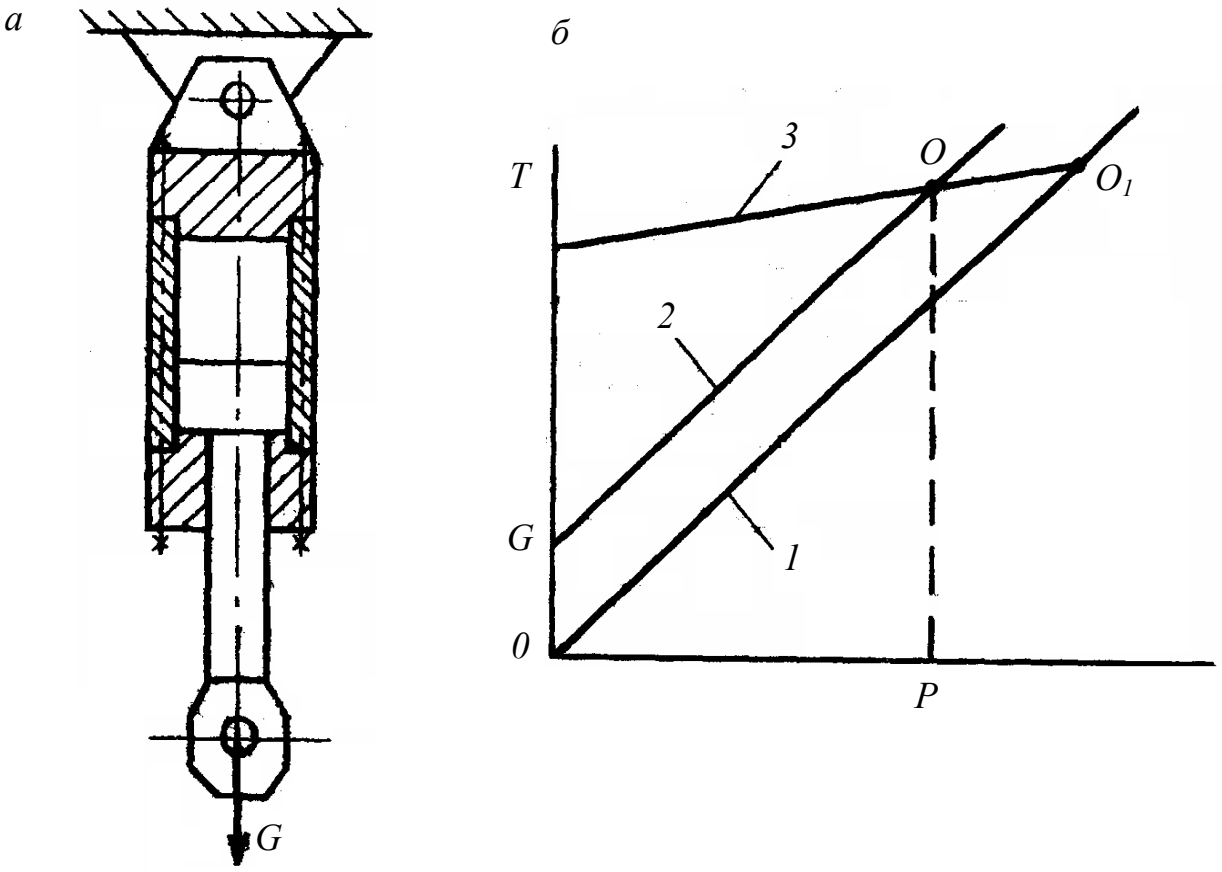


Рис. 5. К расчету стяжных шпилек

7.6. Расчет проушины, сварного соединении крышки с гильзой и резьбового крепления поршня

Запас прочности проушины на разрыв (рис. 6) можно определить из выражения

$$n = \frac{kF_n\sigma_т}{T_{шт}} \geq [n] = 1{,}5, \qquad (77)$$

где k - коэффициент концентрации напряжений;

$$k = 0{,}46\left(1 + \frac{h}{c}\right) - \frac{c}{5d_0} \leq 1, \qquad (78)$$

где h, c, d_0 – геометрические параметры (рис. 6, *б*)

F_n - площадь сечения проушины по центру отверстия (рис. 6, сечение А-А);

$T_ш$ - расчетная продольная сила, растягивающая шток.

Конструкция проушины рациональна, если c≤h. Если c>h, в расчетах принимают c=h и определяют расчетную площадь.

При расчете пальца изгибающий момент определяют при таком возможном положении проушины цилиндра, при котором соотношение a/b (рис. 6, *б*) стремится к единице:

$$M = T\left(\frac{ab}{L} + \frac{c}{b}\right), \tag{79}$$

где a, b, c, L - линейные размеры (рис. 6, б).

Момент сопротивления пальца на изгиб определится

$$W = \frac{\pi d^3}{32}\left[1 - \left(\frac{d_1}{d}\right)^4\right], \tag{80}$$

где $d_{l;}$ d - диаметры соответственно пальца и отверстия. Запас прочности пальца определится

$$n = \frac{\sigma_т W}{M} \geq [n] = 1{,}2\,. \tag{81}$$

Запас прочности сварного соединения крыгшки (проушины) с гильзой (рис. 6, *в*) определится

$$n = \frac{\varphi - 4K_ш(d - K_ш)}{D^2} \cdot \frac{\sigma_{т\,min}}{p_н} \geq [n] = 1{,}5\,, \tag{82}$$

где φ = 0,65 - коэффициент прочности при угловых соединениях;

$K_ш$ - катет сварного шва;

d - наибольший диаметр, описанный по поверхности шва;

$\sigma_{тmin}$ - наименьший предел текучести соединяемых деталей шва;

D - активный диаметр;

$p_и$ - испытательное давление (принимается на 50% выше рабочего давления).

Соединение поршня со штоком во многих случаях осуществляется с помощью резьбы. Запас прочности резьбового соединения на смятие (рис. 6, *г*) определится

$$n = \frac{\pi(d_н^2 - d_в^2)\sigma_т}{4k_н T_{шт}} \geq [n] = 2{,}5\,, \tag{83}$$

где $d_н$, $d_в$ - диаметр резьбы соответственно наружный и внутренний;

$\sigma_т$ - наименьший предел текучести материала соединяемых деталей (гайки или штока);

$k_н$ - коэффициент нагрузки (табл. 7);

$T_{шт}$ - сила гидроцилиндра при работе штоковой полостью.

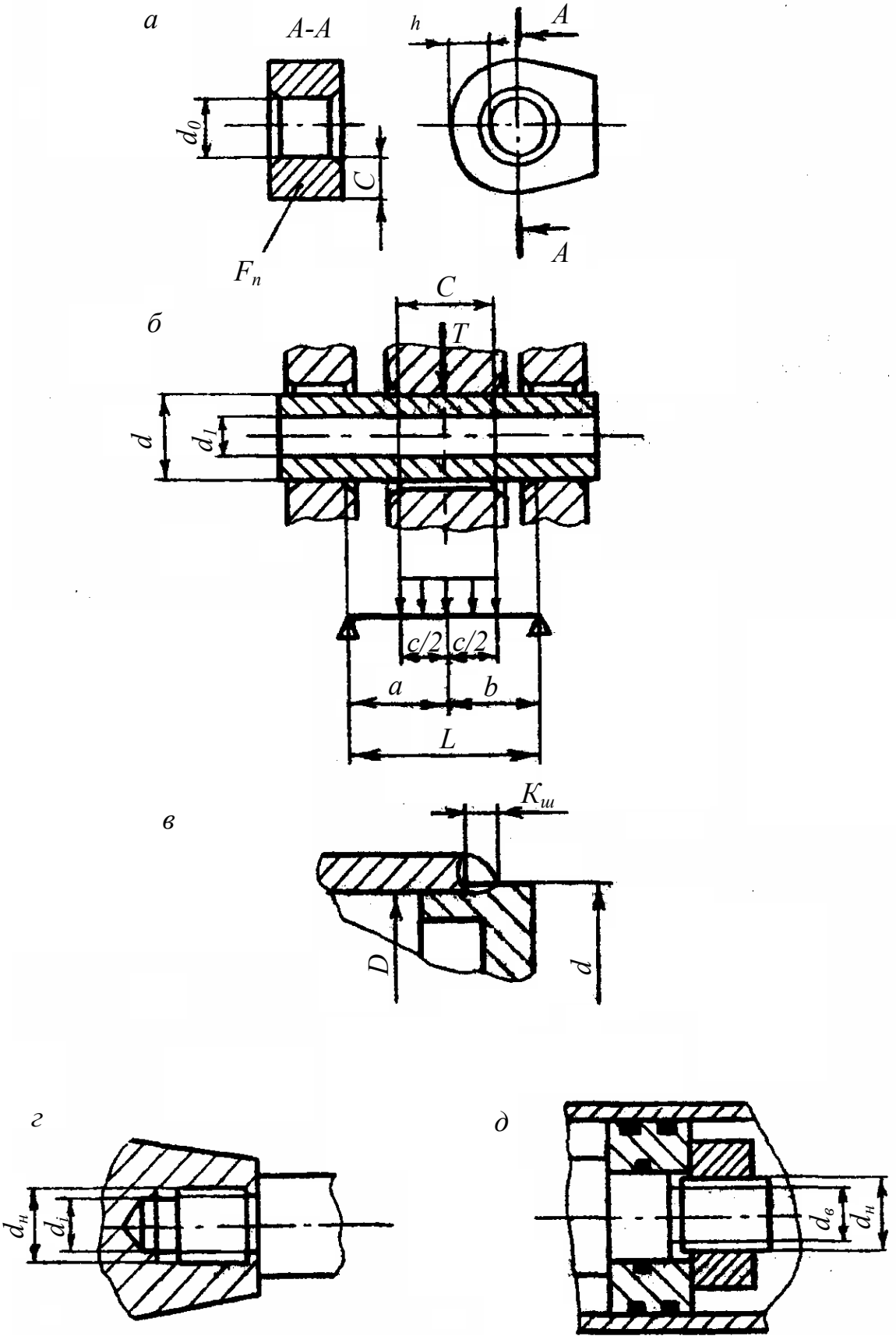


Рис. 6. Расчетные схемы проушины, пальцев, сварных швов и резьб

Таблица 7

Значения коэффициента нагрузки

$d_н/S$	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$k_н$	0,45	0.37	0,33	0.30	0,25	0,25	0,23	0,22	0,21	0,19	0,18
$k_р$	0,83	0,71	0,62	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56

Запас прочности по срезу витков штока определится

$$n = \frac{\pi \cdot d_в \cdot k_н \cdot H \cdot \tau_т \cdot k_р}{T_{шт}} \geq [n] = 1{,}6, \qquad (84)$$

где $k_н$ - коэффициент полноты резьбы (для метрических резьб $k_н = 0{,}87$;

$k_р$ - коэффициент распределения нагрузки (см. табл. 7);

H - расчетная высота гайки;

$\tau_т$ - предел текучести материала штока на срез.

Запас прочности по срезу витков гайки определится

$$n = \frac{\pi \cdot d_н \cdot k_н \cdot H \cdot \tau_т \cdot k_р}{T_{шт}}, \qquad (85)$$

$\tau_т$ - предел текучести материала гайки на срез.

7. 7. Расчет гидроцилиндров на устойчивость

Условия продольной устойчивости

$$n_1 = \frac{T_{кр}}{T_ш} \geq [n_1]; n_2 = \frac{T_{кр}}{T_и} \geq [n_2], \qquad (86)$$

где n_1, n_2 - запас устойчивости при действии на шток соответственно продольной расчетной силы $T_{шт}$ и $T_{кр}$ при испытании;

$T_{кр}$ - критическая сила для гидроцилиндра, в качестве которой принимают наименьшее из значений эйлеровой силы $T_э$ и критической силы по строительным нормам $T_с$;

$[n_1]$ - минимально допустимый запас устойчивости, $[n_1] = 1{,}4$;

$[n_2]$ - минимально допустимый запас устойчивости при испытании по ГОСТ 18464-87, $[n_2]=1{,}1$.

Для гидроцилиндров, конструктивная схема которых соответствует рис. 7, расчетная продольная сила, сжимающая шток, определится

$$T_ш = p\frac{\pi \cdot D^2}{4}, \qquad (87)$$

где p - расчетное давление в поршневой полости, равное давлению настройки предохранительного клапана отчетом превышения давления при его срабатывании.

Для гидроцилиндров эйлерова сила определится

$$T_э = k\frac{\pi^2 \cdot E_ш J_ш}{L^2}, \qquad (88)$$

где k - коэффициент устойчивости (табл. П.1 и П.2);

$E_ш$ - модуль продольной упругости материала (табл. П.3);

$J_ш$ - осевой момент инерции площади поперечного сечения штока;

L - длина гидроцилиндра (см. рис. 7).

Критическая сила по строительным номерам определится

$$T_c = \varphi \cdot F_ш \cdot \sigma_{т.ш}, \qquad (89)$$

где φ - коэффициент продольного изгиба в зависимости от предела текучести $\sigma_{т.ш}$ материала штока и приведенной гибкости гидроцилиндра (табл.П.4).

Приведенная гибкость гидроцилиндра определится

$$\lambda = \frac{L}{\sqrt{k\frac{J_ш}{F_ш}}}, \qquad (90)$$

где $F_ш$ - площадь поперечного сечения штока.

Пример.

Гидроцилиндр выполнен по схеме, показанной на рис. 7, *в*.

Исходные данные. Поперечная сила N=0.

Диаметр цилиндра: внутренний D=100 мм, наружный $D_н$=114 мм; диаметр штока d=50 мм; расчетное давление p=20 МПа; ход штока S=800 мм; общая длина L=1886 мм; длина участка жесткости L_1=870 мм.

Материал штока - сталь 30ХГСА; модуль упругости согласно табл. П.3. $E_ш=1{,}98\cdot10^{11}$ Н/м^2; предел текучести $\sigma_{т.ш}=600\cdot10^6$ Н/м^2.

Подставив числовые значения в (87) получим

$$T_ш = \frac{20\cdot10^6 \cdot 3{,}14 \cdot 01^2}{4} = 0{,}157\cdot10^6 \text{ Н}.$$

Предварительно вычислив величины коэффициентов β и μ (см. табл. П.2).

$\beta = L_1/L = 870/1886 = 0{,}46$;

$$\mu = \frac{E_2 J_2}{E_1 J_1} = \frac{1{,}98\cdot10^{11}\cdot340\cdot10^{-8}}{1{,}98\cdot10^{11}\cdot30{,}7\cdot10^{-8}} = 11{,}02,$$

находим по табл. П.2 значение k=1,77.

Определим (согласно 88) эйлерову силу

$$T_э = 1{,}77\frac{3{,}14^2 \cdot 2{,}1\cdot10^{11}\cdot30{,}7\cdot10^{-8}}{1{,}886^2} = 0{,}3\cdot10^6 \text{ Н}.$$

Вычисляем (в соответствии с 90) гибкость гидроцилиндра

$$\lambda = \frac{1{,}886}{\sqrt{1{,}77\dfrac{30{,}7\cdot 10^{-8}}{19{,}63\cdot 10^{-4}}}} = 113{,}3\,.$$

Коэффициент продольного изгиба находим интерполированием по табл.П.4: φ=0,189.

Сила по строительным нормам (согласно 89)

$T_c = 0{,}189\cdot 19{,}63\cdot 10^{-4}\cdot 600\cdot 10^6 = 2{,}4\cdot 10^5$ Н.

т.е. критическая сила $T_{кр} = 2{,}4\cdot 10^5$ Н;

Условие устойчивости (по 86)

$$n_1 = \frac{T_{кр}}{T_ш} = \frac{2{,}4\cdot 10^5}{15{,}7\cdot 10^4} = 1{,}53\,.$$

Условие устойчивости выполнено, так как

$$n_1 \geq [\,n_1].$$

7.8. Расчет штока на прочность

Запас прочности штока в сечении А-А определится из уравнения.

$$\sigma_{т.ш} = n\cdot\sigma + \frac{n\cdot T_ш (f_н + n\cdot f_{TN})}{W\left(1 - n\cdot\dfrac{T_ш}{T_э}\right)}, \qquad (91)$$

где σ - напряжение на штоке без учета прогибов;

$$\sigma = \frac{T_ш}{F_ш} + \frac{M_{TN}}{W};$$

$T_ш$ - расчетная продольная сила;

$f_н$ - начальный прогиб, равный геометрической сумме прогиба от зазоров в заделке штока с цилиндром (первым цилиндром в телескопических гидроцилиндрах), заделке первого цилиндра со вторым и т.д. и прогиба от собственной силы тяжести гидроцилиндра;

f_{TN} - геометрическая сумма прогибов f_T и f_N от действия продольной силы Т и поперечной силы N;

W - момент сопротивления штока;

M_{TN} - геометрическая сумма изгибающих моментов M_T и M_N (Мт = $T_ш e_н$ - изгибающий момент от силы $T_ш$; M_N - изгибающий момент от силы N);

$e_н$ - эксцентриситет силы $T_ш$ в сечении А-А.

Запас прочности штока есть меньшее положительное значение корня, полученное в результате решения квадратного уравнения (91) относительно n.

$$n_{1,2} = -\frac{c_2}{2} \pm \sqrt{\frac{c_2^2}{4} - c_3}\,;$$

$$c_2 = \frac{T_э \cdot \sigma \cdot W + T_э \cdot T_ш \cdot f_н + T_ш \cdot \sigma_{т.ш} \cdot W}{c_1};$$

$$c_3 = \frac{-T_э \cdot \sigma_{т.ш} \cdot W}{c_1};$$

$$c_1 = T_ш \cdot (T_э \cdot f_{TN} - \sigma \cdot W).$$

Для одноступенчатого гидроцилиндра начальный прогиб определится

$$f_н = \frac{\Delta \cdot L_1}{b \cdot L}\left(L_2 - \frac{b}{2}\right),$$

где L_1, L_2 и L - длины выдвинутой части штока, корпуса цилиндра и гидроцилиндра соответственно;

Δ - диаметральный зазор в сопряжении штока с цилиндром (Δ = 0,3 мм);

b - база заделки штока в цилиндре;

b_1 и b_2 - база заделки штока в первом цилиндре и первого цилиндра во втором.

Для двухступенчатого гидроцилиндра начальный прогиб определится (см рис. 8)

$$f_н = \frac{L_1}{L}\left[\frac{\Delta_1}{b_1} \cdot L_2 + \left(\frac{\Delta_1}{b_1} + \frac{\Delta_2}{b_2}\right)L_3 - \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2}\right],$$

где Δ_1 и Δ_2 - диаметральные зазоры в сопряжении штока с первым цилиндром и в сопряжении первого цилиндра со вторым.

Эксцентриситет силы $T_ш$ определится

$$e_н = e_A + \frac{L_1}{L}(e_B - e_A),$$

где e_A, e_B - эксцентриситеты в шарнирных опорах соответственно A и B.

$$e_A = e_0 + r_A \cdot \left(\text{arctg}\mu_A + \text{arctg}\frac{R_A}{T_ш}\right);$$

$$e_B = e_0 + r_B \cdot \left(\text{arctg}\mu_B + \text{arctg}\frac{R_B}{T_ш}\right)$$

где l_0 - эксцентриситет центров опор из-за погрешностей изготовления, 1_0=1,5мм;

r_A и r_B - радиусы опор штока и цилиндра;

μ_A и μ_B - коэффициенты, учитывающие тип опор; для опор качения шарнирных на пальцах μ=0,02; для опор скольжения μ=0,15;

R_A и R_B - реакции в опорах от поперечной силы.

Изгибающий момент от действия сил T и N определится

$$M_T = T_ш \cdot e_н,$$

$$M_N = N \cdot L_1.$$

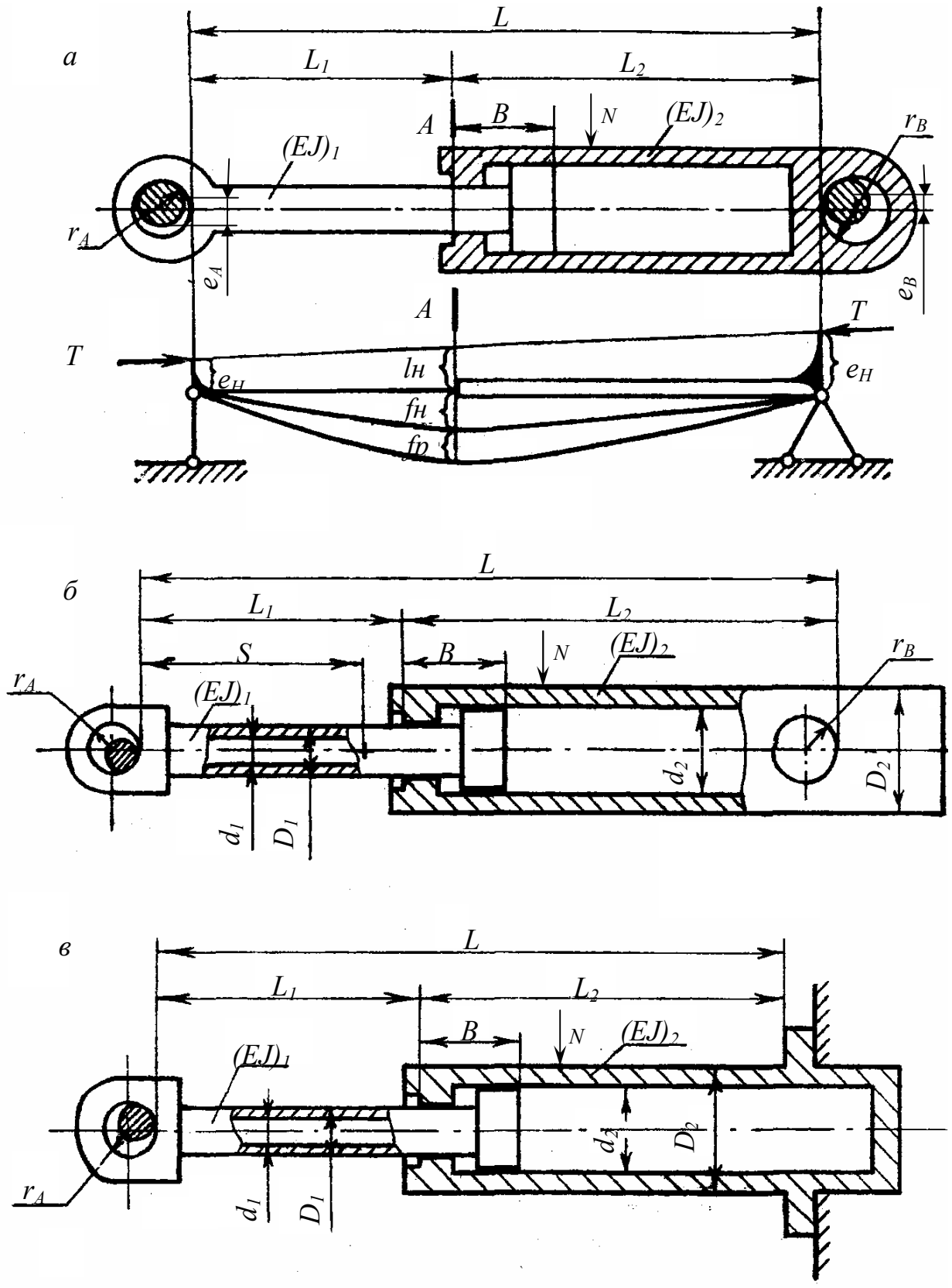


Рис. 7. Схемы нагружения цилиндров

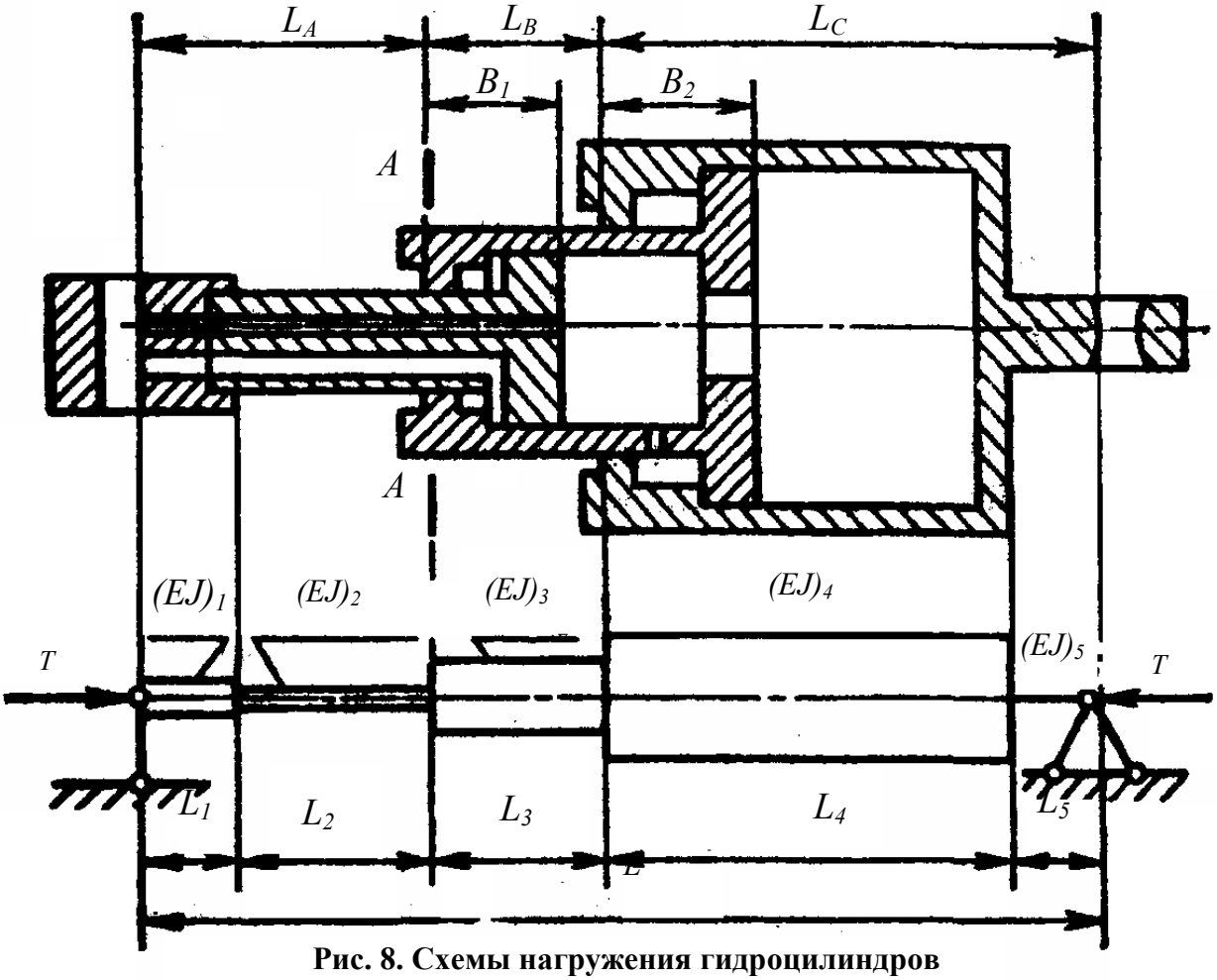


Рис. 8. Схемы нагружения гидроцилиндров

Прогиб в сечении А-А гидроцилиндра от действия силы $T_ш$ определится

$$f_T = \frac{T_ш \cdot L_1 \cdot L_2}{B \cdot L^2}\left\{e_A\left[\frac{L_1(L_1+3L_2)}{E_1 \cdot J_1}+\frac{2L_2^2}{E_2 \cdot J_2}\right]+e_B\left[\frac{2L_1^2}{E_1 \cdot J_1}+\frac{L_2(3L_1+L_2)}{E_2 \cdot J_2}\right]\right\};$$

при $e_A = e_B = e$

$$f_T = \frac{T_ш \cdot e \cdot L_1 \cdot L_2}{2L}\left(\frac{L_1}{E_1 \cdot J_1}+\frac{L_2}{E_2 \cdot J_2}\right).$$

Прогиб от N в сечении А-А гидроцилиндра определится

$$f_N = \frac{N \cdot L_1 \cdot L_B}{B \cdot E_1 \cdot J_1 \cdot L^2}\left[2L_1^2 L_2 \frac{E_1 \cdot J_1}{E_2 \cdot J_2}\left(2L_1^3 + L^3 - L \cdot L_B^2 - 3L_1^2 L\right)\right],$$

где L_B - расстояние от опоры В до точки приложения силы N.

Коэффициенты, учитывающие дополнительные прогибы вследствие формации заделанной части штока в цилиндре

от продольной силы $T_ш$

$$k_T = 1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{B - 0{,}5B_{min}}{L_1},$$

от поперечной силы N

$$k_N = 1 + \frac{B - 0{,}5B_{min}}{L_1},$$

где B_{min} - минимальная база сопряжения штока с цилиндром при полностью выдвинутом штоке.

Расчетный прогиб от сил T и N в сечении А-А при любых опорах определится

$$f_{TN} = f_T \cdot k_T + f_N \cdot k_N.$$

Пример.

Гидроцилиндр выполнен по схеме, изображенной на рис. 7, *б.*

Исходные данные. Радиусы опор: штока r_A = 0,0425 м; цилиндра r_B=0,04 м, длина штока $L_ш$ = 1,66 м; общая длина гидроцилиндра L = 1,92 м; расчетный зазор $\Delta = 0{,}3 \cdot 10^{-3}$ м; база сопряжения штока с цилиндром B = 0,171 м; диаметр штока d=0,09 м; продольная сила на штоке $T=0{,}8 \cdot 10^6$ Н; рабочий ход штока S = 1,6 м; эксцентриситет продольной силы относительно геометрической оси e_0 = 0,0015 м; материал штока - сталь 40Х; эйлерова сила $T_э=1{,}911 \cdot 10^6$ Н.

Расчет выполняется в такой последовательности:

$$e_A = 0{,}0015+0{,}0425\sin(\text{arctg}0{,}02) = 0{,}00235 \text{ м};$$

$$e_B = 0{,}0015+0{,}04 \cdot \sin(\text{arctg}0{,}015) = 0{,}00743 \text{ м};$$

$$e_H = 0{,}00235+ \frac{1{,}66}{1{,}92}(0{,}00743 - 0{,}00235) = 0{,}00674 \text{ м};$$

$$M_{TN}=0{,}8 \cdot 10^6 \cdot 0{,}00674=5392 \text{ Н·м};$$

$$f_н = \frac{0{,}3 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}66}{0{,}171 \cdot 0{,}192}\left(0{,}26 - \frac{0{,}171}{2}\right) = 0{,}26 \cdot 10^{-3};$$

$$f_T = \frac{0{,}8 \cdot 10^6 \cdot 1{,}66 \cdot 0{,}26}{6 \cdot 1{,}92}\left\{\begin{array}{l} 0{,}00235\left[\frac{1{,}66(1{,}66 + 3 \cdot 0{,}26)}{2{,}18 \cdot 10^{11} \cdot 322 \cdot 10^{-8}} + \frac{2 \cdot 0{,}26^2}{1{,}98 \cdot 10^{11} \cdot 3180 \cdot 10^{-8}}\right] + \\ +{,}0073\left[\frac{2 \cdot 1{,}66^2}{2{,}18 \cdot 10^{11} \cdot 322 \cdot 10^{-8}} + \frac{0{,}26(3 \cdot 168 + 0{,}26)}{1{,}98 \cdot 10^{11} \cdot 3180 \cdot 10^{-8}}\right] \end{array}\right\} = 1{,}148 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

$$k_T = 1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{0{,}171 - 0{,}5 \cdot 0{,}171}{1{,}66} = 1{,}034;$$

$$f_{TN} = 1{,}148 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}034 = 1{,}187 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

$$\sigma = \frac{0{,}8 \cdot 10^6}{63{,}6 \cdot 10^{-4}} + \frac{5392}{71{,}5 \cdot 10^{-6}} = 201{,}2 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2;$$

$$c_1 = 0{,}8\cdot10^6\cdot\left(1{,}911\cdot10^6\cdot1{,}187\cdot10^{-3} - 201{,}2\cdot10^6\cdot71{,}5\cdot10^{-6}\right) = -9{,}694\cdot10^9\ \text{Н}^2\cdot\text{м};$$

$$c_2 = \frac{1{,}911\cdot10^6\cdot201{,}2\cdot10^6\cdot71{,}5\cdot10^{-6} + 0{,}8\cdot10^6\cdot1{,}91\cdot10^6\cdot0{,}26\cdot10^{-3}}{-9{,}694\cdot10^9} +$$

$$+\frac{0{,}8\cdot10^6\cdot600\cdot10^6\cdot71{,}5\cdot10^{-6}}{-9{,}694\cdot10^9} = -6{,}418$$

;

$$c_3 = \frac{-1{,}911\cdot10^6\cdot600\cdot10^6\cdot71{,}5\cdot10^{-6}}{-9{,}694\cdot10^9} = 8{,}457;$$

$$n_{1,2} = -\frac{-6{,}418}{2} \pm \sqrt{\frac{-6{,}418^2}{4} - 8{,}457};$$

$$n_{1,2} = 4{,}566;\ n_2 = 1{,}852;$$

Запас прочности n = 1,852 > [n].

7.9. Расчет цилиндра на прочность

Условия прочности:

при действии продольных и поперечных сил

$$n_ц = \frac{\sigma_{т.ц}}{\sigma_{эmax}} \geq [n], \qquad (92)$$

где $\sigma_{т.ц}$ - предел текучести материалов цилиндров;

$\sigma_{эmax}$ - наибольшие эквивалентные напряжения на внутренних или наружных волокнах цилиндров;

при испытании внутренним давлением и отсутствии продольных и поперечных сил

$$n_и = \frac{D^2 - d^2}{D^2\sqrt{3}}\cdot\frac{\sigma_{т.ц}}{p_и} \geq [n], \qquad (93)$$

где D и d - соответственно наружный и внутренний диаметр рассчитываемых цилиндров;

$p_п$ - давление в поршневых полостях при испытаниях цилиндров по ГОСТ 18464-87, $p_п = 1{,}5\cdot p$.

Расчетные и изгибающие моменты в точке 2 (см. рис. 7 *а*, *б*)

$$M_ц = M_{цT} + M_{цN}, \qquad (94)$$

uде $M_{цT}$ - изгибающий момент от силы T; $M_{цT} = Te_ц$;

$e_ц$ - эксцентриситет T относительно геометрической оси гидроцилиндра в расчетных сечениях;

$M_{цN}$ - изгибающий момент от поперечной силы.

Если моменты $M_{цT}$ и $M_{цN}$ имеют разные направления в течение всего

времени эксплуатации гидроцилиндра, то в формуле (94) принимают абсолютную разность слагаемых.

Напряжения во внутренних стенках:

осевые

$$\sigma_{zB} = -\frac{M_ц D}{2J_p}, \qquad (95)$$

где J_p - осевой момент инерции рассчитываемого цилиндра;

окружные

$$\sigma_{tB} = p\frac{D^2_H + D^2}{D^2_H - D^2}, \qquad (96)$$

радиальные

$$\sigma_{rB} = -p, \qquad (97)$$

эквивалентные

$$\sigma_{эB} = \sqrt{\frac{1}{2}\left[(\sigma_{rB} - \sigma_{tB})^2 + (\sigma_{tB} - \sigma_{zB})^2 + (\sigma_{zB} - \sigma_{rB})^2\right]}. \qquad (98)$$

Пример.

Исходные данные. Продольная сила на штоке $T=0{,}8\cdot10^6$ Н; эксцентриситет в шарнирной опоре $e_B=0{,}00743$ м; диаметры цилиндра: внутренний $D=0{,}16$ м, наружный $D_H=0{,}19$ м; рабочее давление $p=40$ МН/м^2; момент инерции цилиндра $J=3180\cdot10^{-8}$ м^4; поперечная сила $N=0$.

Расчет выполняется в такой последовательности:

$$M_ц = M_{цT} = 0{,}8 \cdot 10^6 \cdot 0{,}00743 = 5944 \text{ Н·м};$$

$$\sigma_{zB} = -\frac{5944 \cdot 0{,}16}{2 \cdot 3180 \cdot 10^{-8}} = -15 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2;$$

$$\sigma_{tB} = 40 \cdot 10^6 \frac{0{,}19^2 + 0{,}16^2}{0{,}19^2 - 0{,}16^2} = 233{,}9 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2;$$

$$\sigma_{rB} = -40 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2;$$

$$\sigma_{эB} = 10^6 \sqrt{\frac{1}{2}\left[(-40 - 233{,}9)^2 + (233{,}9 + 15)^2 + (-15 + 40)^2\right]} = 262{,}2 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2;$$

$$n_ц = \frac{600 \cdot 10^6}{262{,}2 \cdot 10^6} = 2{,}288.$$

Испытательное давление

$$p_и = 1{,}5p = 1{,}5 \cdot 40 \cdot 10^6 = 60 \cdot 10^6;$$

$$n_и = \frac{0{,}19^2 - 0{,}16^2}{0{,}19\sqrt{3}} \cdot \frac{600 \cdot 10^6}{60 \cdot 10^6} = 1{,}688;$$

$1{,}688 > [n]$.

7.10. Материалы деталей гидроцилиндров и технические условия на изготовление

7.10.1. Гильзы

Гильзы изготавливают из бесшовных горячедеформированных труб по ГОСТ 8732-78. Эти детали определяют работоспособность гидроцилиндра, поэтому к ним предъявляются высокие требования по точности размеров, геометрической форме и чистоте обработки поверхностей.

При изготовлении гильз должны выполняться следующие технические требования:

1)шероховатость внутренней поверхности R_a = 0,32...0,15 мкм, продольные риски не допускаются;

2)непрямолинейность по оси гильзы - не более 0,03 мм на длине 500 мм;

3)конусность, овальность и бочкообразность внутреннего диаметра на всей длине гильзы - в пределах не более половины допуска на внутренний диаметр;

4)биение оси диаметра внешней обработанной поверхности относительно оси внутреннего диаметра - не более половины допуска на внешний диаметр;

5)биение торцов гильзы относительно продольной оси - не более 0,05 мм;

6)монтажные фаски, облегчающие заводку под углом 20^0 при шероховатости R_a=l,25 мкм;

7)резьбы и крепления головок должны быть выполнены по классу точности 2а, допускаемое биение среднего диаметра резьбы относительно поверхности центрирования головки - не более половины допуска на диаметр центрирующей поверхности;

8)у гильз, к которым приварены задние головки с проушинами, а также траверсы или цапфы, допускаются:

а)смещение оси отверстия под палец в задней проушине относительно оси внутреннего диаметра гильзы — не более 0,03 мм;

б)неперпендикулярность оси отверстия относительно оси внутреннего диаметра гильзы - не более 0,01 мм на длине 100 мм;

в)отклонение от соосности поверхности цапфы относительно внутреннего диаметра гильзы - не более 0,1 мм;

г)неперпендикулярность оси цапфы относительно оси внутреннего диаметра - не более 0,1 мм на длине 100 мм;

9)предельное отклонение рабочей поверхности в зависимости от типа применяемого уплотнения и давления рабочей жидкости (H9-H8).

В отечественном машиностроении гильзы силовых гидроцилиндров изготавливают из углеродистых сталей марок 35 и 45. В отдельных случаях

гильзы могут быть изготовлены из легированных сталей.

7.10.2. Штоки

Штоки гидроцилиндров изготовляют из сталей марок 35, 45, 20Х, 40Х и 40ХН. Они должны отвечать следующим техническим требованиям:

1)шероховатость рабочих поверхностей R,=0,32.. .0,16 мкм;

2)предельное отклонение рабочей поверхности в зависимости от типа применяемого уплотнения и давления рабочей жидкости (f9-f8);

3)овальность и конусность рабочих поверхностей, а также их относительное смещение - не более половины допуска на размер;

4)непрямолинейность образующей цилиндрической поверхности штока - не более 0,01 мм на длине 500 мм; .

5)рабочая поверхность штока должна иметь двухслойное хромирование для обеспечения стойкости к непосредственному воздействию шахтной среды и рабочей жидкости, износостойкости и антифрикционных свойств;

6)в сварных штоках следует предусматривать отверстия для выхода газов при сварке и термообработке во избежание разрыва трубы.

В качестве заготовки обычно используют круглый прокат, поэтому первой операцией служит отрезка заготовки, подрезка торцов и центрирование.

Если проушина спроектирована как одно целое со штоком, то для ее образования производится высадка конца штока перед фрезерно-центровальной операцией.

В сварных конструкциях перед фрезерно-центровальной операцией проушины приваривают на сварочном полуавтомате в среде углекислого газа (в заготовке штока предварительно растачивают отверстие дня, проушины). Качество сварного шва контролируют магнитным дефектоскопом.

Термическая обработка штоков заключается в улучшении после предварительной механической обработки до НВ 240...280 с последующей закалкой ТВЧ до HRC 45...55. Штоки из стали 20Х цементируются до h = 2...2 мм; HRC 54.. .60. Для этого перед шлифованием производится закалка ТВЧ с высокотемпературным отпуском или улучшение.

7.10.3. Поршни

Поршни изготавливают из серого чугуна СЧ 21, СЧ 28, СЧ 32, а также из стали 35 или 45 с покрытием бронзой, латунью, капроном.

При изготовлении поршней должны выполняться следующие технические требования:

1)рабочая поверхность поршня выполняется с предельными отклонениями по f8, f9, а отверстие, которым поршень насаживается на шток - Н9;

2)шероховатость сопрягаемых поверхностей - R_a = 32...0,16 мкм;

3)биение рабочей поверхности относительно посадочного отверстия, а также конусность и овальность - не более половины, допуска на размер;

4)биение торцов поршня не более - 0,05 мм.

Биметаллические поршни изготавливают наплавкой бронзы на основание стали 35 (реже - 45). Заготовку под наплавку подготавливают следующим образом. Места наплавки нужно очистить от масла и ржавчины травлением. Перед наплавкой заготовки подогревают в электропечи или газовой горелкой до температуры 700 ^{0}С. Наплавку выполняют газовой горелкой; заготовку в процессе наплавки постепенно поворачивают.

В качестве флюса при наплавке используется обезвоженная мелкотолченая бура, которой посыпают места наплавки. Бронзу применяют в виде прутков диаметром 6.,.10 мм или полос шириной 6...8 мм и толщиной 3...4 мм. Качество наплавки проверяют внешним осмотром (на наплавленной поверхности не должно быть газовых раковин и трещин). После окончательной механической обработки толщина наплавленного слоя должна быть не менее 2 мм, ширина - не менее 8 мм.

Реже применяют напрессовку бронзового кольца на стальное основание поршня.

7.10.4. Втулки

Биметаллические втулки изготовляют наплавкой бронзы на внутреннюю поверхность. Заготовкой служит стальной стакан с глухим или приваренным дном.

Общие технические требования для направляющих втулок:

1)шероховатость рабочей поверхности Ra=2,5...0,63 мм;

2)предельное отклонение рабочей поверхности в зависимости от типа применяемого уплотнения и давления рабочей жидкости (H9-H8);

3)отклонение от геометрической формы - в пределах половины допуска на размер;

4)неперпендикулярность рабочего торца втулки к оси отверстия рабочей поверхности - не более 0,05 мм.

7.10.5. Крышки

Крышки (головки) изготовляют из стальных поковок (сталь 35, 45), отливок из стали, серого чугуна СЧ 21, СЧ 28, СЧ 32, а также из сплавов алюминия Д16Т, АК4, АК6.

Если сама крышка является направляющей, то в этом случае она должна быть изготовлена из серого чугуна или иметь на рабочей поверхности наплавку из бронзы, развальцованную латунную втулку или наплавку капрона.

8. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ГИДРОСИСТЕМЫ

В процессе эксплуатации гидросистем масло нагревается. Основной причиной нагрева является наличие гидравлических сопротивлений в системе гидропривода. С возрастанием температуры жидкости интенсифицируется процесс окисления масла, выпадают сгустки смол и шлама, что нарушает нормальную работу гидросистемы. Обычно принимают максимально допустимую температуру масла в баке 55-60°С. При длительной работе гидропривода температурный перепад достигает значения установившегося. Тепловая энергия расходуется на нагревание гидробака с маслом, а также рассеивается в пространство путем теплопередачи от нагретых поверхностей бака, трубопроводов, гидроаппаратов и гидродвигателей.

Для установившегося теплового режима температурный перепад в °С определится по формуле

$$\Delta T = \frac{\Delta N_{пот}}{\Sigma K_1 \cdot F_1}, \qquad (99)$$

где $\Delta N_{пот}$ - потерянная мощность, кВт;

F_1 - поверхность теплопередачи, $м^2$;

K_1 - коэффициент теплопередачи участка, $кВт/м^{2\cdot 0}С$ (таблица 8).

С другой стороны температурный перепад ΔT определится

$$\Delta T = T_м - T_в, \qquad (100)$$

где $T_м$ - установившаяся температура масла в баке, $^0С$;

$T_в$ - температура окружающего воздуха, $^0С$ (в расчетах можно принимать 20…25°С). Установившаяся температура масла должна быть не выше $60^0С$.

Таблица 8

Значения коэффициента теплопередачи

	Условия теплообмена	K_1, $кВт/м^{2\cdot 0}С$
1.	Свободно обтекаемая открытая поверхность	0,015
2.	Обдув поверхности вентилятором	0,023
3.	Затрудненная циркуляция воздуха вокруг нагретой поверхности (привод расположен в нише)	0,010
4.	Охлаждение проточной водой змеевиков и ребристых поверхностей	0,110…0,175

Потерянная мощность $N_{пот}$ в кВт определится

$$N_{пот} = N_{вх}(1-\eta).$$

При тепловых расчетах считается, что в бак масло залито до 0,8 его высоты. Площадь стенок бака $F_б$ в м^2, соприкасающихся с жидкостью, учитывается полностью (в том числе основание), а остальная площадь учитывается на 50%.

$$F_б = F_1 + \frac{F_2}{2}, \quad (101)$$

где $F_б$ - расчетная площадь бака, м^2;

F_1 - площадь стенок бака, соприкасающихся с жидкостью (в том числе крышка), м^2;

F_2 - площадь стенок бака, не соприкасающихся с жидкостью (в том числе крышка), м^2.

При отношении ребер бака от 1:1:1 до 1:2:3 расчетная площадь бака $F_б$ в м^2 может быть ориентировочно определена по формуле

$$F_б = 6{,}5\sqrt[3]{V_б^2}, \quad (102)$$

где $V_б$ - объем масла в баке, м^3.

Емкость бака должна быть не меньше емкости гидросистемы. Обычно емкость бака' выбирают равной трехминутной подачи насоса и более. Если длина трубопроводов невелика, то считают, что теплопередача происходит только через поверхности стенок бака.

Если установившаяся температура масла получается более 60^0С, следует выполнять бак с ребрами для увеличения площади поверхности теплоотдачи, увеличить площадь стенок или улучшить условия теплообмена.

9. РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОЙ И РЕГУЛИРОВОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРОПРИВОДА

Возможности разработанной гидравлической схемы могут быть оценены путем построения регулировочной и механической характеристик гидропривода. Эти характеристики взаимоувязывают три основных параметра гидросистемы:

скорость движения выходного звена (V или n).

нагрузку на выходном звене (R или M).

параметр регулирования гидромашины ($U_н$ или $U_м$) или дросселя ($U_{др}$).

Скорость движения выходного звена определится:

для гидропривода с поступательным движением выходного звена

$$V = \frac{Q_п}{F_{п.р}}, \quad (103)$$

для гидропривода с вращательным движением выходного звена

$$n = \frac{Q_п}{q}, \quad (104)$$

где $Q_п$ - фактический полезный расход жидкости, затрачиваемый на совершение рабочих движений. м^3/с;

$F_{п.р}$ - рабочая площадь поршня, м^2.

Расход жидкости Q_n на совершение рабочих движений зависит от способа регулирования гидропривода, типа привода и места установки дросселя в гидросистему.

При объемном способе регулирования: для гидросистемы с гидроцилиндром

$$Q_п = Q_{нт} \cdot U_н - a_{п1}\left(\Sigma\Delta p + \frac{R}{F_{п.р}}\right), \quad (105)$$

для гидросистемы с гидромотором

$$Q_п = Q_{нт} \cdot U_н - a_{п2}\left(\Sigma\Delta p + \frac{2\pi \cdot M}{q_м}\right). \quad (106)$$

При дроссельном способе регулирования, когда дроссель установлен в напорной гидролинии:

для гидросистемы с гидроцилиндром

$$Q_п = Q_{др} - a_{п3} \cdot \frac{R}{F_{п.р}}, \quad (107)$$

для гидросистемы с гидромотором

$$Q_п = Q_{др} - a_{п4} \cdot \frac{2\pi \cdot M}{q_м}. \quad (108)$$

При дроссельном способе регулирования, когда дроссель установлен в сливной гидролинии

$$Q_п = Q_{др} \cdot \frac{F_{пр}}{F_{пд}}. \quad (109)$$

При дроссельном способе регулирования, когда дроссель установлен параллельно гидродвигателю: для гидросхемы с гндроцилиндром

$$Q_п = Q_{нт} - Q_{др} - a_{п5}\left(\Sigma\Delta p + \frac{R}{F_{п.р}}\right), \quad (110)$$

для гидросхемы с гидромотором

$$Q_п = Q_{нт} - Q_{др} - a_{п5}\left(\Sigma\Delta p + \frac{2\pi \cdot M}{q_м}\right). \quad (111)$$

где $\Sigma\Delta p$ - суммарные потери давления, определяемые по формулам 34, 35, 36, 37, 38 как сумма всех членов после ($p_р$+$p_{др}$);

$Q_{нт}$ - теоретическая подача насоса, м^3/с;

$Q_{др}$ - расход жидкости дросселем, м^3/с.

$$Q_{др} = \alpha \cdot f_{max} \cdot U_{др} \cdot \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}, \quad (112)$$

где f_{max} - максимальное значение величины расходного окна дросселя, $м^2$;

Δp - перепад давления на дросселе, Па.

Перепад давления на дросселе зависит от места установки дросселя в гидросистеме и типа гидродвигателя.

При установке дросселя в напорной гидролинии:

для гидросистемы с гидроцилиндром

$$\Delta p_{др} = p_{кл} - \Delta p_{нм} - \frac{R}{F_{п.р}} - \Delta p_{ц} - \Delta p_{сл} \cdot \frac{F_{шр}}{F_{п.р}}, \quad (113)$$

для гидросистемы с гидромотором

$$\Delta p_{др} = p_{кл} - \Delta p_{нм} - \frac{2\pi \cdot M}{q_{м}} - \Delta p_{м} - \Delta p_{сл}, \quad (114)$$

где $\Delta p_{ц}$ - потери давления на преодоление сил трения в гидроцилиндре;

$$\Delta p_{ц} = \frac{R_{п} + R_{ш}}{F_{пр}}, \quad (115)$$

$\Delta p_{м}$ - потери давления на преодоление сил трения в гидромоторе;

$$\Delta p_{м} = p(1 - \eta_{мм}), \quad (116)$$

где $\eta_{мм}$ - механический КПД гидромотора.

При установке дросселя в сливной гидролинии: для гидросистемы с гидроцилиндром

$$\Delta p_{др} = (p_{кл} - \Delta p_{нм} - \Delta p_{ц})\frac{F_{пр}}{F_{пд}} - \frac{R}{F_{пд}} - \Delta p_{сл} \quad (117)$$

для гидросистемы с гидромотором

$$\Delta p_{др} = p_{кл} - \Delta p_{нм} - \Delta p_{нм} - \frac{2\pi \cdot M}{q_{м}} - \Delta p_{сл} \quad (118)$$

При установке дросселя параллельно гидродвигателю для гидросистемы с гидроцилиндром

$$\Delta p_{др} = \Delta p_{нм} + \Delta p_{ц} + \frac{R}{F_{пд}} + \Delta p_{сл} \cdot \frac{F_{пр}}{F_{пд}} - \Delta p_{сл} \quad (119)$$

для гидросистемы с гидромотором

$$\Delta p_{др} = p_{нм} + \Delta p_{м} + \Delta p_{сл} + \frac{2\pi \cdot M}{q_{м}}. \quad (120)$$

Полный градиент утечек $a_{п}$ определится:

для гидросистемы с гидроцилиндром при объемном способе регулирования

$$a_{п1} = a_{н} + a_{р} + a_{кл};$$

для гидросистемы с гидроцилиндром при дроссельном способе регулирования

$$a_{п2} = a_н + a_м + a_{кл};$$

для гидросистемы с гидроцилиндром при дроссельном способе регулирования, когда дроссель установлен в напорной гидролинии

$$a_{п3} = a_р + a_ц;$$

для гидросистемы с гидромотором при дроссельном способе регулирования, когда дроссель в напорной гидролинии

$$a_{п4} = a_р + a_м;$$

для гидросистемы с гидромотором при установке дросселя параллельно или в сливной гидролинии

$$a_{п5} = a_н + a_м + a_р + a_{кл}.$$

В этих выражениях градиенты утечек аппаратов имеют обозначения: $a_н$ - насоса; $a_м$ - гидромотора; $a_р$ - гидрораспределителя; $a_{кл}$ – предохранительного или переливного клапана; $a_ц$.-гидроцилиндра.

Градиенты утечек отдельных шдроаппаратов определятся

$$a = \frac{\Delta Q_{ном.а}}{P_{ном.а}},$$

где $\Delta Q_{ном.а}$ - объемные потери в гидроаппарте при его номинальном давлении $P_{ном\cdot а.}$

Значения параметров берутся из паспортной характеристики соответствующего гидроаппарата.

Пользуясь выражениями (103),(104),(105),(106) вычисляем значения скоростей V и n при изменении параметров регулирования $U_{др}$ или $U_н$ от 0 до 1 для нескольких значений R или M (не менее пяти). По результатам вычислений строим регулировочную характеристику V = f(U) или n = f (U) для нескольких значений R или M.

Вычислив значения V или n при изменении R или M от нуля до максимального значения, для нескольких значений U (не менее пяти), строим механическую характеристику V = f(R) или n = f(M). Для удобства работы результаты вычислений можно свести предварительно в таблицу.

Момент M, Н·м R (кН)	Частота вращения, n, об/мин (υ, м/с)				
	U = 0	U = 0,25	U = 0,5	U = 0,75	U = 1
0					
2					
4					
6					
8					

10. НЕКОТОРЫЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ГИДРОСИСТЕМ

На гидравлических и пневматических схемах все машины и аппараты, а также линии связи изображаются сплошной линией толщиной S. Линии управления изображают сплошной линией толщиной S/2, дренажные линии изображают пунктиром толщиной S/2.

Функциональные группы гидросхем обводят тонкой штрихпунктирной линией S/3.

Все элементы схемы нумеруются по порядку по направлению потока рабочей среды. Номера проставляются на полках линий-выносок, другой конец которых оканчивается точкой. Все элементы схемы, имеющие номер, записываются в перечень элементов, который помещают на первом листе схемы над основной надписью.

На схемах с небольшим количеством входящих элементов их наименования, обозначения и характеристики указываются на полках линий-выносок. Перечень элементов отсутствует.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П.1

Значение коэффициента устойчивости К для гидроцилиндров конструкции, соответствующей рис. 7 *а, б*

$\beta = \frac{L_1}{L}$	$\mu = \frac{E_2 \cdot J_2}{E_1 \cdot J_1}$								
	1,2	**1,4**	**1,6**	**1,8**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
0,10	1,199	1,397	1,594	1,791	1,927	2,960	3,917	4,858	5,780
0,20	1,188	1,372	1,552	1,727	1,898	2,683	3,351	3,908	4,365
0,21	1,187	1,368	1,545	1,717	1,883	2,639	3,66	3,776	4,186
0,22	1,185	1,364	1,537	1,705	1,867	2,592	3,178	3,643	4,010
0,23	1,183	1,359	1,520	1,693	1,850	2,543	3,088	3,511	3,839
0,24	1,181	1,354	1,570	1,680	1,832	2,492	2,999	3,383	3,675
0,25	1,178	1,349	1,511	1,666	1,813	2,441	2,909	3,257	3,518
0,26	1,176	1,343	1,501	1,652	1,794	2,388	2.821	3,136	3,369
0,27	1,173	1,337	1,491	1,637	1,773	2,336	2,735	3,020	3,228
0,28	1,170	1,330	1,481	1,621	1,752	2,283	2,650	2,908	3,095
0,29	1,167	1,324	1,470	1,605	1,731	2,231	2,568	2,802	2,970
0,30	1,164	1317	1,458	1,589	1,709	2,179	2,489	2,701	2,852
0,31	1,161	1310	1,446	1,572	1,686	2,128	2,413	2,605	2,741
0,32	1,158	1,303	1,434	1,555	1,664	2,078	2,340	2,515	2,637
0,33	1,155	1,295	1,422	1,537	1,641	2,029	2,270	2,429	2,540
0,34	1,152	1,288	1,411	1,522	1,621	1,986	2,209	2,355	2,457
0,35	1,148	1,280	1,399	1,504	1,598	1,940	2,145	2,278	2,370
0,36	1,144	1,272	1,386	1,486	1,576	1,895	2,084	2,205	2,289
0,37	1,141	1,264	1373	1,469	1,553	1,851	2,025	2,136	2,213
0,38	1,137	1,256	1,360	1.451	1,531	1,809	1,970	2,071	2,141
0,39	1,133	1,248	1,348	1,434	1,509	1,769	1,917	2,010	2,073
0,40	1,129	1,240	1,335	1,417	1,488	1,730	1,866	1,952	2,10
0,41	1,125	1,231	1,322	1,400	1,467	1,692	1,818	1,897	1,950
0,42	1.121	1,223	1,310	1,383	1,446	1,657	1,772	1,845	1,894
0,43	1,117	1,215	1,297	1367	1,426	1,729	1,622	1,796	1,840
0,44	1,113	1,207	1,285	1,350	1,406	1,589	1,688	1,749	1,790
0,45	1,109	1,198	1,273	1,335	1,387	1,557	1,649	1,705	1,743
0,46	1,105	1,190	1,261	1,319	1,368	1,527	1,611	1,663	1,698
0,47	1,101	1,182	1,249	1,304	1,350	1,498	1,576	1,624	1,656
0,48	1,097	1,174	1,237	1,289	1332	1,470	1,542	1,586	1,616
0,49	1,093	1,167	1,226	1,275	1,443	1,315	1,510	1,551	1,579
0,50	1,089	1,159	1,215	1.261	1,299	1,418	1,480	1,517	1,543
0,60	1,052	1,091	1,120	1,144	1,162	1,219	1,247	1,264	1,275
0,70	1,025	1,043	1,056	1,066	1,074	1,098	1,110	1,117	1,122
0,80	1,008	1,014	1,018	1,021	1,024	1,031	1,035	1,037	1,039
0,90	1,002	1,002	1,003	1,003	1,003	1,004	1,005	1,005	1,005

Продолжение таблицы П.1

$\beta = \frac{L_1}{L}$	$\mu = \frac{E_2 \cdot J_2}{E_1 \cdot J_1}$								
	7	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
0,10	6,684	7,566	8,427	9,264 I	10,077	10,863	11,622	12,352	13,053
0,20	4,741	5,047	5,300	5,509	5,684	5,833	5,959	6,069	6,164
0,21	4,516	4,782	4,999	5178	5,327	5,453	5,560	5,652	5,732
0,22	4,300	4,531	4,719	4,872	5,000	5,107	5,199	5,277	5,345
0,23	4,094	4.296	4,459	4,591	4,701	4,793	4,876	4,939	4,997
0,24	3,900	4,076	4,218	4,333	4,428	4,508	4,575	4,633	4,684
0,25	3,717	3,872	3,995	4,096	4,178	4,248	4,307	4,357	4,401
0,26	3,545	3,682	3,790	4,878	3,950	4,011	4,062	4,107	4,145
0,27	3,384	3,505	3,601	3,678	3,742	3,795	3,840	1,879	3,912
0,28	3,234	3,341	3,426	3,494	3,500	3,597	3,637	3,671	3,701
0,29	3,094	3,189	3,264	3,325	3,375	3,417	3,452	3,482	3,508
0,30	2,963	3,048	3,115	3,169	3,214	3,251	3,282	3,309	3,332
0,31	2,841	2,917	2,977	3,025	3,065	3,098	3,126	3,150	3,171
0,32	2,727	2,796	2,849	2,893	3,928	3,958	3,983	3,004	3,023
0,33	2,621	2,682	2,731	2,770	2,801	2,828	2,851	2,870	2,887
0,34	2,513	2,587	2,631	2,667	2,696	2,720	2,740	2,758	2,773
0,35	2,438	2,483	2,528	2,560	2,586	1,608	2,627	2,643	2,656
0,36	2,350	2,396	2,432	2,461	2,458	2,505	2,521	2,536	2,548
0,37	2,268	2,310	2,343	2,369	2,391	2,408	2,424	2,437	2,448
0,38	2,191	2,230	2,259	2,283	2,303	2,319	2,333	2,345	2,355
0,39	2,119	2,154	2,181	2,203	2,221	2,236	2,248	2,259	2,268
0,40	2,052	2,084	2,108	2,128	2,144	2,158	2,169	2,179	2,188
0,41	1,988	2,017	2,040	2,058	2,073	2,085	2,096	2,105	2,113
0,42	1,929	1,955	1,976	1,993	2,006	2,017	2,027	2,035	2,045
0,43	1,873	1,897	1,916	1,931	1,944	1,954	1,963	1,970	1,977
0,44	1,820	1,842	1,860	1,973	1,885	1,894	1,902	1,909	1,915
0,45	1,770	1,791	1,807	1,819	1,830	1,839	1,846	1,852	1.8581
0,46	1,723	1,742	1,757	1,768	1,778	1,786	1,793	1,799	1,804
0,47	1,679	1,696	1,710	1,721	1,729	1,737	1,743	1,748	1,753
0,48	1,637	1,653	1,666	1,676	1,684	1,690	1,696	1,701	1,705
0,49	1,598	1,613	1,624	1,633	1,641	1,647	1,652	1,657	1,661
0,50	1,561	1,574	1,585	1,593	1,600	1,606	1,611	1,615	1,618
0,60	1,283	1,289	1,294	1,297	1,300	1,303	1,305	1,037	1,308
0,70	1,125	1,128	1,130	1,131	1,132	1,133	1,134	1,135	1,136
0,80	1,040	1,041	1,040	1,042	1,042	1,043	1,043	1,043	1,043
0,90	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1.006	1,006	1,006	1,006

Продолжение таблицы П.1

$\beta = \frac{L_1}{L}$	$\mu = \frac{E_2 \cdot J_2}{E_1 \cdot J_1}$								
	16	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
0,10	1,3723	14,363	14,872	15,550	16,198	16,614	17,102	17,561	17,993
0,20	6,247	6,320	6,385	6,444	6,496	6,543	6,586	6,625	6,661
0,21	5,802	5,864	5.919	5,968	6,012	6,052	6,088	6,121	6,152
0,22	5,405	5,457	5,504	5,546	5,583	5,617	5,648	5,676	5,702
0,23	5,048	5.093	5,133	5,169	5,201	5,230	5,257	5,281	5,303
0,24	4,728	4,767	4,801	4,832	4,860	4,885	4,908	4,929	4,948
0,25	4,439	4,473	4,503	4,530	4,554	4,576	4,596	4,614	4,630
0,26	4,178	4,208	4,234	4,257	4,279	4,298	4,315	4,331	4,345
0,27	3,942	3,968	3,991	4,011	4,030	4,047	4,062	4,076	4,088
0,28	3,727	3,750	3,770	3,788	3,805	3,819	3,833	3,845	3,856
0,29	3,531	3,552	3,570	3,586	3,600	3,613	3,625	3,636	3.646
0,30	3,353	3,371	3,387	3,401	3,414	3,426	3,436	3,446	3,455
0,31	3,189	3,205	3,220	3,232	3,244	3,254	3,264	3,272	3,268
0,32	3,039	3,054	3,066	3,078	3,088	3,097	3,106	3,114	3,121
0,33	2,901	2,914	2,926	2,936	2,945	2,954	2,961	1,968	2,875
0,34	2,786	2,798	2,809	2,818	2,826	2,834	2,841	2,847	2,853
0,35	2,668	2,679	2,688	2,697	2,704	2,711	2,717	2,723	2,728
0,36	2,559	2,569	2,577	2,585	2,592	2,598	2,604	2,609	2,613
0,37	2,458	2,467	2,474	2,481	2,488	2,493	2,498	2,503	2,507
0,38	2,364	2,372	2,379	2,388	2,391	2,396	2,401	2,405	2,409
0,39	2,277	2,284	2,290	2,295	2,301	2,306	2,310	2,314	2,317
0,40	2,195	2,202	2,208	2,213	2,218	2,222	2,226	2,229	2,232
0,41	2,119	2,125	2,131	2,136	2.140	2,144	2,147	2,150	2,153
0,42	2,049	2,054	2,059	2,063	2,067	2.071	2,074	2,077	2,080
0,43	1,982	1,887	1,992	1,995	1,999	2,003	2,006	2,008	2,011
0,44	1,920	1,925	1,929	1,933	1,936	1,939	1,942	1,944	1,947
0,45	1,862	1,867	1,870	1,874	1,877	1,880	1,882	1,884	1,886
0,46	1,808	1,812	1,815	1,818	1,821	1,824	1,826	1,828	1,830
0,47	1,757	1,761	1,764	1,767	1,769	1,771	1,774	1,775	1,777
0,48	1,709	1,712	1,715	1,718	1,720	1,722	1,724	1,726	1,728
0,49	1,664	1,667	1,670	1,672	1,674	1676	1,678	1,680	1,681
0,50	1,621	1,624	1,627	1,629	1,631	1,633	1,634	1,636	1,637
0,60	1,310	1,311	1,312	1,313	1,314	1,315	1,315	1,316	1,317
0,70	1,136	1,137	1,137	1,138	1,138	1,138	1,139	1,139	1,139
0,80	1,044	1,044	1,044	1,044	1,044	1,044	1,044	1,044	1,044
0,90	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006

Продолжение таблицы П.1

$\beta = \frac{L_1}{L}$	$\mu = \frac{E_2 \cdot J_2}{E_1 \cdot J_1}$								
	25	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**35**	**45**	**50**
0,10	18,399	18,779	19,136	19,470	19,784	20,079	21,300	22,883	23,413
0,20	6,694	6,724	6,752	6,778	6,802	6,824	6,916	7,036	7,080
0,21	6,179	6,205	6,228	6,250	6,270	6,289	6,367	6,47	6,506
0,22	5,727	5,747	5,767	5,786	5,803	5,819	5,886	5,974	6,005
0,23	5,323	5 342	5,359	5,375	5,390	5,404	5,461	5,537	5,563
0,24	4,965	4,981	4,996	5,010	5,023	5,035	5,084	5,150	5,173
0,25	4,645	4,659	4,672	4,684	4,696	4,706	4,749	4,805	4,826
0,26	4,358	4,371	4,382	4,393	4,402	4,411	4,449	4,499	4,517
0,27	4,100	4,111	4,121	4,130	4,139	4,147	4,180	4,224	4,739
0,28	3,867	3,876	3,885	3,893	3,901	3,908	3,937	3,976	3,990
0,29	3,655	3,664	3,671	3,679	3,685	3,692	3,718	3,752	3,764
0,30	3,463	3,470	3,477	3,484	3,490	3,495	3,519	3,549	3,560
0,31	3,288	3,294	3,300	3,306	3,312	3,317	3,337	3,365	3,374
0,32	3,127	3,133	3,139	3,144	3,149	3,153	3,172	3,197	3,205
0,33	2,980	2,986	2,991	2,995	3,000	3,004	3,020	3,043	3,005
0,34	2,858	2,863	2,868	2,872	2,876	2,880	2,895	2,915	2,922
0,35	2,733	2,738	2,742	2,746	2,749	2,752	2,766	2,784	2,791
0,36	2,618	2,622	2,625	2,629	2,632	2,635	2,647	2,664	2,670
0,37	2,511	2,515	2,518	2,521	2,524	2,527	2,538	2,553	2,558
0,38	2,412	2,416	2,419	2,422	2,424	2,427	2,437	2,451	2,455
0,39	2,321	2,324	2,326	2,329	2,331	2 334	2,343	2,355	2,360
0,40	2,235	2,238	2,241	2,243	2,245	2,247	2,256	2,267	2,271
0,41	2,156	2,159	2,161	2,263	2,165	2,167	2,175	2,185	2,189
0,42	2,082	2,084	2,086	2,088	2,090	2,092	2,099	2,109	2,112
0,43	2,013	2.015	2,017	2,019	2,021	2,022	2,029	2,037	2,040
0,44	1,949	1,951	1,962	1,954	1,955	1,957	1,963	1,971	1,974
0,45	1,888	1,890	1,892	1,893	1,895	1,896	1,901	1,909	1,911
0,46	1,832	1,833	1,835	1,836	1,838	1,839	1,844	1,850	1,853
0,47	1,779	1,780	1.782	1,783	1,784	1,785	1,790	1,796	1,798
0,48	1,729	1,730	1,732	1,733	1,734	1,735	1,739	1.745	1,747
0,49	1,682	1,684	1,685	1,686	1,687	1,688	1,692	1,697	1,699
0,50	1,638	1,640	1,641	1,642	1,643	1,643	1,647	1,652	1,653
0,60	1,317	1,318	1,318	1,319	1,319	1,319	1,321	1,323	1,324
0,70	1,390	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140	1,141	1,142	1,142
0,80	1,045	1,0 15	1,045	1,045	1,045	1,045	1,045	1,045	1,045
0,90	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006

Таблица П.2

Коэффициент устойчивости К для гидроцилиндров конструкции по рис. 7, *в*

$\beta = \frac{L_1}{L}$	$\mu = \frac{E_2 \cdot J_2}{E_1 \cdot J_1}$								
	1,2	**1,4**	**1,6**	**1,8**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
0,10	0,2999	0,3497	0,3995	0,4494	0,4992	0,7475	0,9950	1,242	1,487
0,20	0,2992	0,3482	0,3968	0,4454	0,4935	0,7301	0,9595	1,182	1,396
0,21	0,2991	0,3480	0,3963	0,4450	0,4924	0,7270	0,9532	1,171	1,380
0,22	0,2990	0,3475	0,3957	0,4438	0,4913	0,7236	0,9466	1,160	1,363
0,23	0,2989	0,3473	0,3952	0,4428	0,4901	0,7198	0,9391	1,147	1,344
0,24	0,2986	0,3470	0,3948	0,4420	0,4888	0,7159	0,9309	1,134	1,325
0,25	0,2984	0,3464	0,3938	0,4409	0,4874	0,7115	0,9225	1,120	1,304
0,26	0,2984	0,3461	0,3934	0,4400	0,4857	0,7071	0,9132	1,105	1,282
0,27	0,2981	0,3457	0,3923	0,4387	0,4842	0,7022	0,9038	1,089	1,259
0,28	0,2979	0,3451	0,3915	0,4374	0,4826	0,6970	0,8936	1,073	1,236
0,29	0,2976	0,3445	0,3907	0,4361	0,4807	0,9615	0,8831	1,056	1,211
0,30	0,2975	0,3440	0,3898	0,4347	0,4787	0,6859	0,8718	1,038	1,186
0,31	0,2972	0,3436	0,3889	0,4330	0,4764	0,6798	0,8607	1,020	1,160
0,32	0,2969	0,3429	0,3877	0,4315	0,4745	0,6737	0,8484	1,002	1,134
0,33	0,2966	0,3421	0,3865	0,4299	0,4721	0,6669	0,8365	0,9828	1,109
0,34	0,2965	0,3413	0,3854	0,4281	0,4696	0,6600	0,8238	0,9636	1,083
0,35	0,2961	0,3408	0,3841	0,4262	0,4670	0,6531	0,8110	0,9445	1,057
0,36	0,2957	0,3400	0,3830	0,4242	0,4644	0,6460	0,7979	0,9251	1,031|
0,37	0,2954	0,3391	0,3816	0,4222	0,4518	0,6384	0,7848	0,9057	4,005
0,38	0,2950	0,3385	0,3802	0,4202	0,4590	0,6312	0,7716	0,8862	0,9800
0,39	0,2946	0,3376	0,3787	0,4181	0.4560	0,6235	0,7582	0,8670	0,9552
0,40	0,2942	0,3367	0,3772	0,4159	0,4529	0,6154	0,7445	0,8477	0,9309
0,41	0,2937	0,3348	0,3757	0,4138	0,4501	0,6076	0,7311	0,8288	0,9068
0,42	0,2933	0,3348	03739	0,4113	0,4467	1,5994	0,7177	0,8102	0,8833
0,43	0,2929	0,3336	0,3721	0,4088	0,4437	0,5915	0,7044	0,7918	0,8603
0,44	0,2924	0,3326	0,3705	0,4065	0,4402	0,5831	0,8911	0,7736	0,8382
0,45	0,2919	0,3315	0,3688	0,4037	0,4367	0,5749	0,6779	0,7558	0,8164
0,46	0,2916	0,3303	0,3669	0,4013	0,4333	0,5666	0,6647	0,7385	0,7951
0,47	0,2910	0,3292	0,3649	0,3985	0,4300	0,5584	0,6519	0,7213	0,7745
0,48	0,2905	0,3282	0,3632	0,3958	0,4263	0,5502	0,6392	0,7046	0,7544
0,49	0,2900	0,3270	0,3612	0,3931	0,4226	0.5420	0,6265	0,6884	0,7350
0,50	0,2894	0,3258	t03592	0,3901	0,4189	0,5336	0,6140	0,5724	0,7162
0,60	0,2829	0,3119	0,3377	0,3806	0,3803	0,4555	0,5027	0,5347	0,5577
0,70	0,2754	0,2966	0,3145	0,3297	0,3428	0,3881	0,4143	0,4314	0,4434
0,80	0,2670	0,2806	0,2914	0,3005	0,3080	0,3324	0,3457	0,3540	0,3598
0,90	0,2585	0,2643	0,2698	0,2737	0,2769	0,2870	0,2922	0,2954	0,2975

Продолжение таблицы П.2

$\beta = \frac{L_1}{L}$	$\mu = \frac{E_2 \cdot J_2}{E_1 \cdot J_1}$								
	7	**8**	**9**	**10**	**12**	**14**	**16**	**18**	**20**
0,10	1,732	1,976	2,219	2,461	2,942	3,418	3,891	4,359	4,822
0,20	1,603	1,802	1,992	2,176	2,517	2,826	3,105	3,355	3,579
0,21	1,580	1,772	1,954	2,127	2,447	2,733	2,987	3,211	3,409
0,22	1,556	1,740	1,913	2,076	2,375	2,637	2,867	3,068	3,243
0,23	1,530	1,706	1,870	2,023	2,301	2,514	2,747	2,926	3,080
0,24	1,503	1,670	1,825	1,968	2,225	2,443	2,629	2,788	2,923
0,25	1,475	1,632	1,778	1,912	2,148	2,346	2,513	2,634	2,773
0,26	1,445	1,594	1,730	1,854	2,071	2,251	2,400	2,525	2,631
0,27	1,414	1,554	1,681	1,796	1,995	2,157	2,291	2,402	2,495
0,28	1,382	1,513	1,632	1,738	1,920	2,067	2,167	2,286	2,369
0,29	1,349	1,473	1,583	1,681	1,846	1,979	2,087	2,175	2,249
0,30	1,316	1,432	1,534	1,624	1,776	1,895	1,992	2,071	2,137
0,31	1,283	1,319	1,486	1,569	1,706	1,115	1,902	1,973	2,031
0,32	1,250	1,350	1,438	1,514	1,640	1,738	1,817	1,880	1,933
0,33	1,217	1,311	1,391	1,461	1,576	1,655	1,736	1,793	1,840
0,34	1,184	1,217	1,346	1,410	1,515	1,596	1,660	1,71.1	1,754
0,35	1,152	1,233	1,301	1,360	1,456	1,530	1,588	1,634	1,673
0,36	1,120	1,195	1,258	1,313	1,401	1,457	1,520	1,562	1,597
0,37	1,088	1,158	1,277	1,767	1,347	1,408	1,456	1,494	1,525
0,38	1,058	1,122	1,176	1,223	1,296	1,352	1,395	1,430	1,458
0,39	1,028	1,088	1,138	1,180	1,247	1,298	1,338	1,370	1,396
0,40	0,9983	1,054	1,100	1,139	1,201	1,248	1,284	1,313	1,337
0,41	0,9698	1,022	1,064	1,100	1,157	1,200	1,233	1,260	1,281
0,42	0,9424	0,9901	1,030	1,063	1,115	1,155	1,185	1,209	1,229
0,43	0,9153	0,959	0,9965	1,027	1,075	1,112	1,140	1,62	1,180
0,44	0,8891	0,9306	0,9648	0,9930	1,038	1,071	1,095	1,117	1,133
0,45	0,8641	0,9025	0,9340	0,9603	1,001	1,032	1,058	1,074	1,090
0,46	0,8395	0,8753	0,9047	0,9289	0,9670	0,9952	1,017	1,034	1,048
0,47	0,8161	0,8493	0,8765	0,9290	0,9342	0,9602	0,9803	0,9962	1,009
0,48	0,7933	0,8243	0,8495	0,8704	0,9029	0,9270	0,9456	0,9602	0,9721
0,49	0,7713	0,8002	0,8236	0,8430	0,8731	0,8954	0,9125	0,9261	0,9370
0,50	0,7501	0,7770	0,7988	0,8168	0,8447	0,8654	0,8812	0,8937	0,9039
0,60	0,5751	0,5885	0,5993	0,6081	0,6216	0,6314	0,6390	06449	0,6497
0,70	0,4522	0,4589	0,4643	0,4686	0,4753	0,4801	0,4837	0,4866	0,4889
0,80	0,3640	0,3672	0,3697	0,3717	0,3748	0,3770	0,3787	0,3800	0,3810
0,90	0,2991	0,3002	0,3012	0,3019	0,3030	0,3038	0,3044	0,3048	0,3052

Продолжение таблицы П.2

$\beta = \frac{L_1}{L}$	$\mu = \frac{E_2 \cdot J_2}{E_1 \cdot J_1}$								
	22	**24**	**26**	**28**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**
0,10	5,281	5,734	6,182	6,625	7,065	8,130	9,158	10,14	11,08
0,20	3,778	3,956	4,114	4,256	4,383	4,646	4,849	5,011	5,140
0,21	3,584	3,379	3,875	3,996	4,103	4,325	4,496	4,630	4,739
0,22	3,396	3,529	3,647	3,750	3,812	4,030	4,174	4,287	4,378
0,23	3,214	3,350	3,431	3,520	3,599	3,789	3,881	3,977	4,054
0,24	3,040	3,141	3,229	3,308	3,373	3,511	3,615	3,697	3,763
0,25	2,876	2,964	3,040	3,106	3,165	3,283	3,374	3,444	3,500
0,26	2,721	2,797	2,864	2,922	2,973	3,075	3,154	3,215	3,264
0,27	2,575	2,642	2,701	2.751	2,795	2,885	2,953	3,006	3,049
0,28	2,438	2,498	2,549	2,593	2,632	2,711	2,740	2,817	2,854
0,29	2,311	2,363	2,408	2,448	2,482	2,551	2,603	2,664	2,677
0,30	2,191	2,223	2,278	2,313	2,343	2,404	2,451	2,487	2,516
0,31	2,080	2,122	2,157	2,188	2,515	2,269	2,310	2,343	2,368
0,32	1,976	2,013	2,045	2,073	2.097	2,145	2,182	2,210	2,233
0,33	1,879	1,913	1,941	1,966	1,987	2,030	1,063	2,089	2,109
0,34	1,789	1,819	1,844	1,866	1,885	1,924	1,954	1,954	1,995
0,35	1,704	1,731	1,754	1,774	1,791	1,826	1,853	1,853	1,890
0,36	1,625	1,650	1,670	1,688	1,704	1,735	1,759	1,759	1,793
0,37	1,551	1,573	1,592	1,608	1,622	1,651	1,672	1,672	1,703
0,38	1,482	1,502	1,519	1,534	1,546	1,572	1,592	1,592	1,619
0,39	1,417	1,435	1,451	1,464	1,472	1,499	1,517	1,517	1,542
0,40	1,356	1,373	1,387	1,399	1,410	1,431	1,447	1,447	1,470
0,41	1,299	1,314	1,327	1,338	1,348	1,367	1,382	1,382	1,403
0,42	1,245	1,259	1,271	1,281	1,290	1,308	1,321	1,321	1,340
0,43	1,195	1,207	1,218	1,227	1,235	1,252	1,264	1,264	1,274
0,44	1,147	1,159	1,169	1,177	1,184	1,199	1,211	1,211	1,226
0,45	1,102	1,113	1,122	1,130	1,136	1,150	1,160	1,160	1,175
0,46	1,060	1,070	1,078	1,085	1,091	1,104	1,113	1,113	1,127
0,47	1,020	1,029	1,036	1,043	1,049	1,060	1,069	1,076	1,081
0,48	0,9820	0,9902	0,9973	1,003	1,009	1,019	1,027	1,034	1,039
0,49	0,9462	0,9538	0,9603	0,9659	0,9708	0,9806	0,9880	0,9938	0,9985
0,50	0,9122	0,9193	0,9253	0,9305	0,9350	0,9441	0,9509	0,9563	0,9606
0,60	0,6536	0,6569	0,6597	0,6621	0,6642	0,6685	0,6717	0,8742	0,6762
0,70	0,49	0,4924	0,4937	0,4949	0,4959	0,4979	0,4934	0,5005	0,5015
0,80	0,3919	0,3826	0,3832	0,3837	0,3842	0,851	0,3858	0,3863	0,3867
0,90	0,3055	0,3058	0,3060	0,3062	0,3064	0,3067	0,3069	0,3071	0,3073

Таблица П.3

Механические характеристики сталей

Марка стали	Размер сечения* заготовки, мм	Твердость, НВ	Параметр, МПа		
			$\sigma_т$	$\tau_т$	E
35	До 100	До 207	320	190	$2{,}1 \cdot 10$
45	До 100	До 207	360	210	$2{,}04 \cdot 10$
	До 100	241...285	580	350	
40Х	Свыше 100 до 200	197...241	480	290	$2{,}18 \cdot 10$
	До 100	241...285	600	360	
40ХН	Свыше 100 до 200	197...241	580	350	$2{,}04 \cdot 10$
	До 100	241...285	600	360	
30ХГСА	Свыше 100 до 200	197...241	470	280	$1{,}98 \cdot 10^5$
	До 100	241...285	600	360	
	До 30	269...321	700	420	

* Диаметр сплошного круга или толщина стенки трубы.

Таблица П.4

Коэффициент продольного изгиба φ

Предел текучести $\sigma_т$, МПа	Приведенная гибкость, λ											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	ПО	120
200	0,988	0,567	0,939	0,906	0,869	0,827	0,782	0,734	0,665	0,599	0,537	0,479
240	0,987	0,962	0,931	0,894	0,852	0,805	0,754	0,686	0,612	0,542	0,478	0,419
280	0,985	0,959	0,924	0,883	0,836	0,785	0,724	0,641	0,565	0,493	0,427	0,366
320	0,984	0,955	0,917	0,873	0,822	0,766	0,687	0,602	0,522	0,448	0,381	0,321
360	0,983	0,952	0,911	0,863	0,809	0,749	0,654	0,566	0,483	0,408	0,338	0,287
400	0,982	0,949	0,905	0,854	0,796	0,721	0,623	0,532	0,447	0,369	0,306	0,260
440	0,981	0,946	0,900	0,845	0,785	0,696	0,595	0,501	0,413	0,335	0,280	0,237
480	0,980	0,943	0,895	0,839	0,775	0,672	0,568	0,471	0,380	0,309	0,258	0,219
520	0,979	0,941	0,891	0,832	0,764	0,650	0,542	0,442	0,349	0,286	0,239	0,203
560	0,978	0,938	0,887	0,825	0,746	0,628	0,518	0,414	0,326	0,267	0,223	0,190
600	0,977	0,935	0,883	0,820	0,729	0,608	0,494	0,386	0,305	0.250	0,209	0,178
о40	0,977	0,934	0,879	0,814	0,712	0,588	0,470	0,359	0,287	0.235	0,197	0,167
680	0,977	0,932	0,875	0,808	0,694	0,568	0,446	0,332	0,259	0,220	0,185	0,156
720	0,977	0,930	0,871	0,802	0,678	0,548	0,422	0,305	0,251	0,205	0,173	0,145
760	0,977	0,928	0,867	0,796	0,661	0,528	0,398	0,278	0,233	0,190	0,161	0,134
800	0,977	0,926	0,863	0,790	0,644	0,508	0,374	0,251	0,215	0,175	0,149	0,123

При гибкости > 120 следует увеличить жесткость штока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Н.С.Гудилин и др. Гидравлика и гидропривод (под общей редакцией И.Л.Пастоева. Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Горные машины и оборудование». М.: Изд. МГГУ, 2006 г. – 520 с.
2. В.Н.Вернер и др. Гидро- и пневмопривод. Учебное пособие для студентов вузов РФ специальности «Горные машины и оборудование». Кемерово, 2003 г. – 225 с.
3. Н.М.Суслов, Ю.А.Лагунова. Объемные гидравлические машины гидро- и пневмоприводов. Екатеринбург, Изд. УГГУ, 2008 г. - 358 с.
4. Н.М.Суслов. Инструкция по оформлению пояснительной записки к курсовому и дипломному проектам для студентов профилизаций направления 551800 – «Технологические машины и оборудование». Екатеринбург, 1995 г. - 20 с.
5. В.Ф.Ковалевский и др. Справочник по гидроприводам горных машин. М., Недра, 1978 г. – 502 с.
6. В.И.Анурьев. Справочник конструктора–машиностроителя. – М., Машиностроение, 1968 г. – 686 с.
7. Н.М.Суслов, В.С.Шестаков, И.И.Рутковская. Основные элементы объемного гидравлического привода. Методические указания по курсовой работе. Екатеринбург, УГГА, 1958 г. – 34 с.
8. С.Ф.Бердин. Расчет гидроцилиндров на устойчивость и прочность. Вестник машиностроения, 1981. № 7. с. 29-31.
9. Н.М.Суслов и др. Вспомогательные элементы объемного гидравлического привода. Методические указания по курсовой работе. Екатеринбург, УГГА, 1998 г. – 12 с.
10. В.А.Марутов и др. Гидроцилиндры. Конструкции и расчет. М.: Машиностроение, 1966 г. – 170 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 5
2. ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ 5
3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ 5
   3.1. Содержание пояснительной записки 6
   3.2. Содержание графического материала курсовой работы 6
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ..... 7
   4.1. Исходные данные для расчета 8
   4.2. Разработка принципиальной гидравлической схемы..... 15
   4.3. Выбор гидродвигателей 15
   4.4. Выбор насоса 17
   4.5. Выбор направляющей аппаратуры 18
   4.6. Выбор регулирующей аппаратуры 18
   4.7. Выбор фильтра 20
5. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ 22
6. РАСЧЕТ КПД ГИДРОСИСТЕМЫ 29
7. РАСЧЕТ ГИДРОЦИЛИНДРА 30
   7.1. Толщина стенки цилиндра 30
   7.2. Толщина задней крышки цилиндра 31
   7.3. Расчет фланцев гидроцилиндра..... 32
   7.4. Расчет элемнтов крепления крышек 35
   7.5. Расчет стыжных шпилек 37
   7.6. Расчет проушины, сварного соединения крышки с гильзой и резьбового крепления поршня 38
   7.7. Расчет гидроцилиндров на устойчивость 41
   7.8. Расчет штока на прочность 43
   7.9. Расчет цилиндра на прочность 48
   7.10. Материалы деталей гидроцилиндров и технические условия на изготовление..... 50
      7.10.1. Гильзы 50
      7.10.2. Штоки 51
      7.10.3. Поршни 51
      7.10.4. Втулки 52
      7.10.5. Крышки 52
8. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ГИДРОСИСТЕМЫ 53
9. РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОЙ И РЕГУЛИРОВОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРОПРИВОДА 54
10. НЕКОТОРЫЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ГИДРОСХЕМ 58
Приложения 59
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 68

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ГМК
(протокол № 1 от 04.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Ю. А. Лагунова

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по организации самостоятельной работы и практические задания для обучающихся

Б1.В.04 ГИДРАВЛИКА И ГИДРОПНЕВМОПРИВОД

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Форма обучения: ***очная, заочная, очно-заочная***

год набора: **2026**

Автор: Лагунова Ю. А., д-р техн. наук, профессор

Екатеринбург

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ 3

1. Повторение материала лекций 3

2. Выполнение самостоятельного домашнего задания 4

2.1. Задания для самостоятельной работы 4

2.2. Порядок выполнения. 13

4.3. Оформление и порядок защиты 13

ЛИТЕРАТУРА 14

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время невозможно представить современное оборудование, применяемое на нефтяных и газовых промыслах без гидравлических и пневматических приводов. Гидравлический пневматический привод позволяют повысить производительность, мощность и энергоэффективность машин, при этом сохраняя малые габариты. Выпускники университета должны уметь рассчитывать, проектировать, обслуживать гидравлические и пневматические системы, применяемые на нефтегазовых промыслах.

Цель самостоятельной работы: обучение студентов проектированию и расчетам гидравлического и пневматического приводов для технологических машин и оборудования в горном деле. Умение рассчитывать и проектировать гидравлические и пневматические системы приводов позволит в последующей профессиональной деятельности разрабатывать оптимальные конструкции с минимальной массой и стоимостью и сократить продолжительность разработки проектов.

В методических указаниях приведены задачи типовых заданий для самостоятельной работы, практикуется применение индивидуальных заданий, соответствующих выбранному студентом направлению будущей работы. Такими заданиями являются выполнение расчетов для отдельных механизмов и узлов экскаваторов, дробилок, буровых установок и т.п.

Результат изучения дисциплины:

Знать:

- проблемы создания горных машин из различных типов и назначений;
- конструктивные схемы приводов основных механизмов горных машин;
- технические характеристики и конструктивные особенности гидравлических машин и гидроаппаратов гидроприводов горных машин;
- теоретические основы, устройство и методики расчета гидравлических и пневматических приводов;

Уметь:

- проводить расчеты гидропневмоприводов горных машин, выбирать гидроаппараты и гидравлические машины для конкретной гидравлической схемы привода;
- анализировать, синтезировать и критически резюмировать полученную информацию, работать с технической документацией;
- работать с диагностическими приборами для мониторинга технического состояния гидравлических машин и гидроаппаратов;

Владеть:

- методами расчета геометрических, кинематических, силовых, прочностных и энергетических параметров гидравлических и пневматических машин и аппаратов для конкретной гидравлической схемы;
- методами и навыками организации технических мероприятий по обеспечению постоянной работоспособности гидравлических машин с заданными технико-экономическими параметрами эксплуатации;
- методами решения инженерно-технических и прикладных экономических задач с применением вычислительной техники и основных нормативных документов.

1. ПОВТОРЕНИЕ МАТЕРИАЛА ЛЕКЦИЙ

Тема 1: Гидростатика

Жидкость. Сжимаемость. Вязкость. Давление – абсолютное, избыточное, вакуумметрическое. Основное уравнение гидростатики. Сила давления жидкости на плоскую и криволинейную стенки. Относительный покой жидкости. Уравнение поверхности уровня.

Тема 2: Гидродинамика

Движение идеальной жидкости. Реальная жидкость. Уравнение расхода. Уравнение Бернулли. Гидравлические потери напора. Число Рейнольдса. Ламинарный, турбулентный и переходный режимы течения жидкости.

Тема 3: Общие сведения о гидроприводах горных машин общие. Объемные гидромашины

Рабочие жидкости гидропривода. Основные свойства рабочей жидкости. Структурная и принципиальная схема гидропривода. Основные термины и определения. Использование объемных гидромашин в нефтегазовых машинах Основные рабочие параметры объемных гидромашин. Принцип действия объемных гидромашин. Расчет основных параметров объемных гидромашин. Механическая и регулирующая характеристика горых машин. Особенности рабочих процессов объемных гидромашин. Потери энергии в объемных гидромашинах. Расчет основных параметров объемных гидромашин.

Тема 4: Гидроцилиндры

Использование гидроцилиндров в нефтегазовых машинах. Конструктивные схемы гидроцилиндров. Применяемые типы гидравлических уплотнений. Расчет основных параметров гидроцилиндров.

Тема 5: Объемные пневматические машины

Использование объемных пневматических машин в нефтегазовых машинах Основные рабочие параметры пневматических машин. Принцип действия объемных пневматических машин. Расчет основных параметров объемных пневматических машин.

Тема 6: Аппараты управления и регулирования приводов

Клапаны предохранительные. Гидродроссели. Регуляторы потока. Распределители. Основные параметры аппаратов управления и регулирования.

Тема 7: Гидродинамические передачи

Применение гидродинамических передач в нефтегазовых машинах. Преобразование механической энергии в гидродинамическую передачу. Гидромуфты гидротрансформаторы. Регулирование передач.

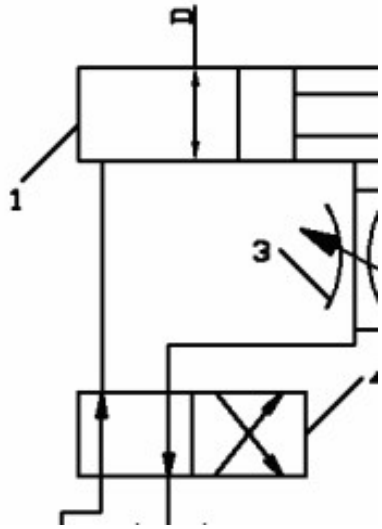
Тема 8: Проектирование гидросхем на стенде-тренажере. Смазочные системы

Условные обозначения гидромашин и гидроаппаратов в гидросхемах приводов. Способы регулирования приводов. Реализация на стенде-тренажере разработанной гидросхемы привода. Снятие характеристики разработанной схемы. Анализ полученных результатов. Основные подвижные соединения в нефтегазовом оборудовании. Системы смазки подвижных соединений. Подбор необходимого оборудования при проектировании смазочных систем и средств смазки.

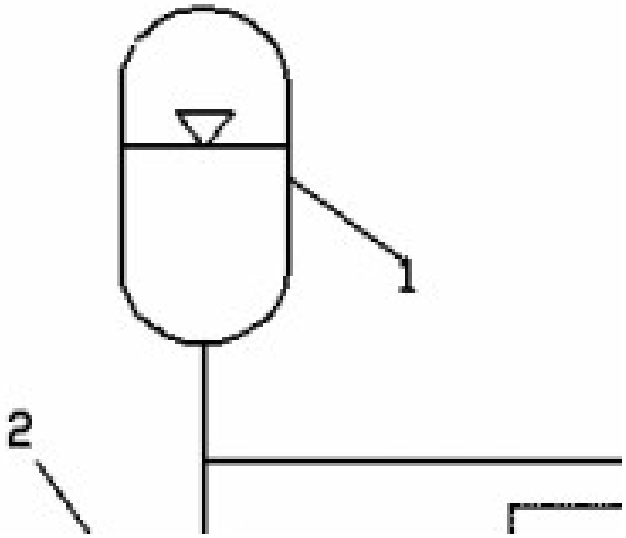
2. ВЫПОЛНЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ

2.1. Задания для самостоятельной работы

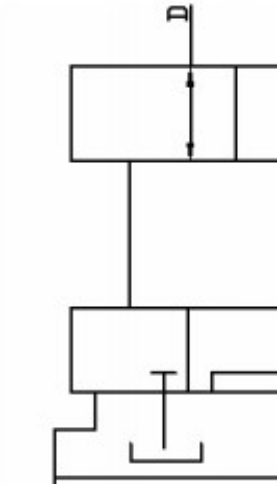
1. В объемном гидроприводе насос 5 развивает давление $p_н$ и постоянную подачу $Q_н$. Уплотнение поршня диаметром D и штока диаметром d в гидроцилиндре 1 манжетное. Пренебрегая утечками масла в обратном гидроклапане 2 и гидрораспределителе 4, определить минимальное и максимальное значения потери мощности из-за слива масла через переливной гидроклапан 6, если расход масла через гидродроссель 3 настраивается в пределах от 4 до 20 л/мин



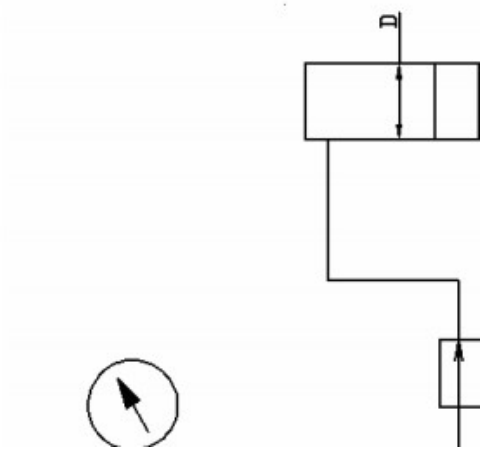
2. В процессе гидравлического испытания пневмогидроаккумулятора 1 емкостью V из открытого бака 3 насосом 2 подан объем V_1 минерального масла с модулем упругости E. Пренебрегая деформацией металла гидроаккумулятора и утечкой масла в гидросистеме, определить, до какой величины повысилось избыточное давление масла в гидроаккумуляторе в результате гидравлического испытания.



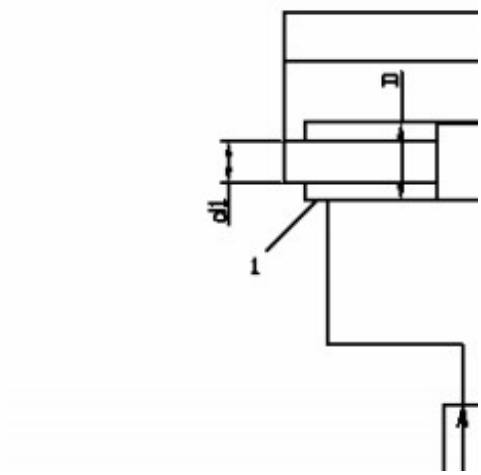
3. В объемном гидроприводе приводной вал роторного насоса вращается от коленвала двигателя внутреннего сгорания через редуктор. Пределы чисел оборотов коленвала двигателя внутреннего сгорания от n_1до n_2. При частоте вращения коленвала двигателя внутреннего сгорания n, насос развивает подачу $Q_н$. Пренебрегая утечкой масла в гидроаппаратуре, определить пределы регулирования скорости движения поршня гидроцилиндра 1 диаметром D. Поршень в гидроцилиндре уплотняется резиновыми кольцами круглого сечения.



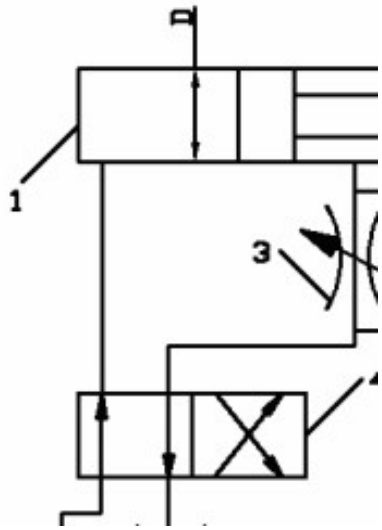
4. В объемном гидроприводе насос 3 при вращении своего приводного вала с частотой n развивает подачу $Q_н$. Уплотнение поршня диаметром dв гидроцилиндре 1 манжетное. Утечка масла в гидросистеме не превышает ΔQ. С учетом утечки масла в гидросистеме определить, с какой частотой необходимо вращать приводной вал насоса для сообщения поршню гидроцилиндра скорости υ при его движении а) вправо, б) влево.



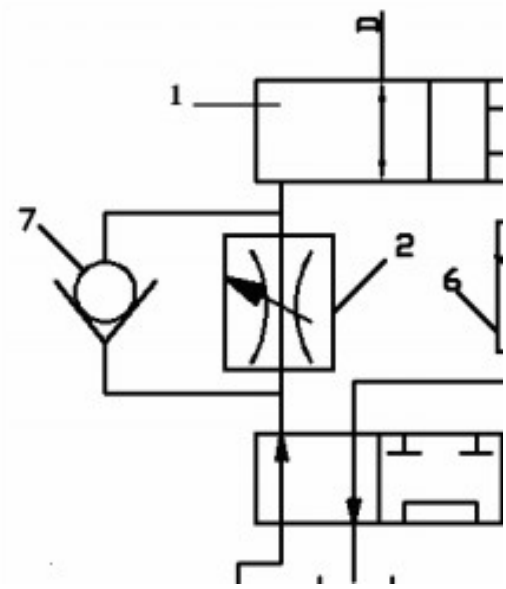
5. Гидроцилиндр 2 с двусторонним штоком одинакового диаметра (d_1–d_2) при давлении масла в рабочей полости Р и противодавлении в сливной полости $P_{пр}$=0,1 МПа развивает тяговое усилие F. Уплотнение поршня и штока в гидроцилиндре манжетное. Насос 4 при вращении собственного приводного вала с частотой $n_н$ развивает подачу $Q_н$. Определить пределы регулирования скорости движения поршня гидроцилиндра при изменении скорости вращения приводного вала насоса 4 от 1000 до 2000 об/мин. Принять $\eta_м$=0,97.



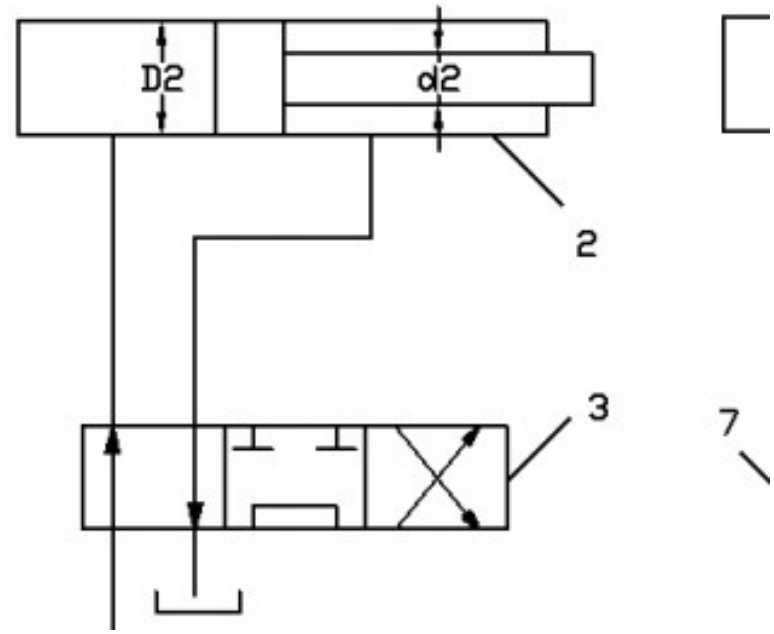
6. В объемном гидроприводе насос 5 развивает давление $p_н$ и постоянную подачу $Q_н$. Уплотнение поршня диаметром D и штока диаметром d в гидроцилиндре 1 манжетное. Пренебрегая утечками масла в обратном гидроклапане 2 и гидрораспределителе 4, определить минимальное и максимальное значения потери мощности из-за слива масла через переливной гидроклапан 6, если расход масла через гидродроссель 3 настраивается в пределах от 4 до 20 л/мин



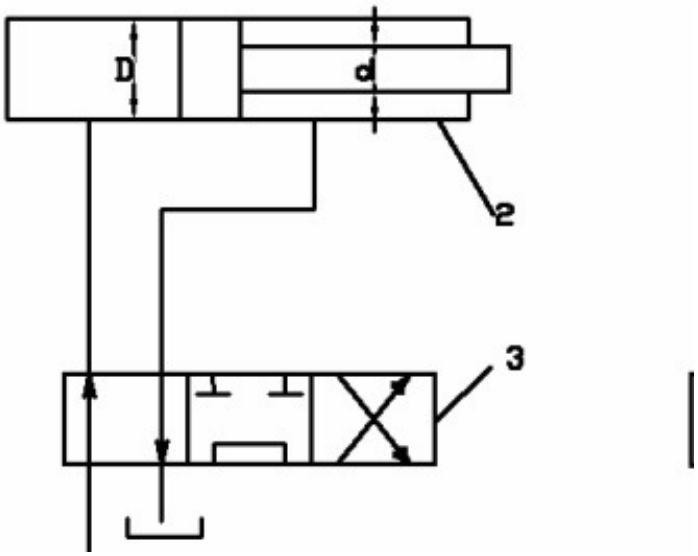
7. В левой полости гидроцилиндра 1 рабочее давление p. Диаметр гидроцилиндра D, диаметр штока d. Уплотнение поршня и штока в гидроцилиндре – манжетное. Противодавление в правой полости гидроцилиндра $p_{пр}$. Насос 5 развивает подачу $Q_н$=12л/мин. Падение (потеря) давления в напорной гидролинии Δp. Определить при движении поршня вправо общий КПД объемного гидропривода, если известны утечка масла через гидроклапан 4 ΔQ и общий КПД $\eta_н$.



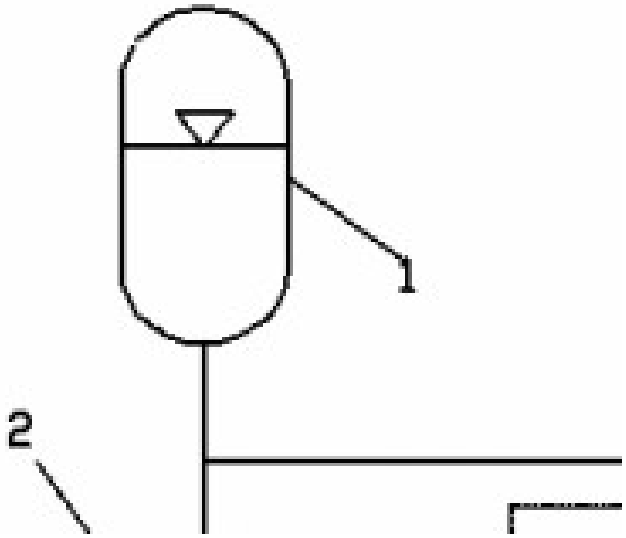
8. В объемном гидроприводе поршень гидроцилиндра 1 диаметром D_1 двигается вправо со скоростью υ_1, а поршень гидроцилиндра 2 D_2 двигается вправо со скоростью υ_2. Уплотнение поршня в каждом гидроцилиндре манжетное. Утечка масла в гидроаппаратуре составляет ΔQ. Определить подачу, развиваемую насосом 4.



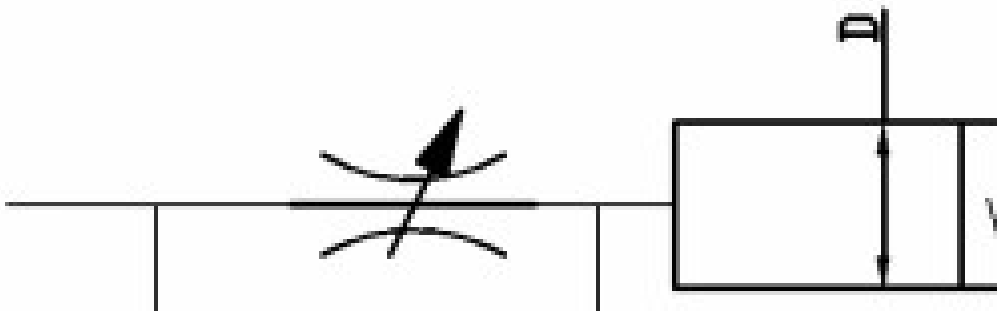
9. В объемном гидроприводе используется гидромотор 1 с рабочим объемом q_0 и гидроцилиндр 2 диаметром D. Уплотнение поршня в гидроцилиндре манжетное. С учетом суммарной утечки масла в гидроаппаратуре в количестве ΔQ определить, какую подачу создает насос 4, когда выходной вал гидромотора вращается со скоростью n, а поршень гидроцилиндра перемещается со скоростью υ. Объемный КПД гидромотора $\eta_{об}$.



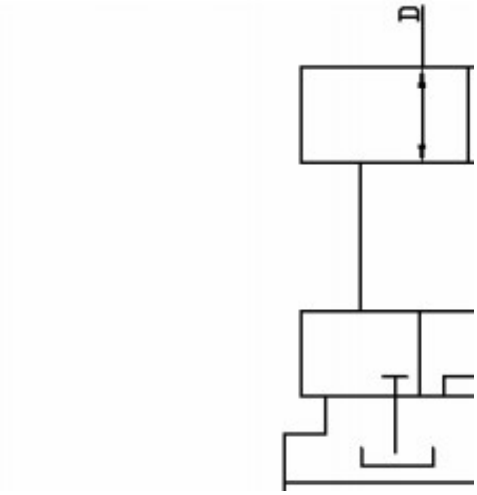
10. В процессе гидравлического испытания пневмогидроаккумулятора 1 емкостью V из открытого бака 3 насосом 2 подан объем V_1 минерального масла с модулем упругости E. Пренебрегая деформацией металла гидроаккумулятора и утечкой масла в гидросистеме, определить, до какой величины повысилось избыточное давление масла в гидроаккумуляторе в результате гидравлического испытания.



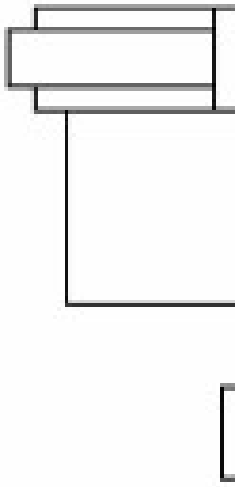
11. Гидравлическое реле выдержки времени с диаметром D поршня 2 срабатывает при перемещении штока 1 вверх на длину l. Определить, на пропуск какого расхода масла необходимо настроить гидродроссель 3, чтобы реле сработало (выдало сигнал управления) через промежуток времени t. Утечкой масла в данном реле пренебречь.



12. Ротор пластинчатого насоса получает вращение от асинхронного двигателя через клиноременную передачу, диаметры шкивов d0= 100мм и d=160мм, частота вращения вала электродвигателя nд, рабочий объем насоса q=16 см3, давление на выходе из насоса P=, объемный КПД ηоб= 0,95. Принять коэффициент проскальзывания клиноременной передачи ψ=0,98; общий КПД насоса ηн=0,8; КПД клиноременной передачи ηр=0,95 и КПД электродвигателя ηэ=0,87. Определить мощность, потребляемую электродвигателем.



13. Подача насоса равна Q=280 л/мин. Рассчитать диаметры всасывающей, напорной и сливной гидролиний, принимая следующие расчетные скорости: V1 =0,6 м/с – для всасывающей гидролинии; V2=4 м/с – для напорной гидролинии; V3= 1,4 м/с – для сливной гидролинии.



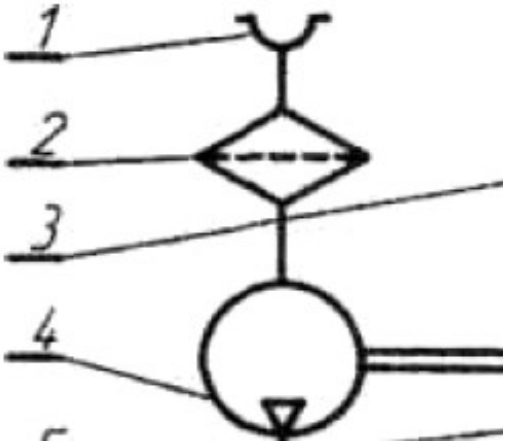
14. Определить конечную температуру воздухапневмодвигателя при адиабатном расширении, если начальная температура 20˚ С, абсолютное давление сжатия 0,6 МПа, а расширения 0,4 МПа.

15. Определите теоретических расход четырехцилиндрового поршневого пневмомотора при частоте вращения 700 мин-1, если объем сжатого воздуха, перемещаемого одним поршнем за цикл, составляет 0,5 дм3, абсолютное давления сжатия 0,6 МПа, давление выхлопа 0,4 МПа, температура сжатого воздуха 300 К.

16. Определите расход турбинного пневмодвигателя, если абсолютное давление сжатого воздуха 0,5 МПа, а его температура 20˚ С. Двигатель имеет два сопла с насадками диаметром 24 мм. Коэффициент расхода насадки 0.92, коэффициент скорости 0.95

17. На рисунке показана расчетная схема магистрального пневмопривода, содержащая вентиль 1 (ζв = 5), распределитель 2 (ζр = 12) и пневмоцилиндр с поршнем 3. Диаметр поршня Dп = 100 мм. Сила полезного сопротивления, приложенная к поршню, F = 0,8 кН. Общая длина труб диаметром D = 10 мм составляет l = 20 м, эквивалентная шероховатость труб ΔЭ = 0,01 мм. Температура воздуха 20 ºС; подводимое давление р0 = 0,63 МПа. Определим скорость перемещения поршня Vп, пренебрегая силами трения. Из уравнения расхода (Мр) $V_{П} = \frac{M_{p}}{\rho \omega_{П}}$, где ωп - площадь поршня, ρ -плотность воздуха в поршневой полости.

18. На рисунке показана система турбонаддува двигателя внутреннего сгорания. Проходя последовательно через фильтр 2, компрессор 4 и охладитель 6 воздух попадает в двигатель внутреннего сгорания. Выхлопные газы, направляемые на выход, проходят через пневматический двигатель 5, который приводится во вращение. Пневмодвигатель в свою очередь приводит во вращение компрессор 4, который имеет с ним общий вал. Определить теоретическую подачу компрессора, если его рабочий объем равен q, а частота вращения вала пневмодвигателя n.



19. Выбрать проходное сечение элементов пневматической линии, состоящей из трубы длиной $L_1 = L_{э1}$ и распределителя; как установлено динамическим расчетом, ее пропускная способность характеризуется величиной $f^{э}_{расч}$

20. Требуется выбрать параметры привода одностороннего действия по следующим данным $\upsilon_{ср} = 0{,}25\,{}^{м}\!/_{с}$ P = 980 Н, S= 0,5 м, m= 10 $\frac{кгс \cdot с^2}{м}$; рм= 0,5 МПа.

21. Определить диаметр цилиндра, а также параметры линий на входе и выходе по следующим данным: P2 = 980 Н; m= 10 $\frac{кгс \cdot с^2}{м}$; s = 0,6 м; рм = 0,5 МПа; диапазон изменения скорости Uср = 0,4…0,6 м/с.

22. Определить тормозной путь $x_т$ и время торможения привода, который нагружен силой P и должен переместить массу m; на длину S со средней скоростью $U_{ср}$. Относительный вредный объем тормозной полости $\xi_{от}=V_{jn}/F_s$ по конструктивным соображениям принимаем равным 0,05.

23. Требуется переместить горизонтально массу m, т. е. груз весом $P_т$ = mg на расстояние S с плавной остановкой в конце хода. По конструктивным соображениям эффективная площадь проходного сечения трубопроводов ограничена значением f (труба ${}^{1}\!/_{2}{}''$) сила полезного сопротивления P_2. Выбрать параметры пневмопривода, работающего в режиме автоторможения, чтобы время перемещения t_s было минимальным.

24.. Определить параметры привода и положение тормозного золотника, если требуется переместить массу m на расстояние S за время t_s. Полная сила сопротивления P. Значения $f_э$ ограничены теми же условиями: $f^{э} = f^{э}_{\max}$,$U \le U_{\max}$, $U_{\max}$.

25. Определить, на сколько изменится время перемещения поршня двустороннего пневмопривода, если через отверстие (Ω_{1-2} = 0,2) в нем часть сжатого воздуха будет перетекать из рабочей полости в выхлопную. Исходные данные: N; Ω , χ , δ_a; $П^F_{2,1}$.

26. Определить рабочее усилие, развиваемое мембранным приводом при перемещении центра мембраны на величину x. Исходные данные диаметр мембраны D_1 диаметр шайбы D_2; толщина ее h; давление сжатого воздуха $p_м$, модуль упругости материала мембраны E, угол наклона образующей мембраны в начальном положении υ (x_0 = 12 мм).

4.2. Порядок выполнения.

1. Выполнить анализ задачи по своему варианту
2. Составление чертежа схемы привода

3. Выбор оптимальных параметров работы привода
4. Выбор способа регулирования
5. Выбор метода расчета.
6. Выбор параметров работ схемы.
7. Решение задачи.
8. Составление графиков.

4.3. Оформление и порядок защиты

Отчет по самостоятельной работе должна включать следующие этапы:

1. Выполнить анализ задачи по своему варианту
2. Составление формул необходимых для решения задачи
3. Выбор переменных.
4. Составление чертежа привода.
5. Решение задачи.
6. Составление графиков.

Выполненное задание представляется преподавателю в письменном виде.

Защита задания выполняется пояснениями о порядке выполнения. Преподавателем оцениваются пояснения студента и ответы на дополнительные вопросы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суслов Н. М., Лагунова Ю. А. Гидравлика, гидро- и пневмопривод: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. 62 с.
2. Суслов Н. М., Лагунова Ю. А. Объемные гидравлические машины гидро- и пневмоприводов: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. 346 с
3. Суслов Н. М., Чиркова А. А. Проектирование и расчет объемного гидропривода: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. 78 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ГМК
(протокол № 1 от 04.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Ю. А. Лагунова

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
для обучающихся

Б1.В.05 ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Форма обучения: **очная, заочная, очно-заочная**

год набора: **2026**

Автор: Калянов А. Е., доцент, к.т.н.

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

Целями дисциплины являются: формирование у обучающихся базовых знаний в области проектирования технологических машин и комплексов; подготовка студентов к решению профессиональных задач; развитие творческого естественнонаучного мышления.

Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины (модуля):

профессиональные

- способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования (ПК-1.1);
- способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-1.2).

Результат изучения дисциплины (модуля):

Знать:

- типы металлоконструкций и их области применения;
- методы конструирования по критериям работоспособности;
- основные принципы расчётов на прочность, жесткость, устойчивость металлоконструкций;
- методы определения допускаемых и действующих напряжений;
- основы расчетов металлоконструкций в САПР.

Уметь:

- пользоваться терминологией, принятой в различных разделах строительной механики;
- выбирать прототипы конструкций при проектировании;
- проводить инженерные расчеты на прочность, устойчивость, осуществлять обработку полученных материалов на ЭВМ;
- выполнять чертежи металлоконструкций по требованиям ЕСКД;

Владеть:

- методами расчета и проектирования металлоконструкций;
- навыками подбора материалов;
- навыками составления расчетных схем;
- навыками создания технической документации.

1. ПОВТОРЕНИЕ ЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1: Металлы для несущих конструкций машин.

Металлы, применяемые в несущих конструкциях машин. Основные характеристики металлов: механические, технологические и характеристики химического состава. Конструкционные стали. Легкие сплавы. Сортамент профилей проката. Рекомендации по выбору материала конструкций [1, 2, 3].

Тема 2: Общие вопросы расчета и конструирования металлоконструкций.

Общие вопросы расчета и конструирования металлоконструкций. Типы металлоконструкций, классификация. Нагрузки, действующие на металлоконструкции. Нормативные документы. Строительные нормы и правила [1, 2, 3].

Тема 3: Расчет по методу допускаемых напряжений. Расчет по методу предельных состояний.

Расчет по методу допускаемых напряжений, определение допускаемых напряжений. Расчет по методу предельных состояний, виды предельных состояний, определения

коэффициентов запаса. Усталостная прочность, кривые усталости, диаграмма предельных состояний. Расчет на выносливость, определение пределов выносливости. Меры по снижению концентрации напряжений [1, 2, 3].

Тема 4: Проектирование и расчет сварных и заклепочных соединений.

Сварка – технологический процесс создания неразъемного соединения. Виды сварных соединений. Типы и конструкция сварных швов. Расчет сварных швов на прочность. Алгоритм создания сварных соединений. Обозначение сварных швов на чертежах. Расчет сварных соединений в САПР. Типы заклепочных швов. Типы заклепок. Алгоритм формирования заклепочного соединения. Расчет заклепочного соединения на прочность. Выполнение чертежей с заклепочными швами. Расчет заклепочных соединений в САПР [1, 2, 3].

Тема 5: Резьбовые соединения. Расчет соединений на прочность.

Резьба, применяемость для создания соединений, типы резьб. Алгоритм формирования резьбового соединения. Расчет резьбового соединения на прочность. Монтажные соединения. Состав резьбового соединения. Расчет проушин. Расчет резьбовых соединений в САПР [1, 2, 3].

Тема 6: **Расчет и конструирование балок. Общие сведения о балках.**

Выбор сечения прокатных балок. Балки, классификация. Сечения прокатных балок. Расчет и конструирование балок. Проверочные расчеты с применением САПР. Общие принципы расчета и проектирования составных балок. Общая и местная устойчивость балок. Расчет сварных швов балок. Составное сечение балок, принцип формирования. Общие принципы расчета проектирования составных балок. Общая и местная устойчивость балок. Расчет сварных швов балок. Проверочные расчеты с применением САПР [1, 2, 3].

Тема 7: Расчет и конструирование стержней. Расчет центрально-сжатых стержней.

Общие сведения, классификация стержней. Алгоритм расчета центрально-сжатых стержней. Устойчивость стержней. Проверочные расчеты соединительных элементов. Проверочные расчеты с применением САПР [1, 2, 3].

Тема 8: Расчет внецентренно-сжатых стержней.

Стержни составного сечения. Алгоритм расчета внецентренно-сжатых стержней. Устойчивость стержней. Проверочные расчеты соединительных элементов. Проверочные расчеты с применением САПР [1, 2, 3].

Тема 9: Расчет и проектирование рамных и ферменных конструкций.

Общие сведения о рамах. Ферменные конструкции, классификация. Составление схемы нагружения, определения усилий в стержнях ферм. Типы сечений элементов ферм. Проверочные расчеты с применением САПР [1, 2, 3].

Тема 10: Металлоконструкции технологических машин и комплексов.

Общие сведения. Расчет металлоконструкций технологических машин. Расчет металлоконструкций оснований буровых установок. Классификаций буровых вышек и оснований. Составление структур и расчетных схем металлоконструкций. Подбор поперечных сечений металлоконструкций вышек и оснований. Проверочные расчеты с применением САПР [1, 2, 3].

2. ПРИМЕР ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

1. Критерии работоспособности буровой вышки величиной нагрузки

- □ жесткость
- □ гибкость
- □ прочность
- □ устойчивость
- □ живучесть

2. Указать название элемента, обозначенного номер 1

- нижний пояс
- раскос
- стойка
- верхний пояс

Ответ: верхний пояс

3. Зависимость для проверки устойчивости внецентренно-сжатых стержней в плоскости действия изгибающего момента

- $\sigma = \frac{N}{\varphi^{вн} F} \le [\sigma]_c$
- $\sigma = \mu \frac{M}{W} + \frac{N}{F} \le [\sigma]_c$
- $\sigma = \frac{N}{c \cdot \varphi_{min} F} \le [\sigma]_c$
- $\sigma = \frac{M}{W} \le [\sigma]_c$

Ответ: $\sigma = \frac{N}{\varphi^{вн} F} \le [\sigma]_c$

4. Вертикальные элементы, работающие на сжатие или сжатие с изгибом – это …

- балка
- стержень
- оболочка
- канат

Ответ: стержень.

5. Из чего составлена балка

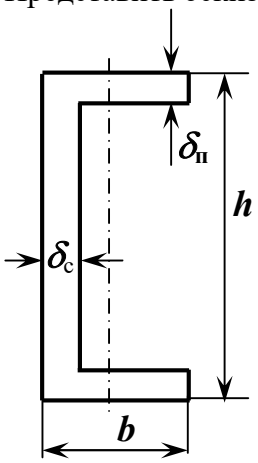
- двутавров
- листов
- уголков

- швеллеров

Ответ: листов

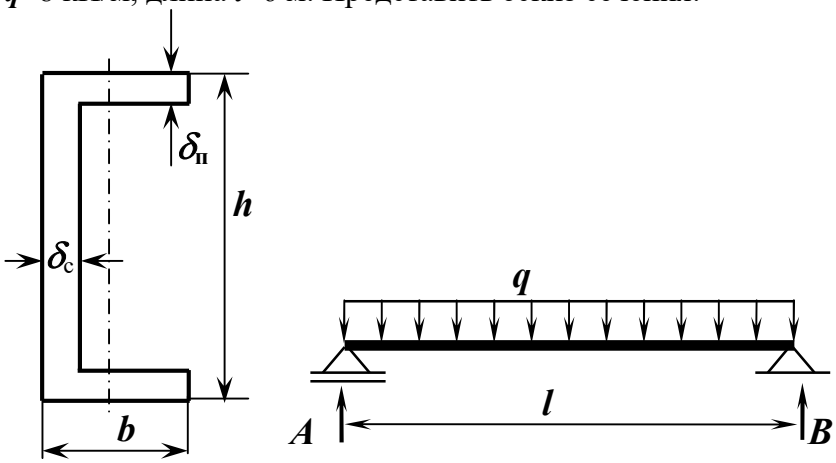
3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Спроектировать болтовое монтажное соединение балки, равнопрочное сечению. Обеспечить передачу усилий только через полки швеллера составного сечения. Представить эскиз соединения.



Материал	h,мм	b,мм	$\delta_{ст}$,мм	$\delta_{п}$,мм
09Г2С	800	320	16	24

2. Разработать конструкцию сварной двутавровой балки. Распределенная нагрузка q=8 кН/м, длина l=6 м. Представить эскиз сечения.



4. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Метод предельных состояний, использование в практических расчетах.
2. Расчеты на выносливость. Мероприятия по снижению концентраций напряжений
3. Концентраторы напряжений, их влияние на предел выносливости.
4. Виды циклов нагружений, параметры, влияние на ресурс.

5. Материалы несущих конструкций, основные характеристики.
6. Основные характеристики материалов металлоконструкций.
7. Рекомендации при выборе материалов для металлоконструкций.
8. Типы металлоконструкций, классификация.
9. Нагрузки, действующие на металлоконструкции.
10. Нормативные документы. Строительные нормы и правила для выполнения расчетов металлоконструкций.
11. Предел ограниченной выносливости, зависимость от цикла напряжений и концентраторов напряжений.
12. Усталостная прочность, кривые усталости, диаграмма предельных состояний.
13. Расчет на выносливость, определение пределов выносливости.
14. Метод допускаемых напряжений, использование в практических расчетах.
15. Сварка – технологический процесс создания неразъемного соединения. Виды сварных соединений.
16. Типы и конструкция сварных швов. Расчет сварных швов на прочность.
17. Алгоритм создания сварных соединений. Обозначение сварных швов на чертежах.
18. Резьба, применяемость для создания соединений, типы резьб.
19. Алгоритм формирования резьбового соединения.
20. Расчет резьбового соединения на прочность
21. Монтажные резьбовые соединения, алгоритм проверочного расчета на прочность.
22. Заклепочные соединения. Типы заклепок. Типы заклепочных швов.
23. Алгоритм формирования заклепочного соединения. Расчет заклепочного соединения на прочность.
24. Балки, классификация. Сечения прокатных балок.
25. Алгоритм проектирования балок сплошного сечения.
26. Алгоритм проектирования балок составного сечения.
27. Составное сечение балок, принцип формирования. Общие принципы расчета проектирования составных балок.
28. Общая и местная устойчивость балок. Расчет сварных швов балок.
29. Общие сведения, классификация стержней. Устойчивость стержней.
30. Алгоритм проектирования центрально сжатых стержней составного сечения.
31. Алгоритм расчета внецентренно-сжатых стержней составного сечения.
32. Общие сведения о рамах. Примеры рамных конструкций. Алгоритм составления расчетной схемы в САПР.
33. Ферменные конструкции, классификация.
34. Составление схемы нагружения, определения усилий в стержнях ферм.
35. Типы сечений элементов ферм. Алгоритм расчета фермы в САПР.
36. Классификаций буровых вышек и оснований.
37. Составление структур и расчетных схем металлоконструкций вышек в САПР.
38. Алгоритм подбора поперечных сечений металлоконструкций вышек и оснований в САПР
39. Предпроцессорная подготовка модели вышки в САПР.
40. Комбинации нагрузок при расчете вышки по нормативным документам.

Литература

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Проектирование металлоконструкций горных машин : учебное пособие / В. И. Саитов, Н. В. Савинова, В. С. Шестаков ; Уральский государственный горный университет. - 3-е изд., испр. . - Екатеринбург : УГГУ, 2007. - 212 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 208-209	20

2	Замрий А. А. Практический учебный курс. CAD/CAE система АРМ WinMachine : учебно-методическое пособие / А. А. Замрий. - Москва : АПМ, 2008. - 144 с. : ил. - ISBN 5-901346-07-6	40
3	Замрий А. А. Проектирование и расчет методом конечных элементов в среде АРМ Structure3D : учебное пособие / А. А. Замрий. - Москва : АПМ, 2010. - 376 с. : ил. - Библиогр.: с. 373. – ISBN 5-901346-06-8; https://dwg.ru/dnl/5220	ЭОР
4	СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия»; http://sniprf.ru/sp20-13330-2016 .	ЭОР
5	СНиП II-23-81 «Стальные конструкции»; https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/14474/	ЭОР

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ГМК
(протокол № 1 от 04.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Ю. А. Лагунова

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Б1.В.06 ПАТЕНТОВЕДЕНИЕ

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)

Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Автор: Комиссаров А. П., д-р. техн. наук, профессор

Екатеринбург

ОФОРМЛЕНИЕ ПАТЕНТНЫХ ПРАВ

Выполнение контрольной работы «Оформление патентных прав» подготавливает будущего специалиста к решению задач в области своей профессиональной деятельности на основе знания законодательства об интеллектуальной собственности, основных прав создателей и пользователей объектов интеллектуальной собственности, и способов их защиты.

Конкретизированные результаты выполнения контрольной работы раскрываются при *получении*:

знаний:

условия патентоспособности новых проектных решений, показатели технического уровня проектируемых изделий

умений:

проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий

владений:

навыками проведения патентных исследований при составлении заявки на выдачу патента на объекты промышленной собственности

1. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ЗАЯВКИ НА ВЫДАЧУ ПАТЕНТА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

Контрольная работа содержит в задании три основных пункта:

1) проанализировать существенные признаки аналогов и прототипа по патентным материалам – описание и формула изобретения; рассмотреть 2-3 патента по заданным преподавателем вариантам, использовать источник поисковой системы Федерального института промышленной собственности (ФИПС) по ссылке https://www.fips.ru/elektronnye-servisy/ ;

2) обосновать существенные признаки заявляемого изобретения, которые отличают от близкого аналога (прототипа) предлагаемую обучающимся (в соответствии с вариантом задания) разработку;

3) оформить материалы заявки (описание и форуму изобретения) в соответствии с примерами оформления, приведенными ниже и показанные в базе ФИПС по ссылке https://www.fips.ru/elektronnye-servisy/ .

Варианты заданий.

Номер варианта	Название машины или оборудования	Узел машины или оборудования	Тип интеллектуальной собственности
1	Карьерный экскаватор ЭКГ	Рабочее оборудование	Изобретение
2	Карьерный экскаватор ЭКГ	Рабочее оборудование	Полезная модель
3	Карьерный экскаватор ЭКГ	Ходовое оборудование	Промышленный образец
4	Карьерный экскаватор ЭКГ	Ходовое оборудование	Изобретение
5	Карьерный экскаватор ЭКГ	Поворотный механизм	Полезная модель
6	Карьерный экскаватор ЭКГ	Поворотный механизм	Промышленный образец

7	Карьерный экскаватор ЭКГ	Поворотный механизм	Изобретение
8	Карьерный экскаватор ЭКГ	Напорный механизм	Полезная модель
9	Карьерный экскаватор ЭКГ	Напорный механизм	Промышленный образец
10	Карьерный экскаватор ЭКГ	Напорный механизм	Изобретение
11	Карьерный экскаватор ЭКГ	Подъемный механизм	Полезная модель
12	Карьерный экскаватор ЭКГ	Подъемный механизм	Промышленный образец
13	Карьерный экскаватор ЭКГ	Подъемный механизм	Изобретение
14	Гидравлический экскаватор	Рабочее оборудование	Полезная модель
15	Гидравлический экскаватор	Рабочее оборудование	Промышленный образец
16	Гидравлический экскаватор	Рабочее оборудование	Изобретение
17	Гидравлический экскаватор	Поворотный механизм	Полезная модель
18	Гидравлический экскаватор	Поворотный механизм	Промышленный образец
19	Гидравлический экскаватор	Поворотный механизм	Изобретение
20	Конусная дробилка	Механизм регулирования разгрузочной щели	Полезная модель
21	Конусная дробилка	Механизм регулирования разгрузочной щели	Промышленный образец
22	Конусная дробилка	Механизм регулирования разгрузочной щели	Программа для ЭВМ
23	Конусная дробилка	Автоматизация частоты вращения конуса	Программа для ЭВМ
24	Щековая дробилка	Механизм регулирования разгрузочной щели	Программа для ЭВМ
25	Валковая дробилка	Механизм регулирования разгрузочной щели	Программа для ЭВМ
26	Молотковая дробилка	Механизм регулирования разгрузочной щели	Программа для ЭВМ
27	Роторная дробилка	Механизм регулирования разгрузочной щели	Программа для ЭВМ
28	Центробежная дробилка	Механизм регулирования разгрузочной щели	Программа для ЭВМ
29	Шаровая мельница	Механизм регулирования частоты вращения	Программа для ЭВМ
30	Мельница самоизмельчения	Механизм регулирования частоты вращения	Программа для ЭВМ
31	Буровой станок	Вращатель	Изобретение
32	Буровой станок	Буровой ключ	Полезная модель
33	Буровой станок	Рабочий инструмент	Промышленный образец

2. ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ ДОКУМЕНТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

2.1. Пример первый

МКИ[9] E02F9/12

МЕХАНИЗМ ПОВОРОТА ПЛАТФОРМЫ ЭКСКАВАТОРА
Авторское свидетельство № 905394, опубл. 15.02.82. Бюл. № 6

Описание изобретения

Изобретение относится к элементам горных и строительно-дорожных машин, в частности к механизмам поворота экскаваторов, отвалообразователей и других машин.

Известно поворотное устройство, включающее опорную раму, поворотную платформу, горизонтальные верхний и нижний диски, между которыми расположены силовые гидроцилиндры, взаимодействующие с зубчатым венцом [1].

Однако в известном устройстве силовые цилиндры из-за жесткого крепления штоков подвержены действию изгибающих усилий, что вызывает увеличение размеров цилиндров.

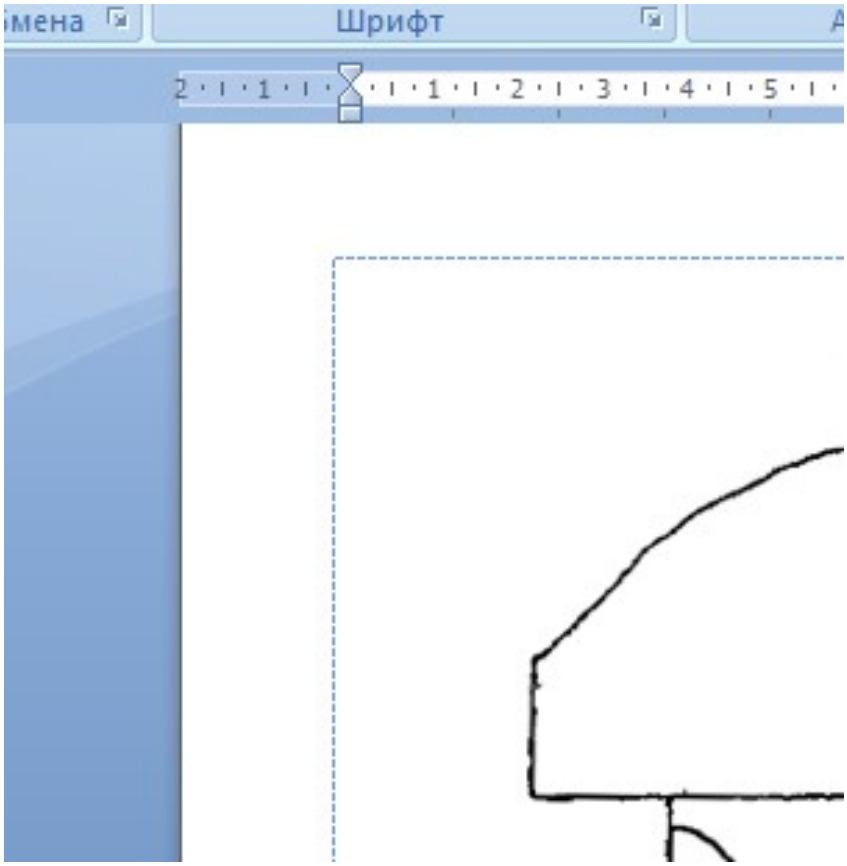
Наиболее близким по техническому решению к предлагаемому изобретению является механизм поворота платформы экскаватора, включающий опорную раму с поворотной платформой, зубчатый венец, прикрепленный к платформе, и силовые цилиндры, штоки которых соединены шарнирно с кривошипами и имеют ролики, установленные с возможностью взаимодействия с зубчатым венцом [2].

Недостатками данного механизма являются сложность монтажа и низкая его ремонтопригодность, поскольку силовые цилиндры расположены внутри зубчатого венца и доступ к механизму ограничен, и большие габариты при расположении силовых цилиндров снаружи венца.

Цель изобретения – уменьшение габаритов и повышение ремонтопригодности механизма поворота платформы экскаватора.

Поставленная цель достигается тем, что зубья венца выполнены на его торцовой поверхности с расположением их продольных осей в горизонтальной плоскости, а силовые цилиндры расположены вертикально.

На рис. 1 изображен механизм поворота платформы экскаватора.



Гидравлический механизм поворота экскаватора включает опорную раму *1*, поворотную платформу *2*, установленные вертикально силовые цилиндры *3*, шарнирно закрепленные на опорной раме *7*, штоки *4* которых снабжены роликами *5* и соединены с кривошипами *6*, установленными на поворотной платформе *2*. Поворотная платформа *2* имеет зубчатый венец *7*, зубья *8* которого выполнены на его торцовой поверхности и их продольные оси *9* расположены в горизонтальной

плоскости, причем ролики *5* установлены с возможностью взаимодействия с зубчатым венцом *7*.

Гидравлический механизм поворота экскаватора работает следующим образом.

При подаче рабочей жидкости в силовые цилиндры *3*, закрепленные на опорной раме *1*, происходит перемещение штоков *4*. Ролики *5* при этом упираются в поверхность зубьев *8* венца *7*. В результате возникает крутящий момент, обеспечивающий заданный закон движения поворотной платформы *2*. При этом кривошипы *6* разгружают силовые цилиндры *3* от действия изгибающих нагрузок.

Данная конструкция гидравлического механизма поворота экскаватора обеспечивает повышение ремонтопригодности, уменьшает длительность и стоимость ремонтных работ на 10-15 % и снижает габариты механизма.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. *Кузнецов В. Н.* Гидравлический механизм поворота платформы экскаватора! Авторское свидетельство СССР № 218065, кл. Е 02 F 3/12, 1968.

2. *Закаменных Ю. Г., Комиссаров А. П., Кубачек В. Р., Филатов В. И.* Гидравлический механизм поворота платформы экскаватора: Авторское свидетельство СССР № 619603, кл. Е 02 F 9/12, 1978 (прототип).

Формула изобретения

Механизм поворота платформы экскаватора, включающий опорную раму с поворотной платформой, зубчатый венец, прикрепленный к платформе, и силовые цилиндры, штоки которых шарнирно соединены с кривошипами и имеют ролики, установленные с возможностью взаимодействия с зубчатым венцом, отличающийся тем, что, с целью уменьшения габаритов и повышения ремонтопригодности, зубья венца выполнены на его торцовой поверхности с расположением их продольных осей в горизонтальной плоскости, а силовые цилиндры расположены вертикально.

2.2. Пример второй

МКИ[9] B66B9/06

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГРУЗОВ
Патент на изобретение № 2069637, опубл. 27.11.96. Бюл. № 33

Описание изобретения

Изобретение относится к горнотранспортному оборудованию, в частности, к транспортированию грузов в карьерах.

Известно устройство для транспортирования грузов, включающее две пары направляющих с установленными на них грузовыми платформами, содержащими эстакаду и ходовую тележку и связанными между собой эластичным элементом, тяговый элемент, выполненный с возможностью взаимодействия с приводными

барабанами, смонтированными на грузовых платформах, и закрепленный в верхней и нижней точках пути транспортирования, систему передачи энергии от транспортируемых на грузовых платформах автосамосвалов к приводным барабанам /1/.

Недостатком указанного технического решения являются большие затраты на подготовку трассы в борту карьера и использование в качестве энергетической установки двигателей автосамосвалов с дорогостоящим топливом.

Наиболее близким техническим решением является устройство для транспортирования грузов, включающее расположенные в двух параллельных плоскостях наклонные верхний и нижний пути с перемещающимися по ним тележками, связанными между собой гибким тяговым органом, огибающим блок, установленный в конце верхнего пути, и привод, при этом каждая из тележек снабжена продольными направляющими и верхняя ее поверхность выполнена с наклоном относительно горизонта под углом 2-4°, а нижняя часть верхнего пути расположена ниже верхней части нижнего пути на высоту, равную разности высот передней и задней стенок тележки /2/.

Недостатком указанного технического решения также являются большие затраты на подготовку трассы для путей, связанные с выполаживанием борта карьера.

Целью изобретения является снижение затрат на подготовку трассы для путей в борту карьера.

Это достигается тем, что в устройстве для транспортирования грузов, включающем пути с перемещающимися по ним тележками, связанными между собой гибким тяговым органом, трасса соответствует профилю борта карьера, пути содержат на каждой площадке уступа две вертикальные стенки с рельсами, расположенными по обе стороны от тележки, а тележка имеет дополнительные колеса, установленные с возможностью взаимодействия с рельсами вертикальных стенок.

Кроме того, для обеспечения натяжения тягового органа рельсы, установленные на площадке уступа, и параллельные им рельсы на вертикальной стенке имеют уклон в сторону выработанного пространства, величина которого больше значения коэффициента сопротивления движению тележки по рельсам.

На рис. 1 показано устройство для транспортирования грузов; вид А на рис. 1.

Устройство для транспортирования грузов включает пути, выполненные в виде рельсов *1*, закрепленных на откосах и на площадках уступов, и содержащие на каждой площадке уступа две вертикальные стенки *2* с рельсами *3*, тележки *4*, связанные между собой гибким тяговым органом *5*, и приводной барабан *6*, причем рельс *3* состоит из двух участков – пологого (параллельного площадке) и наклонного (параллельного откосу уступа), а тележка *4* содержит нижние *7*, верхние *8* колеса и дополнительные колеса *9*, установленные соосно с верхними колесами *8* с возможностью взаимодействия с рельсами *3*.

Кроме того, пологие участки рельсов *1* и *3* имеют уклон *i* в сторону выработанного пространства, определяемый по формуле

$$i > K = \frac{P}{G},$$

где K – коэффициент сопротивления движению тележки по рельсам; P – сопротивление движению тележки по горизонтальному пути; G – сила тяжести тележки.

Этому уклону соответствует угол α, показанный на рис. 2. Соблюдение условия $i > K$ обеспечивает необходимое натяжение каната.

Устройство для транспортирования грузов работает следующим образом. Установка автосамосвалов на тележки *4* осуществляется одновременно: на нижнюю тележку *4*, например, – порожний автосамосвал, на верхнюю – груженый. Затем при вращении приводного барабана *6* нижняя тележка *4* за счет тягового органа *5* перемещается по площадке уступа, верхняя тележка *4* двигается в сторону выработанного пространства под действием собственного веса. При этом нижние колеса *7* тележки *4* катятся по рельсам *1*, а дополнительные колеса *9* – по рельсам *3*, что обеспечивает горизонтальное положение платформы тележки *4*. Далее тележки *4* двигаются по откосам уступа: нижняя – вверх, а верхняя – вниз.

При перемещении тележки *4* по откосу на расстояние, равное расстоянию между осями нижних *7* и верхних *8* колес, дополнительные колеса *9* выходят из контакта с рельсом *3* и тележка *4* двигается по рельсу *1* колесами *7* и *8*.

Предлагаемое техническое решение позволяет до минимума сократить затраты на подготовку трассы, исключить горные работы, связанные с выполаживанием борта карьера под трассу путей, обеспечивает спуск автосамосвалов в карьер по наикратчайшему пути, позволяет уменьшить эксплуатационные расходы на автосамосвалы, уменьшить объем вскрышных работ за счет уменьшения ширины проезжей части автодорог, увеличить производительность автосамосвалов и, в конечном счете, уменьшить себестоимость транспортирования на 10-15 %.

Источники информации:

1. Авторское свидетельство СССР № 603411, кл. B66B9/06, 1979.

2. Авторское свидетельство СССР № 1423486, кл. B66B9/06, 1988.

Формула изобретения

1. Устройство для транспортирования грузов, содержащее пути с установленными на них с возможностью перемещения тележками, связанными между собой гибким тяговым органом, *отличающееся* тем, что пути по трассе соответствуют профилю уступа карьера, при этом пути включают в себя размещенные на каждой площадке уступа две вертикальные стенки с рельсами, расположенными параллельно путям по обе стороны от тележки, которая снабжена дополнительными колесами, установленными с возможностью взаимодействия с рельсами вертикальных стенок.

2. Устройство по п. 1, *отличающееся* тем, что рельсы, установленные на площадке уступа, и параллельные им рельсы на вертикальной стенке, имеют уклон в сторону выработанного пространства, величина которого больше коэффициента сопротивления движению тележки по рельсам.

2.3. Пример третий

МКИ[9] Е 21В 10/36

БУРОВОЕ ДОЛОТО
Патент на полезную модель № 88053, опубл. 27.10.09. Бюл. № 30

Описание полезной модели

Предложение относится к буровой технике, в частности к буровому породоразрушающему инструменту, и может быть использовано при проектировании буровой техники.

Известно буровое долото, содержащее головку с армировкой в виде цилиндрических твердосплавных вставок (штырей), и корпус с хвостовиком.

Наиболее близким аналогом к заявляемой полезной модели по совокупности признаков является буровое долото, содержащее головку с армировкой в виде призматических твердосплавных пластинок (лезвий), включающей опережающее центральное лезвие и основные элементы армировки из периферийных лезвий, и корпус с хвостовиком.

Недостатком известных буровых долот является ограниченная область применения, обусловленная их использованием для ударного бурения крепких и особо крепких пород.

Заявляемая полезная модель решает задачу расширения области применения бурового долота.

Для решения поставленной задачи заявляемая полезная модель содержит следующие существенные признаки, отличительные от наиболее близкого аналога: опережающее лезвие выполнено с размером по длине, равным диаметру долота, причем величина опережения лезвия по отношению к основным элементам армировки равна глубине внедрения лезвия.

В отличие от прототипа заявляемая полезная модель позволяет за счет выполнения опережающего лезвия с размером по длине, равным диаметру долота, причем величина опережения лезвия по отношению к основным элементам армировки равна глубине внедрения лезвия, обеспечить возможность разрушения как крепких и особо крепких пород при ударно-вращательном бурении ввиду образования передового вруба опережающим лезвием под действием ударной нагрузки и снижения сопротивляемости породы внедрению основных элементов армировки; так и пород средней крепости при вращательно-ударном бурении под действием вращательного момента с наложением ударной нагрузки малой энергии, а также пород низкой крепости при вращательном бурении посредством срезания слоя породы толщиной, равной глубине внедрения лезвия, и в результате расширить область применения бурового долота.

Сущность заявляемой полезной модели поясняется чертежом. На рис. 1 приведена схема бурового долота.

Буровое долото содержит головку *1*, армированную опережающим лезвием *2*, длина которого равна диаметру долота, и штырями *3*, причем величина опере-

жения лезвия *2* по отношению к штырям *3* равна глубине внедрения лезвия *2*, и корпус *4* с хвостовиком *5*.

Буровое долото действует следующим образом. При бурении в крепких и особо крепких породах опережающее лезвие *2* под действием ударной нагрузки внедряется в породу и создается передовой вруб, что снижает сопротивляемость породы внедрению штырей *3*. В результате обеспечивается возможность эффективного разрушения крепких и особо крепких пород. При бурении в породах средней крепости разрушение породы осуществляется в основном под действием вращательного момента с наложением ударной нагрузки малой энергии.

При бурении пород низкой крепости внедрение лезвия долота на глубину *h* осуществляется за счет осевой нагрузки, разрушение породы происходит под действием вращательного момента при срезании слоя породы толщиной, равной глубине внедрения лезвия *2*.

Источники информации:

1. *Подэрни Р. Ю.* Механическое оборудование карьеров. 6-е изд. перераб. и доп. М.: Изд. МГГУ, 2007. 680 е.: ил.

2. *Крапивин М. Г., Раков И. Я., Сысоев Н. И.* Горные инструменты. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1990. 256 е.: ил.

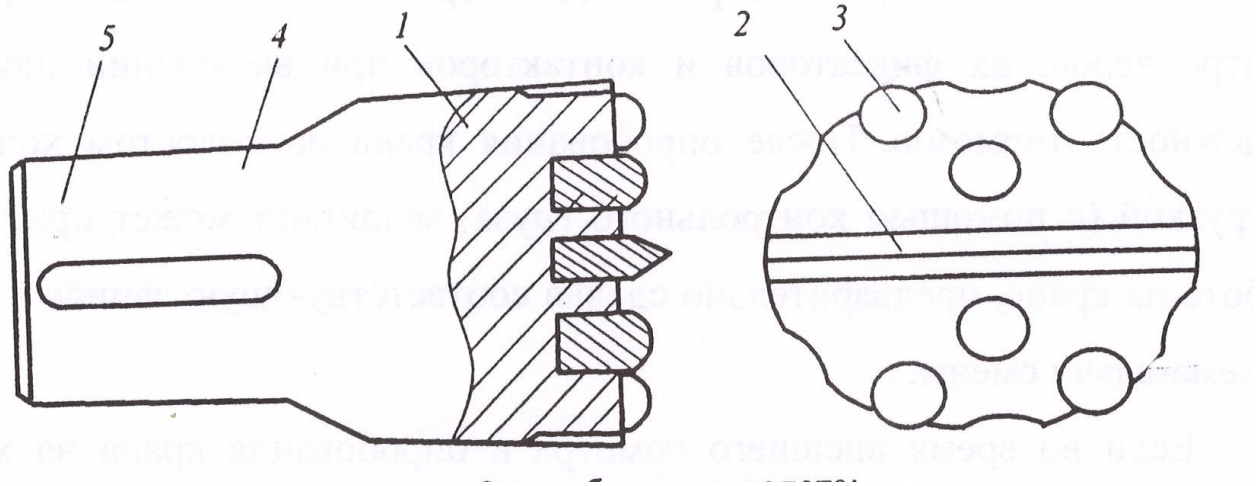


Рис. 1. Схема бурового долота:
1– головка; *2* – лезвие; *3* – штыри; *4* – корпус; *5* – хвостовик

Формула полезной модели

Буровое долото, включающее головку с армировкой, содержащей опережающее лезвие и основные элементы армировки, корпус с хвостовиком, отличающееся тем, что опережающее лезвие выполнено с размером по длине, равным диаметру долота.

Буровое долото по п. 1, *отличающееся* тем, что величина опережения лезвия по отношению к основным элементам армировки равна глубине внедрения лезвия.

Реферат

Буровое долото относится к буровой технике, в частности к буровому породоразрушающему инструменту, и может быть использовано при проектировании буровой техники.

Заявляемая полезная модель решает задачу расширения области применения бурового долота.

Буровое долото действует следующим образом. При бурении в крепких и особо крепких породах опережающее лезвие под действием ударной нагрузки внедряется в породу и создается передовой вруб, что снижает сопротивляемость породы внедрению штырей и обеспечивает возможность эффективного разрушения крепких и особо крепких пород. При бурении в породах средней крепости разрушение породы осуществляется в основном под действием вращательного момента с наложением ударной нагрузки малой энергии. При бурении пород низкой крепости внедрение долота осуществляется за счет осевой нагрузки, разрушение породы происходит под действием вращательного момента при срезании слоя породы толщиной, равной глубине внедрения лезвия.

2.4. Пример четвертый

МКИ[9] B02C 17/10

МЕЛЬНИЦА

Свидетельство на полезную модель № 57638, опубл. 27.10.06

Описание полезной модели

Полезная модель относится к горному и строительно-дорожному машиностроению, а именно к мельницам я измельчительному оборудованию

Известна мельница, содержащая барабан, привод, загрузочную и разгрузочную цапфы и мелющие тела /1/.

Недостатком известной мельницы является низкая производительность, обусловленная малой энергией мелющих тел (шаров), определяемой габаритами мельницы, и низким КПД ввиду потерь энергии при соударении мелющих тел между собой.

Наиболее близким аналогом заявляемой полезной модели по совокупности признаков является мельница, содержащая барабан, привод, загрузочную и разгрузочную цапфы и мелющие тела, закрепленные на вмонтированных в барабан штангах, снабженных рабочими механизмами /2/.

Недостатками данной мельницы являются большая металлоемкость и малая надежность ввиду передачи на барабан и цапфы значительных рабочих нагрузок, возникающих в результате воздействия механизмов на штанги, мелющие тела и измельчаемую среду.

Цель полезной модели – снижение металлоемкости и повышение надежности мельницы.

Поставленная цель достигается тем, что в мельнице, содержащей барабан, привод, загрузочную и разгрузочную цапфы и мелющие тела, закрепленные на

вмонтированных в барабан штангах, снабженных рабочими механизмами, мелющее тело состоит из двух оппозитно расположенных частей, каждая из которых закреплена на штанге.

На рис. 1 показана предлагаемая мельница, общий вид; на рис. 2 – то же, разрез.

Мельница включает приводную шестерню *1*, барабан *2*, загрузочную *3* и разгрузочную *4* цапфы, мелющие тела *5*, закрепленные на штангах *6*, вмонтированных в барабан *2* посредством направляющих *7* и уплотнений *8*, выполненных с возможностью возвратно-поступательного движения и снабженных приводом, включающим рабочие механизмы, например вибратор *9* и механизм *10* перемещения, причем мелющие тела *5* состоят из двух оппозитно расположенных частей, каждая из которых закреплена на штанге *6*.

Мельница работает следующим образом.

При вращении барабана *2*, приводимого в движение посредством приводной шестерни *1*, измельчаемый материал, подаваемый через загрузочную цапфу *3*, поднимается на определенную высоту, а затем перемещается вниз. При этом происходит истирание и частичное разрушение измельчаемого материала за счет соударения и трения между частицами.

Измельчение материала осуществляется в основном в результате воздействия вибратора *9* на штанги *6* и мелющие тела *5*. Срабатывание вибратора *9* происходит при прохождении штанги б через измельчаемый материал. Момент срабатывания может контролироваться, например, посредством конечных выключателей известной конструкции. Контакт между мелющими телами *5* и измельчаемым материалом при ударе достигается за счет поступательного перемещения штанги *6* под действием механизма перемещения *10*. Измельченный материал разгружается через разгрузочную цапфу *4*.

Такое выполнение мельницы позволяет снизить металлоемкость и повысить надежность мельницы в результате внутреннего замыкания рабочих нагрузок в пределах мелющего тела и исключения передачи нагрузок на барабан и цапфы.

Источники информации:

1. *Кармазин В. И.* и др. Процессы и машины для обогащения полезных ископаемых. М.: Недра, 1974. С. 76.

2. Авторское свидетельство № 946657 кл. В 02 С17/10, опубликовано 30.07.82, бюл. №28.

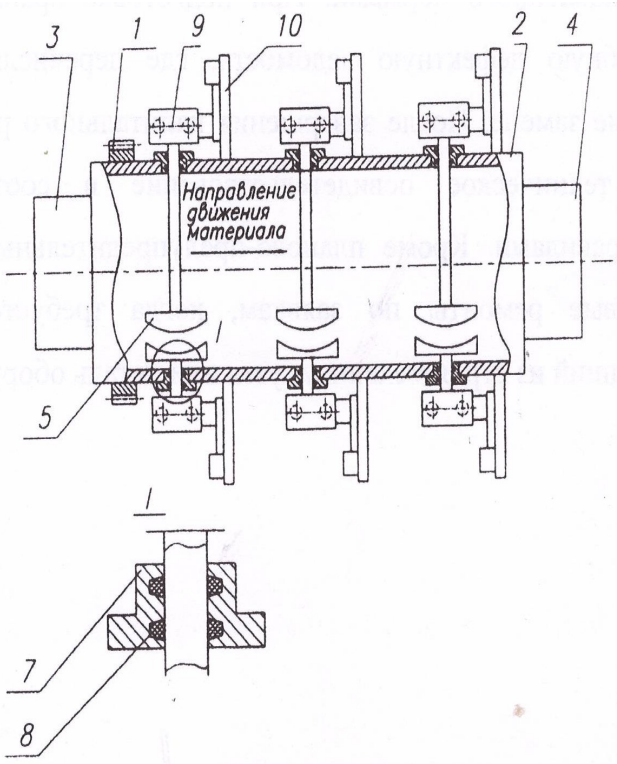


Рис. 1. Мельница:
1 – приводная шестерня; *2* – барабан; *3* – загрузочная цапфа; *4* – разгрузочная цапфа; *5* – мелющие тела; *6* – штанга; *7* – направляющие; *8* – уплотнения; *9* – вибратор; *10* – механизм перемещения

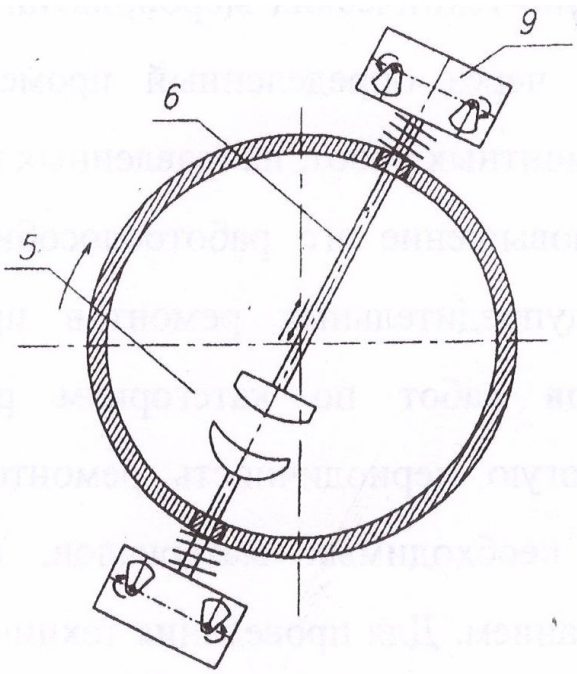


Рис. 2. Мельница в разрезе (вид сверху)

Формула полезной модели

Мельница, включающая барабан, привод, загрузочную и разгрузочную цапфы, мелющие тела, закрепленные на вмонтированных в барабан штангах,

снабженных рабочими механизмами, отличающаяся тем, что мелющее тело состоит из двух оппозитно расположенных частей, закрепленных на штангах.

Реферат

Мельница относится к горному и строительно-дорожному машиностроению, а именно к мельницам и измельчительному оборудованию. Цель полезной модели – снижение металлоемкости и повышение надежности мельницы. Выполнение мельницы в виде барабана, привода, загрузочной и разгрузочной цапф, мелющих тел, состоящих из двух оппозитно расположенных частей, закрепленных на вмонтированных в барабан штангах, снабженных рабочими механизмами, позволит снизить металлоемкость и повысить надежность мельницы за счет внутреннего замыкания рабочих нагрузок в пределах мелющего тела.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ГМК
(протокол № 1 от 04.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Ю. А. Лагунова

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.В.07.01 ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ И ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Форма обучения: ***очная, заочная, очно-заочная***

год набора: **2026**

Автор: Порожский К. П., канд. техн. наук, доцент

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ... 3

2. ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ 3

3. ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ 3

ЛИТЕРАТУРА 6

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании процесса эксплуатации нефтегазовых месторождений решаются задачи выбора параметров технологического процесса и в дальнейшем технологического оборудования. Выпускники университета должны уметь эти задачи применительно к конкретным условиям проведения работ на нефтегазовых месторождениях.

Цель контрольной работы: проверка приобретенных студентами навыков решения задач и в частности выбора параметров технологических процессов бурения скважины на нефть или газ.

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

При подготовке к контрольной работе необходимо изучить примеры, рассмотренные на лекциях, в книге [1], а также в пособии [2].

2. ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа должна включать следующие этапы:

1.Оценка условий бурения и буримости горных пород разреза

2. Построение конструкции скважины

3. Расчёт механической скорости бурения и построение графика проходки ствола.

ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

*Условия: п*роектная конструкция скважины, геологический разрез.

Варианты

№ Варианта	Диаметр (мм)/глубина спуска (м) обсадных колонн				Геологический разрез №
	Направление	Кондуктор	Промежуточная	Эксплуатационная	
1	324/40	244/400	178/2500	114/ 3000	П2.4
2	340/70	273/450	194/2900	127/3500	П2.5
3	377/30	299/340	219/2100	140/2500	П2.3
4	426/80	325/500	219/3000	146/ 3500	П2.5
5	426/30	325/300	245/2000	168/2500	П2.3
6	508/70	444/500	273/3100	178/3500	П2.5
7	324/40	244/400	178/2000	114/2500	П2.3
8	340/70	273/450	194/1700	127/2000	П2.2
9	377/30	299/340	219/1600	140/2000	П2.2
10	426/80	325/500	219/3500	146/4000	П2.6
11	426/30	325/300	245/1500	168/2000	П2.2

12	508/70	444/500	273/3400	178/4000	П2.4
13	324/40	244/400	178/1600	114/2000	П2.2
14	340/70	273/450	194/3500	127/4000	П2.6
15	377/30	299/340	219/2000	140/2500	П2.3
16	426/80	325/500	245/3000	146/3500	П2.5
17	426/30	325/300	2451650	168/2000	П2.2
18	340/70	273/450	194/3500	127/4000	П2.6
19	377/30	299/370	219/2500	140/3000	П2.4
20	324/40	244/400	178/1900	114/2500	П2.3
21	340/60	273/550	194/3100	127/3500	П2.5
22	377/40	299/340	219/2500	140/3000	П2.4
23	426/60	325/400	245/2000	146/2500	П2.3
24	426/30	325/300	245/1600	168/2000	П2.2

Геологические разрезы скважин на нефть и газ

Разрез П2.1	Интервал, м
1. Супеси с галькой, суглинки	0-200
2. Известняки, глины известковистые	200-450
3. Известняки плотные, кристаллические, местами окремненные	450-550
4. Алевролиты плотные, глины алевролитистые	500-900
5. Песчаники кварцевые, плотные	900-1300
6. Известняки	1300-1500
Разрез П2.2	
1. Пески чистые и глинистые, красно-бурые; суглинки	0-320
2. Песчаники кварцевые, грубозернистые; алевролиты	320-1100
3. Пески кварцевые, рыхлые, местами глинистые; глины слабослюдистые	1100-1350
4. Алевролиты и песчаники разнозернистые, плотные, известняковые; аргиллиты известковые	1350-1800
5. Известняки	1800-2000
Разрез П2.3	
1. Суглинки буровато-желтые, супеси с галькой и валунами	0-250
2. Известняки чистые и глинистые, глины темно-серые с гнездами гипса	250-750
3. Глины известковистые, известняки - доломитйзированные, кристаллические с тонкими прослоями алевролитов	750-1100
4. Известняки плотные, кристаллические, песчаники кварцевые, средне- и	1100-1650

мелкозернистые	
5. Алевролиты плотные, разнозернистые, аргиллиты темно-серые тонкими прослоями песчаников	1650-2200
6. Песчаники кварцевые мелкозернистые, плотные	2200-2500
Разрез П2.4	
1. Лессовидные суглинки и галечник из песчаника	0-70
2. Песчаники известковые, глинистые, различной цементации; глины	70-600
3. Песчаники кварцевые	600-2000
4. Глины известковистые и чистые, неравномерно-песчанистые; мергели	2000-2400
5. Известняки	2400-2600
6. Пески серые и темно-серые	2600-2800
7. Песчаники	2800-3000

Разрез П2.5	
1. Суглинки сильнослюдистые, пески кварцевые, разнозернистые, серые	0-400
2. Глины известковистые и чистые, пески, песчаники глинистые, алевролиты слюдистые	400-900
3. Глины сильнопесчанистые, слоистые с песчано-алевролитовыми пропластками	900-1500
4. Алевролиты и песчаники разнозернистые, кварцевые различной цементации	1500-2100
5. Известняки плотные, плитчатые, местами окремненные и трещиноватые	2100-2900
6. Песчаники, пески, алевролиты кварцевые, слюдистые	2900-3200
7. Аргиллиты трещиноватые, сланцы, окремненные известняки	3200-3500
Продуктивная толща в интервале	3340-3450
Разрез П2.6	
1. Супеси, суглинки, пески и глины с галькой и валунами	0-300
2. Песчаники кварцевые, слабоизвестковистые, иногда глинистые, темно-серые; известняки плотные; мергели	300-1000
3. Глины красно-бурые, кирпично-красные с прослоями песчаников, алевролитов	1000-1500
4. Песчаники аркозовые, разнозернистые, серо-розоватые, зеленовато-серые	1500-2450
5. Доломиты; глины алевролитистые, песчанистые, пестроцветные	2450-3000

6. Песчаники	3000-3600
7. Известняки	3600-4000

ЛИТЕРАТУРА

1. Буровые комплексы/ под общ. ред. К.П. Порожского. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. – 768 с.
2. Практическое руководство по технологии бурения скважин на жидкие и газообразные полезные ископаемые : Справ. пособие / А.Г. Калинин, А.З. Левицкий, А.Г. Мессер, Н.В. Соловьев; Под ред. А.Г. Калинина. - М. : Недра, 2001. - 448, [2] с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 5-8365-0087-8 Режим доступа https://search.rsl.ru/ru/record/01000752859

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ГМК
(протокол № 1 от 04.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Ю. А. Лагунова

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.В.07.01 ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ И ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Форма обучения: ***очная, заочная, очно-заочная***

год набора: **2026**

Автор: Порожский К. П., канд. техн. наук, доцент

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ 3

2. ОФОРМЛЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ 3

3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ 4

ЛИТЕРАТУРА 5

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании процесса эксплуатации нефтегазовых месторождений решаются задачи выбора параметров технологического процесса и в дальнейшем технологического оборудования. Выпускники университета должны уметь эти задачи применительно к конкретным условиям проведения работ на нефтегазовых месторождениях.

Цель самостоятельной работы: приобретение студентами навыков самостоятельного пополнения знаний в области технологии бурения и добычи нефти и газа, а также приобретение опыта самостоятельного решения задач и, в частности, выбора параметров технологических процессов бурения скважины на нефть или газ и добычи этих полезных ископаемых.

Результат изучения дисциплины «Технология бурения и добычи нефти и газа»:

Знать:

- технологические процессы нефтегазового производства;
- конструкцию и принцип действия машин и оборудования нефтегазового производства;
- основные методы определения параметров и показателей технологических процессов нефтегазовых производств;

Уметь:

- проводить расчеты основных параметров технологического процесса и эффективности работы оборудования, определять его производительность, осуществлять обработку полученных материалов на ЭВМ;
- моделировать технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;
- проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов;

Владеть:

- методами проведения расчетов рабочих нагрузок, основных параметров технологических процессов и производительности нефтегазовых агрегатов с использованием средств вычислительной техники, обработки полученной информации и физической интерпретации данных.

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

При выполнении самостоятельной работы необходимо изучить примеры, рассмотренные в лекциях в книгах [1, 2], а также в пособиях [2].

2. ОФОРМЛЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Отчет по самостоятельной работе должна включать следующие этапы:

1. Изучение литературных источников.
2. Выполнение расчётов или обзора по современным технологиям (в зависимости от раздела дисциплины).
3. Оформление отчёта о самостоятельной работе.

3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Раздел дисциплины	Отчётность	Наименование оценочного средства
Часть 1. Технология бурения		
Методология дисциплины. Предмет и задачи. Термины и определения.	Конспект о состоянии технологии добычи и роли бурения	опрос
Описание условий бурения.	Описание конкретных условий бурения	тест, практическое задание
Понятие о конструкции скважины.	Расчёт конструкции скважины	практическое задание
Операции технологического процесса строительства скважины.	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа
Способы разрушения забоя при бурении. Параметры и показатели процесса разрушения.	Расчёт параметров и показателей процесса разрушения забоя для заданных условий	практическое задание
Способы удаления продуктов разрушения из скважины.	Расчёт параметров и показателей процесса очистки забоя для заданных условий	тест, практическое задание
Способы крепления ствола и разобщения пластов.	Расчёт параметров и показателей процесса крепления ствола для заданных условий	тест, практическое задание
Способы управления траекторией ствола скважины. Наклонно-направленное бурение.	Конспект-обзор по современной технологии направленного бурения	тест
Вскрытие и обработка продуктивных пластов. Способы опробования и исследований скважин.	Конспект-обзор по современной технологии опробования и исследований скважин	тест
Аварии и осложнения в бурении.	Расчёт параметров и показателей процесса ликвидации аварий для заданных условий	практическое задание
Спуско-подъемные операции в бурении.	Расчёт параметров и показателей процесса СПО для заданных условий	практическое задание
Геолого-технологические исследования в процессе бурения.	Конспект-обзор по современной технологии ГТИ	тест
Часть 2. Технология добычи нефти и газа		
Основные понятия о технологии добычи нефти и газа. Терминология.	Конспект-обзор по современной технологии добычи нефти и газа	тест
Физико-химические свойства нефти, газа и пластовой воды	Конспект-обзор по современным методам исследований свойств нефти и газа	тест
Природные коллекторы нефти и газа их свойства	Описать свойства пород конкретного коллектор	практическое задание
Исследование скважин и пластов.	Установить параметры пласта по кривой восстановления давления	практическое задание
Добыча нефти. Способы эксплуатации нефтяных сква-	Рассчитать параметры технологического процесса подъёма продукции пласта на по-	практическое задание

жин	верхность при фонтанной и механизированной добыче различными способами	
Технология подземного текущего и капитального ремонта скважин	Рассчитать параметры технологического процесса ремонта скважин для заданных условий, глушение скважин или СПО при ремонте	практическое задание; РГР
Способы повышения нефтеотдачи пластов	Рассчитать параметры технологического процесса повышения нефтеотдачи пластов одним из способов (термообработка, кислотная обработка, ГРП, нагнетание воды в пласт) для заданных условий	практическое задание
Сбор и подготовка скважинной продукции	Рассчитать параметры технологического процесса сбора и подготовки продукции скважин для заданных условий	практическое задание

ЛИТЕРАТУРА

1. Буровые комплексы/ под общ. ред. К.П. Порожского. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. – 768 с.
2. Технология бурения нефтяных и газовых скважин. Учебник для ВУЗов под общей редакцией Овчинникова В.П. Тюменский государственный индустриальный университет, Уфимский государственный нефтяной технический университет. 2017 год режим доступа https://elibrary.ru/item.asp?id=28770830 https://elibrary.ru/item.asp?id=28854509 https://elibrary.ru/item.asp?id=28867538 https://elibrary.ru/item.asp?id=28373571
3. Практическое руководство по технологии бурения скважин на жидкие и газообразные полезные ископаемые : Справ. пособие / А.Г. Калинин, А.З. Левицкий, А.Г. Мессер, Н.В. Соловьев; Под ред. А.Г. Калинина. - М. : Недра, 2001. - 448, [2] с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 5-8365-0087-8 Режим доступа https://search.rsl.ru/ru/record/01000752859
4. Породоразрушающий инструмент для бурения скважин. Учебное пособие. Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2022. – 102 с. ISBN 978-5-8019-0364-4
5. Электронные библиотеки:
   a. Государственная публичная научно-техническая библиотека России - www.gpntb.ru;
   b. Российская государственная библиотека - www.rsl.ru ;
   c. Российская национальная библиотека - http://ner.ru/ ;
   d. Информационный портал компании «Газпром» [Электронный ресурс]/Сайт о нефтегазовой компании; ред. С.А. ДмитриевWeb-мастер С.И. Юшкевич - Электронные данные - М.: Информационный портал компании «Газпром» - Режим доступа: http://www.gazprom.ru, свободный. - яз.рус.
6. Основные сайты отечественных журналов – источники информации по курсу:
   a. журнал «Нефтяное хозяйство» - http://www.oil-industry.ru;
   b. журнал «Нефтепромысловое дело» - http://vniioeng.mcn.ru/inform/neftepromysel;
   c. журнал «Нефтегазовое дело» - http://www.ogbus.ru;
   d. журнал «Нефтегазовые технологии» - http://www.ogt.su;
   e. журнал «Rogtec - Российские нефтегазовые технологии» - http://www.rogtecmagazine.com;
   f. журнал «Бурение и нефть» - http://www.burneft.ru
7. Основным зарубежным источником информации по курсу являются статьи Общества инженеров-нефтяников (SPE) - http://www.spe.org .

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ГМК
(протокол № 1 от 04.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Ю. А. Лагунова

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению контрольной работы по дисциплине

Б1.В.07.02 МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ БУРЕНИЯ И ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Форма обучения: ***очная, заочная, очно-заочная***

год набора: **2026**

Автор: Порожский К. П., канд. техн. наук, доцент

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ... 3

2. ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ 3

3. ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ 3

ЛИТЕРАТУРА 6

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании процесса эксплуатации нефтегазовых месторождений решаются задачи выбора технологического оборудования. Выпускники университета должны уметь эти задачи применительно к конкретным условиям проведения работ на нефтегазовых месторождениях.

Цель контрольной работы: проверка приобретенных студентами навыков решения задач и в частности выбора комплекса забойного бурового оборудования для бурения скважины на нефть и газ.

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

При подготовке к контрольной работе необходимо изучить примеры, рассмотренные на лекциях, в книге [1], а также в пособии [2].

2. ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа должна включать следующие этапы:

1.Оценка условий бурения и буримости горных пород разреза

2. Выбор породоразрушающего инструмента и компоновки бурильной колонны

3. Расчёт затрат мощности на разрушение породы на забое и холостое вращение.

3. ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

*Условия: п*роектная конструкция скважины, геологический разрез.

Варианты

№ Варианта	Диаметр (мм)/глубина спуска (м) обсадных колонн				Геологический разрез №
	Направление	Кондуктор	Промежуточная	Эксплуатационная	
1	324/40	244/400	178/2500	114/ 3000	П2.4
2	340/70	273/450	194/2900	127/3500	П2.5
3	377/30	299/340	219/2100	140/2500	П2.3
4	426/80	325/500	219/3000	146/ 3500	П2.5
5	426/30	325/300	245/2000	168/2500	П2.3
6	508/70	444/500	273/3100	178/3500	П2.5
7	324/40	244/400	178/2000	114/2500	П2.3
8	340/70	273/450	194/1700	127/2000	П2.2
9	377/30	299/340	219/1600	140/2000	П2.2

10	426/80	325/500	219/3500	146/4000	П2.6
11	426/30	325/300	245/1500	168/2000	П2.2
12	508/70	444/500	273/3400	178/4000	П2.4
13	324/40	244/400	178/1600	114/2000	П2.2
14	340/70	273/450	194/3500	127/4000	П2.6
15	377/30	299/340	219/2000	140/2500	П2.3
16	426/80	325/500	245/3000	146/3500	П2.5
17	426/30	325/300	2451650	168/2000	П2.2
18	340/70	273/450	194/3500	127/4000	П2.6
19	377/30	299/370	219/2500	140/3000	П2.4
20	324/40	244/400	178/1900	114/2500	П2.3
21	340/60	273/550	194/3100	127/3500	П2.5
22	377/40	299/340	219/2500	140/3000	П2.4
23	426/60	325/400	245/2000	146/2500	П2.3
24	426/30	325/300	245/1600	168/2000	П2.2

Геологические разрезы скважин на нефть и газ

Разрез П2.1	Интервал, м
1. Супеси с галькой, суглинки	0-200
2. Известняки, глины известковистые	200-450
3. Известняки плотные, кристаллические, местами окремненные	450-550
4. Алевролиты плотные, глины алевролитистые	500-900
5. Песчаники кварцевые, плотные	900-1300
6. Известняки	1300-1500
Разрез П2.2	
1. Пески чистые и глинистые, красно-бурые; суглинки	0-320
2. Песчаники кварцевые, грубозернистые; алевролиты	320-1100
3. Пески кварцевые, рыхлые, местами глинистые; глины слабослюдистые	1100-1350
4. Алевролиты и песчаники разнозернистые, плотные, известняковые; аргиллиты известковые	1350-1800
5. Известняки	1800-2000
Разрез П2.3	
1. Суглинки буровато-желтые, супеси с галькой и валунами	0-250
2. Известняки чистые и глинистые, глины темно-серые с гнездами гипса	250-750
3. Глины известковистые, известняки - доломитйзированные, кристалличе-	750-1100

ские с тонкими прослоями алевролитов	
4. Известняки плотные, кристаллические, песчаники кварцевые, средне- и мелкозернистые	1100-1650
5. Алевролиты плотные, разнозернистые, аргиллиты темно-серые тонкими прослоями песчаников	1650-2200
6. Песчаники кварцевые мелкозернистые, плотные	2200-2500
Разрез П2.4	
1. Лессовидные суглинки и галечник из песчаника	0-70
2. Песчаники известковые, глинистые, различной цементации; глины	70-600
3. Песчаники кварцевые	600-2000
4. Глины известковистые и чистые, неравномерно-песчанистые; мергели	2000-2400
5. Известняки	2400-2600
6. Пески серые и темно-серые	2600-2800
7. Песчаники	2800-3000

Разрез П2.5	
1. Суглинки сильнослюдистые, пески кварцевые, разнозернистые, серые	0-400
2. Глины известковистые и чистые, пески, песчаники глинистые, алевролиты слюдистые	400-900
3. Глины сильнопесчанистые, слоистые с песчано-алевролитовыми пропластками	900-1500
4. Алевролиты и песчаники разнозернистые, кварцевые различной цементации	1500-2100
5. Известняки плотные, плитчатые, местами окремненные и трещиноватые	2100-2900
6. Песчаники, пески, алевролиты кварцевые, слюдистые	2900-3200
7. Аргиллиты трещиноватые, сланцы, окремненные известняки	3200-3500
Продуктивная толща в интервале	3340-3450
Разрез П2.6	
1. Супеси, суглинки, пески и глины с галькой и валунами	0-300
2. Песчаники кварцевые, слабоизвестковистые, иногда глинистые, темно-серые; известняки плотные; мергели	300-1000
3. Глины красно-бурые, кирпично-красные с прослоями песчаников, алевролитов	1000-1500
4. Песчаники аркозовые, разнозернистые, серо-розоватые, зеленовато-	1500-2450

серые	
5. Доломиты; глины алевролитистые, песчанистые, пестроцветные	2450-3000
6. Песчаники	3000-3600
7. Известняки	3600-4000

ЛИТЕРАТУРА

1. Буровые комплексы/ под общ. ред. К.П. Порожского. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. – 768 с.
2. Практическое руководство по технологии бурения скважин на жидкие и газообразные полезные ископаемые : Справ. пособие / А.Г. Калинин, А.З. Левицкий, А.Г. Мессер, Н.В. Соловьев; Под ред. А.Г. Калинина. - М. : Недра, 2001. - 448, [2] с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 5-8365-0087-8 Режим доступа https://search.rsl.ru/ru/record/01000752859

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ГМК
(протокол № 1 от 04.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Ю. А. Лагунова

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ

Б1.В.07.03 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ ПРОМЫСЛОВ

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

год набора: **2026**

Автор: Гаврилова Л. А., доцент, к.т.н.

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ... 4

2. ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ 5

3. ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ 5

ЛИТЕРАТУРА 11

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов решаются задачи на прочность элементов конструкции. Выпускники университета должны уметь применять соответствующие методики расчета при проектировании объектов нефтепромыслов.

Цель контрольной работы: проверка приобретенных студентами навыков оптимизации и поиска оптимальных значений параметров объектов и технологических процессов нефтегазовой отрасли.

Контрольная работа соответствуют следующим компетенциям федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки ***15.03.02 Технологические машины и оборудование***:

профессиональные

- способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования (ПК 1.1);
- способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК 1.2);
- способность выполнять анализ и оптимизировать конструкции технологических машин, обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления (ПК 1.6).

Результат изучения дисциплины:

Знать:

– методику расчетного обеспечения конструкционной и прочностной надежности **ма**шин и оборудования нефтяных и газовых промыслов;

– методику расчета параметров узлов машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов;

– основы и этапы проектирования деталей и узлов машин с использованием технической литературы, а также средств автоматизированного проектирования на базе САПР;

– программное обеспечение, реализующее методики расчета узлов машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов;

– программное обеспечение, позволяющее внедрить методику по определению параметров, учитывающих конструктивные и прочностные характеристики изделий;

– правила оформления научно-технической и служебной документации;

– требования к размещению оборудования при выполнении операций технологических процессов бурения, добычи, ремонта скважин;

– специфику технологического процесса для конкретных условий эксплуатации бурового и нефтепромыслового оборудования;

– специфику эксплуатации машин и оборудования нефтегазового комплекса;

– основные показатели технологичности конструкции изделия, качественные и количественные методы оценки технологичности;

– структуру производства;

Уметь:

- использовать компьютерные программы для расчета и проектирования узлов и деталей машин;
- оформлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в полном соответствии с требованиями ЕСКД;
- рассчитать технические параметры машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов по заданным технологическим требованиям;
- оценить уровень технологичности конструкции машин и механизмов;

- оценить достоинства и недостатки проектируемого оборудования и машин нефтяных и газовых промыслов;
- использовать принципы унификации и стандартизации при проектировании оборудования;
- оптимизировать конструктивные решения, выбирать и обосновывать критерии оптимизации;
- вносить коррективы, исправлять ошибки в научно-технической и служебной документации;
- оформлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в полном соответствии с требованиями ЕСКД;
- оценить уровень технологичности конструкции машин и механизмов;
- оценить уровень стандартизации и унификации;
- оценить достоинства и недостатки проектируемого оборудования и машин нефтяных и газовых промыслов;
- оценить уровень технологичности конструкции машин и механизмов;
- выбирать основные и вспомогательные материалы деталей при проектировании в зависимости от различных критериев работоспособности нефтегазового оборудования;
- анализировать параметры технологических процессов в соответствии с конструктивными параметрами и функциональным назначением применяемого оборудования;
- работать в команде;

Владеть:

- методами расчета по определению требуемого уровня конструктивной и прочностной надежности узлов машин и оборудования;
- навыками проектирования машин и механизмов;
- современной методологией научного анализа исследуемых механических систем и технологических процессов;
- способами перехода от реального объекта к расчетной схеме;
- методиками проектных и проверочных расчетов инженерных конструкций на прочность, долговечность и жесткость;
- навыками работы с основными российскими и зарубежными средствами автоматизированного проектирования на базе современных САПР;
- навыками набора текста и создания изображений в компьютерных программах;
- способностью анализировать полученный результат и умением сделать вывод о состоянии объекта расчета;
- навыками разработки рабочей проектной и технической документации, в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами, оформления законченных проектно-конструкторских работ;
- методикой определения металлоемкости и жесткости проектируемых конструкций;
- принципами и способностью коммуникации.

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

При подготовке к контрольной работе необходимо изучить примеры, рассмотренные на лекциях а также в пособии [1].

2. ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа должна включать следующие этапы:

1. Постановка задачи.
2. Анализ задачи.
3. Составление графической схемы для расчета конструктивных параметров.

4. Выбор методики расчета на прочность.
5. Выполнение необходимых расчетов по выбранной методике..
6. Выводы и предложения по совершенствованию механизма.

3. ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Задание 1. Расчет пакеров

В скважину с определенным диаметром обсадной колонны *D*обс спускается и устанавливается механический пакер, рассчитанный на перепад давления ΔP и имеющий определенные конструктивные размеры.

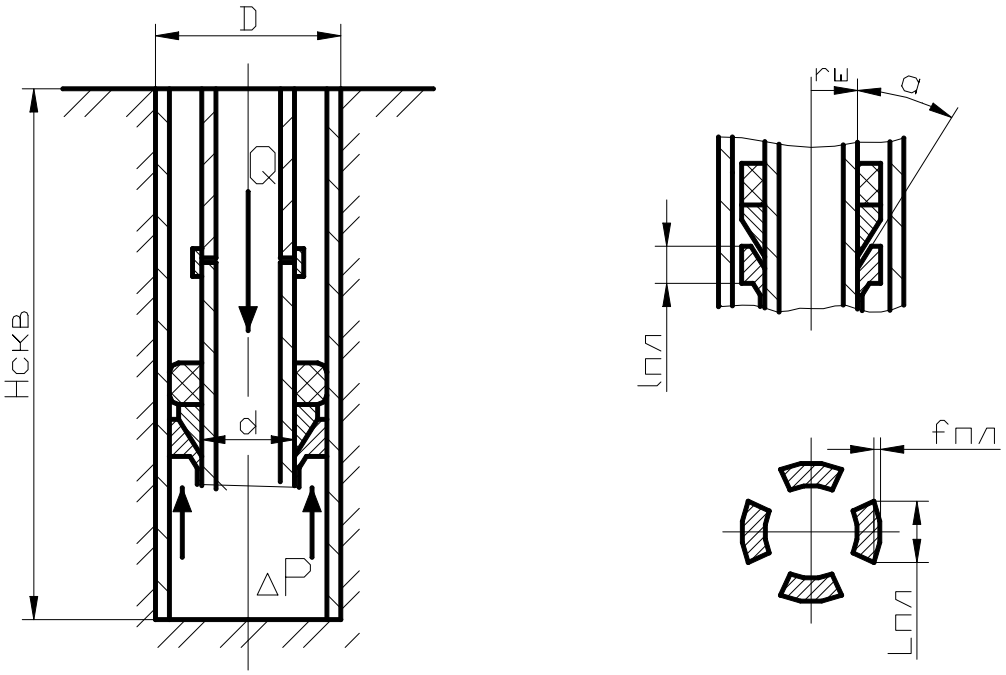
1. Определить наименьшую величину осевой силы Q , обеспечивающей герметичное разобщение ствола скважины.
2. Определить наибольшую высоту уплотнительного элемента пакера.
3. Определить оптимальную длину хода штока пакера.
4. Проверить влияние плашечного захвата на прочность обсадной колонны. В конструкциях пакеров, где плашки перекрывают кольцевой зазор полностью (или больше 70%), нагрузка на обсадную колонну распределена равномерно по всему периметру.
5. Проверить если Qпред < Q , то в конструкцию пакера внести необходимые изменения (угла α **-** геометрических размеров уплотнений и плашек) и произвести расчет модернизированного пакера.
6. Представить конструкции пакеров различных типов и объяснить принципы их действия.
7. Исходные данные к заданию приведены в табл. № 1.

Дано: номера по журналу

Таблица № 1

№	Наименование параметра	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25
1	№ скв- индивидуальный	-	-	-	-	-
2	Глубина скважины **H**скв, м, индивидуально	-	-	-	-	-
3	Обсадная колонна, **D x s,** мм	146х8	146х9	168х8	168х9	168х10
4	Группа прочности обсадной колонны	Д	К	К	Е	Д
6	Диаметр хвостовика, **d** ,мм	60	60	73	73	73
7	Модуль сдвига резины, **G,** МПа	6	10	8	9	7
8	Перепад давления на пакере, **ΔP** , МПа	25	45	35	55	40
9	Угол конуса плашки, **α,** °	11	15	21	13	18
10	Число плашек по радиусу, **n,** шт	4	3	5	3	4
11	Внутренний радиус резины, **r** ш , мм	30	30	36,5	36,5	36,5
12	Наружный радиус резины после деформации (равен внутреннему радиусу обсад. колонны), **R**с, мм	65	63,5	76	75	74
13	Высота плашек (длина по вертикали), **l**пл, мм	150	140	150	140	145
14	Длина хорды плашки, **L**пл, мм	30	35	35	40	30
15	Стрела дуги поверхности плашки, **f**пл, мм	6	7	7	8	6

Расчетная схема задания №1



Методические материалы

Пакеры служат для разобщения частей ствола скважины по вертикали и герметизации нарушенных участков обсадной колонны, для разобщения зон затрубного пространства, расположенных выше и ниже пакеров. Применяют в обсадной (эксплуатационной) колонне нефтяных, газовых и нагнетательных скважинах при их эксплуатации, ремонте.

Перепады давления, воспринимаемые пакерами, находятся в интервале от 7 до 70 МПа. Температура окружающей среды при эксплуатации скважин может изменяться от 40 до 100 °С, а при тепловом воздействии на пласт достигает в некоторых случаях 300…400 °С.

По восприятию перепада давления пакеры подразделяются:

ПВ – усилие направлено от перепада давления вверх;

ПН – усилие направлено от перепада давления вниз;

ПД – двустороннего действия (усилие от перепада давления направлено как вверх, так и вниз).

По способности фиксироваться на месте установки пакеры подразделяют:

Я – фиксирующиеся якорем;

без обозначения – самостоятельно фиксирующиеся.

По способу посадки пакеры подразделяют:

Г – гидравлические;

М – механические;

ГМ – гидромеханические;

без обозначения – не требующие посадки.

По способу съёма пакеры подразделяют:

В – вращением;

Р – разбуриванием;

И – специальным инструментом;

без обозначения – натягом.

По исполнению:

Без обозначения – нормальное;

Коррозионностойкое:

К1 – углекислотостойкое (CO2 не более 10% об.),

К2 – сероводородостойкое (H2S и CO2 не более 10% об. каждого компонента),

К3 - сероводородостойкое (H2S и CO2 свыше 10%, но не более 25% об. каждого компонента),

Т – термостойкое (для рабочих сред с температурой более 150оС).

Задание 2. Определение оснастки талевой системы подъемного агрегата

Подобрать подъемный агрегат для проведения подземного ремонта скважины, оборудованной штанговой насосной установкой. Условный диаметр насоса Dн , глубина его спуска L, диаметр труб НКТ dнтк, штанговая колонна составлена из штанг d1 и d2 . Штанги диаметром d1 составляют а % от общей длины. Захватное устройство байонетного типа у насоса не сработало: колонну НКТ придется поднимать с жидкостью, плотность которой 995 кг/см . Определить усилие на ходовом конце лебедки, подобрать кронб-лок, талевый блок, крюк и штропы. Построить теоретическую и фактическую степень использования мощности подъемного агрегата, а также построить графическую зависимость использования мощности от времени.

Вариант	$D_н$,мм	L,м	$d_{нкт}$,мм	d_1,мм	d_2,мм	а,%
1	28	1150	42	16	19	34
2	32	1020	48	16	19	36
3	38	860	60	16	19	36
4	43	720	73	19	22	40
5	55	850	89	22	25	45
6	28	1850	42	16	19	34
7	32	1480	48	16	19	36
8	38	1300	60	19	22	36
9	43	1350	73	22	25	40
10	55	1020	89	22	25	45
11	28	1950	42	16	19	34
12	32	1450	48	16	19	36
13	38	950	60	16	19	36
14	43	1000	73	16	19	40
15	55	980	89	16	19	45
16	28	2150	42	19	22	34
17	32	1040	48	22	25	36
18	38	900	60	16	19	36
19	43	850	73	16	19	40
20	55	950	89	19	22	45
21	28	1700	42	22	25	34
22	32	1450	48	22	25	36
23	38	1200	60	16	19	36
24	43	950	73	16	19	40
25	55	800	89	16	19	45
26	28	1650	42	16	19	34

27	32	1450	48	16	19	36
28	38	950	60	19	22	36
29	43	1000	73	22	25	40
30	55	980	89	22	25	45
31	28	2150	42	16	19	34
32	32	1450	48	19	22	36
33	38	950	60	22	25	36
34	43	1000	73	22	25	40
35	55	980	89	22	25	45
36	28	2150	48	16	19	36
37	32	1800	60	16	19	40
38	38	1400	60	19	22	40
39	43	950	89	19	22	40

Методические указания к выполнению задания №2.

Подъем колонны из скважины или ее спуск выполняется с помощью подъемника. Время подъема колонны определяется скоростью, а значит, мощностью привода подъемника. Однако при переменной нагрузке, что имеет место при подъеме колонн труб или штанг и постоянной мощности привода для уменьшения времени подъема, целесообразно поднимать груз при переменной скорости. При этом необходимо определить, какой должна быть эта скорость или скорости, чтобы мощность привода подъемника использовалась бы наиболее полно, поскольку только в этом случае время на операции подъема колонны будет минимальным. Впервые эта задача была поставлена и решена советским ученым А. Н. Вирновским.

Средней степенью использования мощности двигателя называется отношение затраченной работы к работе, которую можно было бы совершить при полном использовании установленной мощности.

(1)

При подъеме колонны только на одной скорости коэффициент использования мощности С=0,5. На рисунке 9 представлена графическая зависимость изменения во времени мощности двигателя при подъеме колонны на одной скорости.

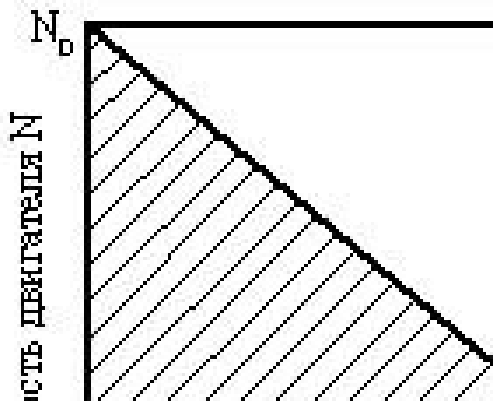


Рис. 1 - Графическая зависимость изменения мощности двигателя от времени при подъеме колонны на одной скорости

С увеличением числа скоростей будет увеличиваться и степень использования мощности, и С станет больше 0,5. Очевидно, что она зависит не только от числа скоростей, но и от их соотношения. Для каждого числа скоростей есть наиболее выгодное соотношение между ними, характеризуемое наибольшим коэффициентом использования мощности.

А. Н. Вирновским доказано, что максимально возможное число скоростей, при котором достигается наибольший коэффициент использования мощности, равно четырем. Увеличение числа скоростей свыше четырех приводит к снижению эффекта и нерациональному использованию мощности.

На рисунке 2 показана графическая зависимость изменения во времени мощности двигателя при подъеме колонны на четырех скоростях. Из рисунка можно сделать вывод, что $0,5<C<1$.

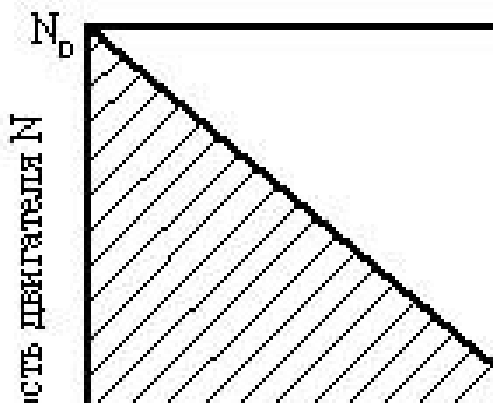


Рисунок 2 - Графическая зависимость изменения мощности двигателя от времени при подъеме колонны на четырех скоростях

Преобразовав выражение (1), получим формулу для определения коэффициента использования мощности

$$\Gamma -$$ (2)

$$K_i = 1 + V_i / V_{i+1};$$ (3)

(4)

где Vi – скорость подъема колонны на i-той передаче.

Формула (4.2) позволяет вычислить фактический коэффициент использования мощности. Теоретический коэффициент использования мощности, полученный А.С. Вирновским, можно рассчитать по формуле

$$C_т = n / (n + 1),$$ (5)

где n – номер передачи.

Для облегчения нагрузки на лебедке подъемного агрегата при спуске и подъеме скважинного оборудования применяется талевая система.

Если неподвижный конец каната закрепляется за низ вышки, то нагрузка от поднимаемого груза распределяется на 2n струн талевого каната, где n – число подвижных роликов талевого блока. Если же неподвижный конец каната закрепляется за серьгу талевого блока, то нагрузка на один конец каната определится делением общей нагрузки на удвоенное число подвижных роликов плюс один, т. е. на (2n+1). В соответствии с этим натяжение на ходовом конце каната $P_{хк}$, идущего от лебедки, будет рассчитываться следующим образом:

$$P_{хк} = P_{кр} / (2 \cdot n \cdot \eta),$$
или
$$P_{хк} = P_{кр} / ((2 \cdot n+1) \cdot \eta),$$ (6)

где $P_{кр}$ – общая нагрузка на крюке от массы поднимаемого груза;
η – коэффициент полезного действия талевой системы, зависящий от числа шкивов в талевой системе (таблица 3).

Таблица 2 - Коэффициенты полезного действия талевой системы в зависимости от числа роликов

Число шкивов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
η	0,970	0,940	0,920	0,900	0,885	0,870	0,855	0,840	0,825	0,810

Формулы (6) не учитывают изменение силы трения в опорах канатного шкива в зависимости от изменяющейся нагрузки в них. Убывающее значение потерь на трение от крюка к барабану по мере снижения нагрузок на шкивах учитывает следующая аналитическая формула:

(7)

$$\beta = 1 / \eta, \quad (8)$$

где β - коэффициент, зависящий от жесткости каната и от силы трения в опорах канатного шкива.

Максимальное значение на крюке определяли по формуле:

$$P_{кр} = \left(P_{НКТ} + P_{ш} + P_{ж}\right) \cdot K; \quad (9)$$

$$P_{кр} = \left(L \cdot q_{НКТ} + L \cdot a \cdot q_1 + (1 - a) \cdot L \cdot q_2 + P_{ж}\right) \cdot K, \quad (10)$$

где q_i– вес погонного метра штанг, Н/м;

L – глубина скважины, м;

K – коэффициент, учитывающий кратковременное превышение нагрузки на крюке при страгивании поднимаемого оборудования К = 1,1 -1,2.

Вес жидкости определится по формуле

$$P_{ж} = m_{ж} \cdot g = \rho_{ж} V_{ж} \cdot g; \quad (11)$$

$$V_{ж} = V_{НКТ} - V_{ш}; \quad (12)$$

(13)

$$V = \frac{\pi d_1^2}{} \cdot n \quad (14)$$

$$V = \frac{\pi L}{} d^2 \quad (15)$$

$$N = P_{кр} \cdot \upsilon / \eta_T, \quad (16)$$

Зная максимальную нагрузку на крюке, можно подобрать подъемный агрегат:

Мощность привода лебедки определяется по формуле :

(17)

где υ – скорость подъема крюка;

η_T – суммарный КПД талевой системы и трансмиссии подъемного агрегата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гречухина, А. А. Совершенствование работы установок подготовки нефти [Электронный ресурс] / А. А. Гречухина, А. А. Елпидинский, А. Е. Пантелеева. — Элек-

трон. текстовые данные. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2008. — 120 c. — 978-5-7882-0581-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62671.html

2. Храменков, В. Г. Совершенствование процесса бурения и бурового оборудования: автоматизация управления технологическими процессами бурения нефтегазовых скважин [Электронный ресурс] : учебное пособие для СПО / В. Г. Храменков. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Профобразование, 2019. — 410 c. — 978-5-4488-0029-0. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/83118.html

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ГМК
(протокол № 1 от 04.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Ю. А. Лагунова

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Б1.В.07.03 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ ПРОМЫСЛОВ

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Форма обучения: очная, заочная, очно-заочная

год набора: 2026

Автор: Гаврилова Л. А., доцент, к.т.н.

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

При расчете и конструировании машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов решаются задачи на прочность элементов конструкции. Выпускники университета должны уметь применять соответствующие методики расчета при проектировании объектов нефтепромыслов. В настоящее время конструирование технических объектов выполняется на ЭВМ. Выпускники университета должны уметь работать на ЭВМ в текстовых и графических редакторах, конструкторских пакетах, позволяющих выполнять проектирование машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов.

Цель курсового проекта: обучение студентов конструированию и расчетам, в т.ч. и с применением компьютерных технологий. Умение использовать методологию системного подхода и методики расчетов на прочность при проектировании нефтегазового и иного оборудования позволит в последующей профессиональной деятельности разрабатывать оптимальные конструкции с минимальной массой и стоимостью и сократить продолжительность разработки проектов.

Соответствие курсового проекта компетенциям требованиям государственного образовательного стандарта.

по направлению подготовки ***15.03.02 Технологические машины и оборудование***:

профессиональные

- способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования (ПК 1.1);
- способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК 1.2);
- способность выполнять анализ и оптимизировать конструкции технологических машин, обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления (ПК 1.6).

Результат изучения дисциплины:

Знать:

- методику расчетного обеспечения конструкционной и прочностной надежности машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов;
- методику расчета параметров узлов машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов;
- основы и этапы проектирования деталей и узлов машин с использованием технической литературы, а также средств автоматизированного проектирования на базе САПР;
- программное обеспечение, реализующее методики расчета узлов машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов;
- программное обеспечение, позволяющее внедрить методику по определению параметров, учитывающих конструктивные и прочностные характеристики изделий;
- правила оформления научно-технической и служебной документации;
- требования к размещению оборудования при выполнении операций технологических процессов бурения, добычи, ремонта скважин;
- специфику технологического процесса для конкретных условий эксплуатации бурового и нефтепромыслового оборудования;
- специфику эксплуатации машин и оборудования нефтегазового комплекса;
- основные показатели технологичности конструкции изделия, качественные и количественные методы оценки технологичности;
- структуру производства;

Уметь:

- использовать компьютерные программы для расчета и проектирования узлов и деталей машин;

- оформлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в полном соответствии с требованиями ЕСКД;

- рассчитать технические параметры машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов по заданным технологическим требованиям;

- оценить уровень технологичности конструкции машин и механизмов;

- оценить достоинства и недостатки проектируемого оборудования и машин нефтяных и газовых промыслов;

- использовать принципы унификации и стандартизации при проектировании оборудования;

- оптимизировать конструктивные решения, выбирать и обосновывать критерии оптимизации;

- вносить коррективы, исправлять ошибки в научно-технической и служебной документации;

- оформлять графическую и текстовую конструкторскую документацию в полном соответствии с требованиями ЕСКД;

- оценить уровень технологичности конструкции машин и механизмов;

- оценить уровень стандартизации и унификации;

- оценить достоинства и недостатки проектируемого оборудования и машин нефтяных и газовых промыслов;

- оценить уровень технологичности конструкции машин и механизмов;

- выбирать основные и вспомогательные материалы деталей при проектировании в зависимости от различных критериев работоспособности нефтегазового оборудования;

- анализировать параметры технологических процессов в соответствии с конструктивными параметрами и функциональным назначением применяемого оборудования;

- работать в команде;

Владеть:

- методами расчета по определению требуемого уровня конструктивной и прочностной надежности узлов машин и оборудования;

- навыками проектирования машин и механизмов;

- современной методологией научного анализа исследуемых механических систем и технологических процессов;

- способами перехода от реального объекта к расчетной схеме;

- методиками проектных и проверочных расчетов инженерных конструкций на прочность, долговечность и жесткость;

- навыками работы с основными российскими и зарубежными средствами автоматизированного проектирования на базе современных САПР;

- навыками набора текста и создания изображений в компьютерных программах;

- способностью анализировать полученный результат и умением сделать вывод о состоянии объекта расчета;

- навыками разработки рабочей проектной и технической документации, в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами, оформления законченных проектно-конструкторских работ;

- методикой определения металлоемкости и жесткости проектируемых конструкций;

- принципами и способностью коммуникации.

ЗАДАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

Задания на выполнение курсовой работы выдаются двух уровней: индивидуальное задание и типовое задание.

Индивидуальное задание оформляется отдельно, выдается по согласованию со студентом руководителем работы и должно соответствовать направлению научной работы выполняемой данным студентом.

Типовое задание основано на знаниях предшествующих дисциплин, «Теория машин и механизмов», «Детали машин и основы проектирования», на которых выполнялись учебные проекты, в основном, без использования специальных компьютерных технологий проектирования.

Задание.

Варианты заданий к курсовому проекту по теме "Проектирование двуплечевого балансирного привода штанговых скважинных насосов"

Вариант	Дебит скважины Q,$м^3$/сут	Глубина спуска насоса L, м	Плотность нефти, ρ кг/$м^3$	Число качаний в минуту, n	Ход полированного штока S, мм	Диаметр плунжера $D_{пл}$, мм
1	14,6	1645	830	10	600	28
2	1.45	1300	820	5	450	28
3	31,3	2590	825	12	1500	28
4	22,1	2451	850	7	450	28
5	8,9	1750	830	10	1350	28
6	5,6	1612	820	6	1200	28
7	6,1	1915	825	7	900	32
8	1,8	1548	850	7	450	32
9	1,6	1868	825	5	300	32
10	1,9	1736	830	5	450	32
11	13,1	1981	850	5	600	32
12	5,2	1298	820	12	300	38
13	20,1	2150	870	12	600	38
14	36,3	2542	825	9	1200	38
15	41,5	1925	830	7	1050	38
16	3,1	1205	820	5	450	38
17	43,7	2146	850	7	1350	38
18	34,7	2300	870	6	2100	43
19	2,8	1060	820	5	300	43
20	6,1	1350	850	7	450	43
21	59,6	2610	825	7	1500	43
22	9,8	1540	830	9	600	43
23	27,6	1681	850	6	2400	43
24	14,0	1359	825	5	450	43
25	8,9	1170	820	7	750	43

26	4,8	1053	830	9	300	43
27	9,7	1620	850	7	750	43
28	40,5	1782	825	6	1800	43
29	29,7	1650	830	6	2700	43
30	6,2	1125	825	5	600	43
31	32,5	2130	850	12	1500	43
32	17,3	1740	870	6	900	56
33	21,7	1645	820	6	1200	56
34	12,9	1360	825	7	600	56
35	5,9	1132	830	5	450	56
36	9,7	1460	870	5	600	56
37	30,2	1840	830	7	1350	56
38	53,4	1975	825	7	1050	43
39	2,2	1020	830	5	450	32
40	2,2	1430	825	5	600	28

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ.

Кинематическая схема двуплечных балансирных станков-качалок показана на рис. 3. Преобразующий механизм балансирных станков-качалок представляет собой простейший плоский механизм первого класса второго порядка.

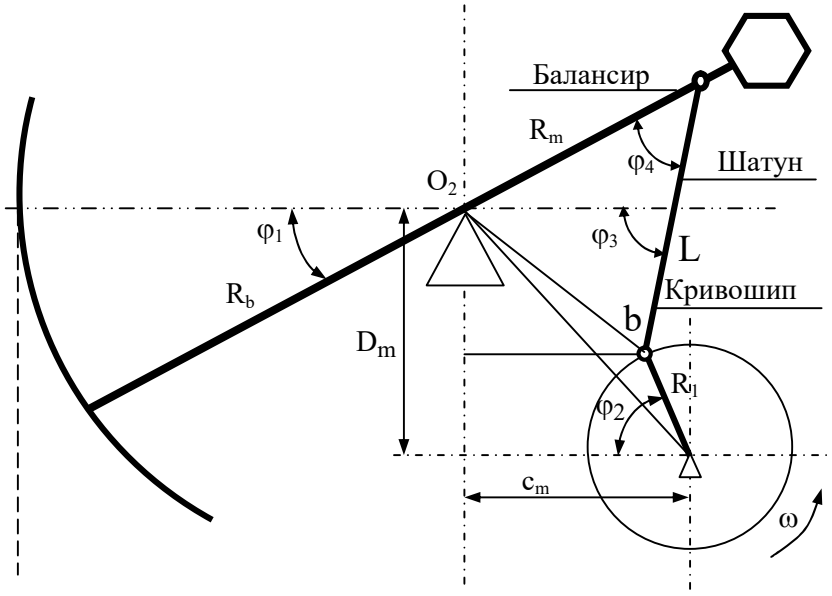


Рис. 1. Схема к кинематическому расчету

На рис. 1 обозначено:
R_1 - радиус кривошипа;
R_b - плечо балансира до подвески штанг;
R_m - плечо балансира до точки соединения балансира с шатуном;
L - длина шатуна;
C_m - расстояние по X между осями кривошипа и балансира;
D_m - расстояние по Y между осями кривошипа и балансира;
φ_2 - угол отклонения кривошипа от линии горизонта;
φ_1 - угол поворота балансира от линии горизонта;
φ_3 - угол отклонения шатуна от линии горизонта;
φ_4 - угол между шатуном и балансиром;

1. КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ МЕХАНИЗМА

1.1. Положение элементов

Для получения выражений, необходимых для расчета перемещения, скорости и ускорения точки подвеса штанг рассматривается показанная на рис. 1 схема.
Для получения зависимостей, связывающих углы отклонения балансира и шатуна можно воспользоваться теоремой косинусов. Для проведения вычислений должны быть определены размеры отрезков, входящих в соответствующие треугольники. При получении зависимостей считаются известными конструктивные размеры элементов и угол поворота кривошипа φ_2.
Отрезок, соединяющих ось вращения кривошипа и ось балансира

$$P=\sqrt{D_m^2+C_m^2} \qquad (1)$$

Угол наклона линии, соединяющей ось вращения кривошипа и ось балансира, к горизонту

$a_1 = arctg(D_m/C_m)$ (2)

Координаты т. крепления шатуна к кривошипу

$X_b = R_1 * Cos(\varphi_2)$; (3)

$Y_b = R_1 * Sin(\varphi_2)$. (4)

Отрезок, соединяющих ось балансира и точку крепления кривошипа к шатуну

$$L_{o2b} = \sqrt{(D_m - Y_b)^2 + (C_m + X_b)^2} \quad (5)$$

Угол между шатуном и балансиром из треугольника O_2Cb

$\varphi_4 = arccos[(R_m^2 + (L)^2 - (L_{o2b})^2]/(2 \cdot R_m \cdot L)$. (6)

Угол между балансиром и отрезком O_2b из треугольника O_2Cb

$a_2 = arccos[(Rm^2 + (L_{o2b})^2 - (L)^2]/(2 \cdot R_m \cdot L_{o2b})$. (7)

Угол между шатуном и отрезком O_2b из треугольника O_2Cb

$a_3 = arccos[((L_{o2b})^2 + (L)^2 - Rm^2]/(2 \cdot L \cdot L_{o2b})$. (8)

Угол между горизонтом и отрезком O_2b из треугольника O_2mb

$a_4 = arctg[(D_m - Y_b)/(C_m + X_b)]$. (9)

Угол между вертикальной линией и отрезком O_2b из треугольника O_2mb

$a_5 = arctg[(C_m + X_b)/(D_m - Y_b)]$. (10)

Угол отклонения балансира от линии горизонта

$\varphi_1 = a_2 - a_4$. (11)

Угол отклонения шатуна от вертикальной линии

$a_6 = a_5 - a_3$. (12)

Угол отклонения шатуна от линии горизонта

$\varphi_3 = 90 + a_6$. (13)

Координата точки подвеса штанг

$X_a = R_b \cdot cos(\varphi_2)$; (14)

$Y_a = R_b \cdot sin(\varphi_2)$. (15)

Перемещение точки подвеса штанг

$L_{тр} = R_b \cdot \varphi_2$ (16)

1.2. Расчет скоростей перемещения элементов

Расчет скорости может быть выполнен двумя способами:
с использованием численного дифференцирования углов поворота элементов;
с использованием геометрических размеров элементов.
При решении задачи с помощью ЭВМ наиболее простые выражения для расчета скорости могут быть получены численным дифференцированием углов поворота элементов. При численном дифференцировании угловой скорости будут получены угловые ускорения.
По методу Эйлера для расчета скорости дифференцирование заменяется приращением

$$\omega_i = \frac{\varphi_i - \varphi_{i-1}}{\Delta t} \quad (20)$$

где ω_i - значение скорости в текущий момент времени, рад/с;

Δt - шаг интегрирования по времени, с;

φ_i - значение угла поворота в текущий момент времени, рад;

φ_{i-1} - значение угла поворота в момент времени, отстоящий от текущего на шаг интегрирования Δt.

Угловые ускорения перемещения элементов

$$\varepsilon_i = \frac{\omega_i - \omega_{i-1}}{\Delta t} \qquad (21)$$

где ε_i - угловое ускорение в текущий момент времени;

w_{i-1}- значение скорости в момент времени, отстоящий от текущего на шаг итегрирования Δt.

Значения скорости и ускорения по (20), (21) может быть вычислено для любого элемента механизма, для которого имеются выражения для расчета углов поворота.

Ускорение точки подвеса штанг

$$a_ш = \varepsilon_б \cdot R_б \qquad (22)$$

2. РАСЧЕТ УСИЛИЙ В ЗВЕНЬЯХ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

2.1. Усилие в точке подвеса штанг

При определении усилий рассматривается вначале движение штанг из нижней точки вверх. В нижней мертвой точке давление столба жидкости воспринимается насосно-компрессорной трубой (НКТ). В процессе движения закрывается плунжерный клапан, давление столба жидкости начинает действовать на насосные штанги. Под действием давления насосные трубы удлиняются, поэтому усилие столба жидкости через насосные трубы на шток начинают действовать не сразу, а через некоторое время, равное времени удлинения насосных треб. Процесс нарастания усилия будет линейным от 0 до веса столба жидкости.

Представленные ниже выражения составлены для общего случая при действии давления жидкости. Изменение давления реализуются в алгоритме при реализации методики в виде программы на ЭВМ.

Для выполнения расчетов использована методика А.С.Вирновоского. Необходимые значения скорости V и ускорения $a_ш$ точки подвеса колонны штанг определяются по представленным выше выражениям.

Для выполнения расчета необходимы следующие исходные данные:

R_1 - радиус кривошипа, м;

n - число качаний балансира в минуту ;

H - глубина спуска насоса, м;

$d_н$ - диаметр плунжера насоса , мм;

конструкция колонны штанг:

$d_1,...,d_n$ - диаметры секций, мм;

$K_1,..., K_n$ - доли каждой секции штанг в общей длине колонны; .

$q_{ш1},..., q_{шn}$ - вес погонного метра штанг каждой типоразмера в жидкости,

типоразмер насосно-компрессорных труб (НКТ);

$\rho_ж$ - плотность нефти, кг/м^3.

Расчет производится для 6-ти характерных точек.

Точка 1. Величина усилия в начале хода вверх

$$P_0^в = P_ш + (P_ш'/g)\, W_0^в \; ; \qquad (23)$$

где $P_ш'$- вес колонны штанг в воздухе;

$P_ш' = q_ш' H$;

где $q_ш'$- вес погонного метра штанг в воздухе;

$W_0^{в-}$ ускорение точки подвеса в начале хода вверх.

Точка 2. Усилие в момент окончания периода начальной деформации при ходе вверх

$$P\lambda^{в} = P_{ш} + P_{ж} + (P_{ш}'/g)(1 - \psi/2)\, W\lambda^{b}; \quad (24)$$

где $P_{ш}$ - вес штанг в жидкости;

$$P_{ш} = q_{ш} \cdot H,$$

где $q_{ш}$ - вес погонного метра штанг в жидкости.
Для выбранной конструкции колонны штанг

$$q_{ш} = q_{ш1} \cdot K_1 + q_{ш2} \cdot K_1 + q_{ш3} \cdot K_1, \quad (25)$$

где $q_{ш1}$, $q_{ш2}$, $q_{ш3}$ - вес погонного метра штанг каждой типоразмера в жидкости;
$P_{ж}$ - вес столба жидкости;

$$P_{ж} = F_{н} \cdot H \cdot \rho_{ж} \cdot g, \quad (26)$$

где $F_{н}$ - площадь плунжера насоса,
$\rho_{ж}$ - плотность откачиваемой жидкости,
g - ускорение свободного падения;
$W\lambda^{в}$- ускорение точки подвеса в момент окончания периода начальной деформации;
ψ - коэффициент, учитывающий соотношение площадей сечения штанг и трубы,

$$\psi = (1 + f_{ш} / f_{т})^{-1} \quad (27)$$

где $f_{т}$ - площади сечения тела трубы;

$$f_{ш} = (K_1/f_{ш1} + K_1/f_{ш2} + K_1/f_{ш3})^{-1} \quad (28)$$

где $f_{ш1}, f_{ш2}, f_{ш3}$-площади поперечных сечений каждой ступени;

Точка 3. Величина максимальной нагрузки в точке подвеса штанг
По окончании периода начальной деформации наблюдается максимальное значение величины нагрузки в точке подвеса. Экстремальное значение нагрузки обусловлено в этом случае волновыми процессами в колонне насосных штанг.

$$P_{max} = P_{ш} + P_{ж} + P_{d1}, \quad (29)$$

где P_{d1}- динамическая нагрузка в начале хода вверх;

$$P_{d1} = K_v^{в} \cdot V_{max} + K_a \cdot H \cdot W_{max} \quad (30)$$

$$K_v^{в} = f_{ш} \cdot E/a \cdot \psi\,(1 + 0.3m),$$

$$m = \frac{f_{п} - f_{ш}}{F_{т} - f_{ш}} \times \frac{P_{ж}}{P_{ш}}$$

где $F_{т}$ - площадь проходного сечения насосных труб.
E - модуль упругости стали;
a - скорость звука в колонне штанг, a=5100 м/с;
V_{max}, W_{max} - скорость и ускорение точки подвеса в момент достижения максимальной нагрузки.
Углы поворота кривошипа φ_1 и φ_2, при которых нагрузки достигают максимальной и минимальной величин

$$\varphi_1 = \varphi\lambda^{в} + \Delta\varphi^{в}; \quad (31)$$

$$\varphi_2 = \varphi\lambda^{н} + \Delta\varphi^{н}; \quad (32)$$

где $\Delta\varphi^{в}$, $\Delta\varphi^{н}$ - дополнительный угол поворота кривошипа от момента окончания периода начальной деформации до момента достижения экстремальной величины нагрузки:

$$\Delta\varphi^{в} = \Delta\varphi^{н} = \omega \cdot H \cdot 57.3 / a \quad (33)$$

Величины углов $\varphi\lambda^{в}$ и $\varphi\lambda^{н}$, соответствующие моменту окончания периода начальных деформаций при ходе вверх и при ходе вниз определяются из рисунка или расчетным путем на ЭВМ. Имея зависимость скорости и ускорения точки подвеса от значения угла поворота кривошипа, можно определить скорость и ускорение при достижении максимальной и минимальной нагрузки.

Угол поворота кривошипа за период начальной деформации определяется полной потерей хода

$$\lambda = 0.1 \cdot F_н \cdot H^2 \cdot \rho_ж \cdot g \cdot (1/f_ш + 1/f_т)/E, \quad (34)$$

где λ - полная потеря хода;

$$K_a = 0.0842\ f_ш\ (1-\psi/2) \quad (35)$$

При использовании графического метода (заводская методика) абсолютное значение скорости $V\lambda^{b}$ и ускорения $W\lambda^{b}$ точки подвеса штанг по окончанию периода начальной деформации во время хода вверх определяется по формулам:

$$V\lambda^{b} = \omega\ So\ (V\lambda^{b}/\omega/So), \quad (36)$$

$$W\lambda^{b} = \omega^{2}\ So\ (W\lambda^{b}/\omega^{2}/So), \quad (37)$$

где $(V\lambda^{b}/\omega/So)$ и $(W\lambda^{b}/\omega^{2}/So)$ - величины относительных значений скорости и ускорения точки подвеса штанг.

Аргументом при определении значений величин $(V\lambda^{b}/\omega/So)$ и $(W\lambda^{b}/\omega^{2}/So)$ по кинематическим кривым является относительная потеря хода плунжера насоса в период нагрузки штанг весом столба жидкости:

$$\Delta S = \lambda/So = 0.1 \cdot F_н \cdot H^2 \cdot \gamma_ж (1/f_ш + 1/f_т)/So/E \quad (38)$$

Точка 4. Усилие в начале хода вниз:

$$P_0^{н} = P_ш + P_ж + (P_ш'/g)(1 + m)*W_0^{н}; \quad (39)$$

где $W_0^{н}$- ускорение точки подвеса в начале хода вниз.

Точка 5. Усилие в конце периода начальной деформации при ходе вниз

$$P\lambda^{н} = P_ш + (P_ш'/g)(|1 - \psi/2)\ W\lambda^{н}; \quad (40)$$

где $W\lambda^{н}$- ускорение точки подвеса в конце периода начальной деформации при ходе вниз.

Точка 6. Минимальное усилие в точке подвеса

$$P_{min} = P_ш + P_{d2} \quad (41)$$

где P_{d2} - динамическая нагрузка в начале хода вниз;

$$P_{d2} = K_v^{н} V_{min} + K_a H\ W_{min} \quad (42)$$

где V_{min}, W_{min} - скорость и ускорение точки подвеса в момент достижения минимальной нагрузки.

При ходе вниз

$$K_v^{н} = f_ш \cdot E/a \cdot \psi. \quad (43)$$

Для построения теоретической динамограммы найденные значения наносятся на график зависимости усилия в т. подвеса от угла поворота кривошипа и полученные таким образом точки соединяются прямолинейными отрезками. В соответствии с графиком определяются приближенные значения промежуточных величин нагрузки в точке подвеса. Эти значения используются для определения промежуточных значений крутящего момента.

2.2. Усилие в шатуне

Усилие в шатуне определится из равенства моментов (рис. 4)

$$M_{шт} + M_{шат} + M_{пр.б} - M_{ин.б} - M_{ин.пр.б} = 0, \quad (44)$$

где $M_{шт}$ - момент от усилия на штоке штанг;
$M_{шат}$ - момент от усилия в шатуне;

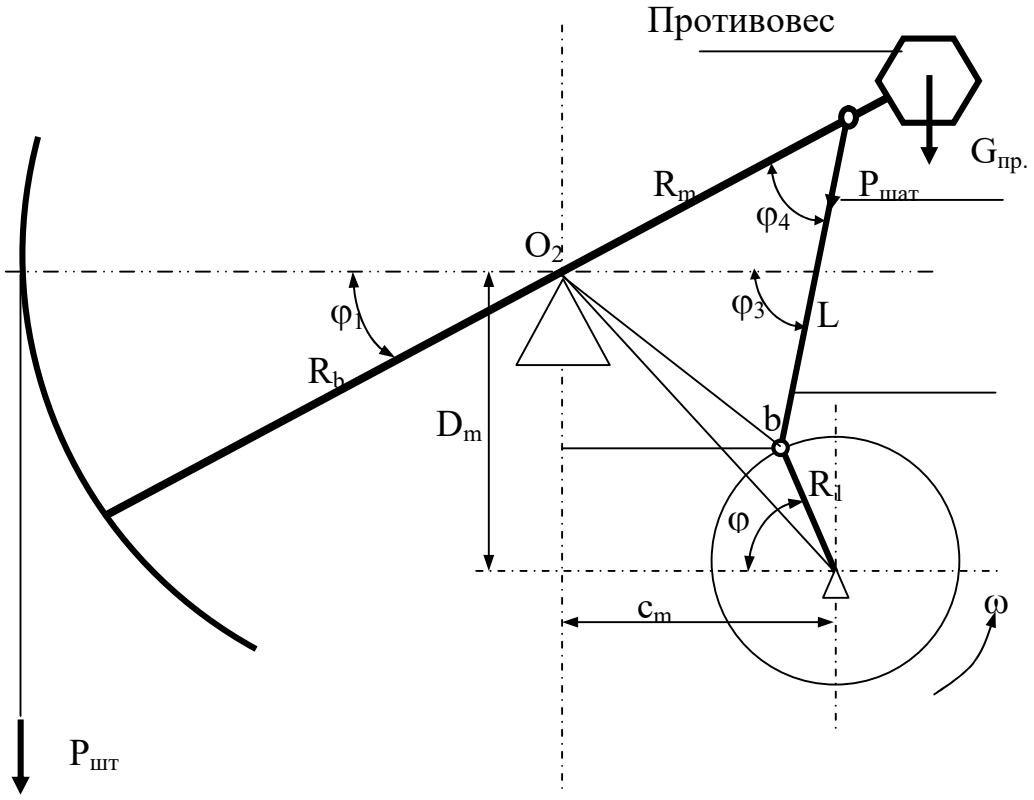


Рис. 2. Схема к расчету усилий

$M_{пр.б}$ - момент от веса противовеса балансира;
$M_{ин.б}$ - момент от сил инерции, возникающих при движении балансира с ускорением;
$M_{ин.пр.б}$ - момент от сил инерции, возникающих при движении массы противовеса балансира с ускорением.
Знак момента от сил инерции определяется знаком ускорения. В данной работе принято за положительное направление скорости вращения движение против часовой стрелки, ускорение определяется знаком скорости. Таким образом, в рассматриваемом движении штанг снизу вверх, балансир относительно точки качаний движется по часовой стрелке, что определяет отрицательное значение скорости. При движении из нижней "мертвой" точки происходит увеличение абсолютного значения скорости балансира, т.е. балансир движется с ускорением, но так как скорость имеет отрицательный знак, то и ускорение на всем интервале времени разгона балансира будет иметь отрицательное значение. При определении через ускорение моменты от сил инерции будет получен знак "минус" перед этими моментами, т.е. знаки будут теми же, что и перед моментом от усилий на штоке штанг.
Момент от усилий на штоке штанг определится по усилию на штоке штанг

$$M_{шт}=P_{шт}\cdot R_{б} \quad (45)$$

Момент от усилия в шатуне

$$M_{шат}=-P_{шат}\cdot R_m/sin(\varphi_4) \quad (46)$$

Момент от веса противовеса балансира

$$M_{пр.б}=- G_{пр.б}\cdot R_{пр.б}.cos(\varphi_1) \quad (47)$$

Момент от сил инерции, возникающих при движении балансира с ускорением

$$M_{ин.б}=J_{бал}\cdot e_{б}, \quad (48)$$

где $J_{бал}$-момент инерции балансира относительно оси вращения, кг·м^2;
Момент от сил инерции, возникающих при движении массы противовеса балансира с ускорением

$$M_{ин.пр.б}=(G_{пр.б}/g)\cdot R_{пр.б}^{2}\cdot\varepsilon_{б}, \quad (49)$$

где $G_{пр.б}$ - вес противовеса балансира, Н;
g - ускорение свободного падения (9.81 м/с^2);
$R_{пр.б}$ - расстояние от оси вращения балансира до центра масс противовеса балансира, м.
После преобразований выражение для расчета усилия в кривошипе примет вид

$$P_{шат}=[P_{шт}\cdot R_{б}-G_{пр.б}\cdot R_{пр.б}.cos(\varphi_1)-J_{бал}\cdot e_{б}-(G_{пр.б}/g)\cdot R_{пр.б}^{2}\cdot e_{б}]\cdot sin(\varphi_4)/R_m. \quad (50)$$

Анализ выражения показывает, что положительное значение усилия в шатуне будет при растяжении шатуна, отрицательное - при сжатии.

2.3. Максимальный изгибающий момент на балансире

Для подбора сечения балансира и расчета действительных напряжений в нем должен быть определен максимальный изгибающий момент.
Изгибающий момент на балансире будет зависеть от усилий со стороны штанг, собственного веса балансира, и угла наклона балансира. Усилие на устевом штоке меняется в течение цикла, угол наклона также, поэтому изгибающий момент рассчитывается через заданный шаг расчета (1 градус) и из них выбирается наибольшее значение.

$$M_{бал}=P_{шт}\cdot R_b+[q_{б}\cdot R_b^{2}/2+G_{гб}\cdot(R_b L_{гб}/2)]\cdot\cos(\varphi_1) \quad (51)$$

где $P_{шт}$- нагрузка на устевом штоке;
R_b - длина балансира до подвески штанг;
R_m - плечо балансира до точки соединения балансира с шатуном;
$q_б$ - вес 1 погонного метра балансира;
$G_{гб}$ - вес головки балансира;
$L_{гб}$ - ширина головки балансира.
φ_1 - угол поворота балансира от линии горизонта;

2.4. Момент на валу кривошипа

Уравнение равновесия моментов относительно оси кривошипа

$$M_{кр}=M_{шат}+M_{пр.кр} \quad (52)$$

где $M_{кр}$-момент на валу кривошипа;
$M_{шат}$- момент от усилия в шатуне;
$M_{пр.кр}$-момент от веса противовеса, расположенного на кривошипе. Момент от усилия в шатуне

$$M_{шат}=P_{шат}\cdot R_1\cdot sin(\varphi_3-\varphi_2) \quad (53)$$

Момент от веса противовеса, расположенного на кривошипе

$$M_{пр.кр}=-G_{пр.кр}\cdot R_{пр.кр}\cdot cos(\varphi_2-a_{пр}) \quad (54)$$

где $G_{пр.кр}$ - вес противовеса, расположенного на кривошипе,
$R_{пр.кр}$ - расстояние от оси кривошипа до центра масс кривошипа с шатуном.
$a_{пр}$ - угол между кривошипом и линией, соединяющей оси кривошипа и центр масс противовеса.
За положительное направление крутящего момента принято направление против часовой стрелки, поэтому в выражении для расчета момента от веса противовеса введен знак "-" (при положении кривошипа в 1 и 2 четверти момент от веса кривошипа действует по часовой стрелке). В выражении для расчета момента от усилия в шатуне знак "+" обеспечивает при положительном значении усилия в шатуне положительное значение момента на валу кривошипа на всем ходе движения штанг вверх.

2.5. Нагрузка на стойку

В данной методике рассмотрена конструкция стойки, представляющая собой трех или четырехгранную ферменную конструкцию. Общий вид стойки показан на рис. 5.
На стойку действуют нагрузки со стороны балансира от усилий на полированном штоке и в шатуне, а также крутящий момент $M_{кр}$, вызванный действием на головку балансира ветровой нагрузки. Представим нагрузку со стороны балансира на шарнир балансир-стойка из двух составляющих $R_{сх}$ и $R_{су}$ - соответственно горизонтальная и вертикальная.
Для определения значений составляющих усилий на стойку по оси X и оси Y, запишем сумму проекций на эти оси

$$\Sigma P_x=R_{сх}-P_{шат}\cdot cos(\varphi_3)=0 \quad (55)$$

$$\Sigma P_y=R_{су}-P_{шат}\cdot sin(\varphi_3)-P_{шт}-G_{пр.б}=0 \quad (56)$$

где $P_{шат}$- усилие в шатуне;
$P_{шт}$ - усилие на штоке;
φ_3 - угол между шатуном и горизонтом.
$G_{пр.б}$ - вес противовеса, устанавливаемого на балансире, Н.
После преобразования выражения примут вид

$$R_{сх}=P_{шат}\cdot cos(\varphi_3) \quad (57)$$

$$R_{су}=P_{шт}+P_{шат}\cdot sin(\varphi_3)+G_{пр.б}. \quad (58)$$

При изготовлении стойки в виде треугольной фермы с шарнирным креплением элементов к платформе значения составляющих нагрузки распределятся по элементам с учетом их наклона от вертикальной оси.

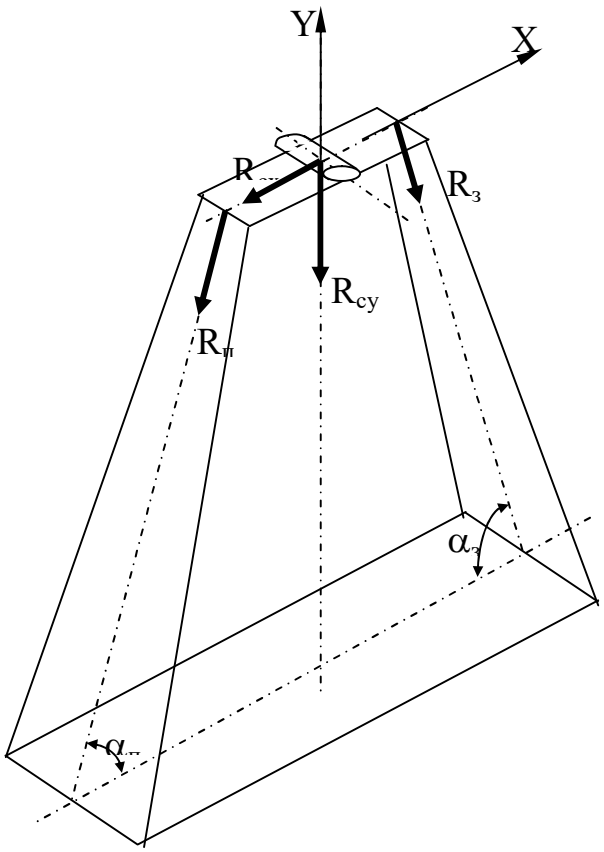


Рис. 3. Схема к расчету нагрузок на элементы стойки

2.5.1. Распределение нагрузки по стержням стойки

Действие балансира на стойку заменяется нагрузками, равными по величине определенным выше реакциям R_{cx}, R_{cy}. Так как, как известно, реакция действует противоположно нагрузке, то при рассмотрении распределения нагрузки по элементам стойки направление действия нагрузки принимается противоположным действию реакций, это показано на рис. 5.
Для расчета усилий в передней и задней секциях стойки составляются уравнения проекций сил на оси X и У (рис. 5).

$$\Sigma X=-R_{cx}+R_{п}\cdot\cos(\alpha_{п})-R_{з}\cdot\cos(\alpha_{з})=0; \quad (59)$$

$$\Sigma Y=-R_{cy}+R_{п}\cdot\sin(\alpha_{п})+R_{з}\cdot\sin(\alpha_{з})=0, \quad (60)$$

где $R_{п}$,$R_{з}$ - усилия в передней и задней секциях стойки, соответственно;
$a_{п}$,$a_{з}$ - углы наклона передней и задней секций к горизонту, соответственно;
После преобразований

$$R_{з}=[- R_{cx}\cdot tg(\alpha_{п})+R_{cy}] / [\cos(\alpha_{з})\cdot tg(\alpha_{п})+\sin(\alpha_{з})] \quad (61)$$

$$R_{п}=[R_{з}\cdot\cos(a_{з}) + R_{cx}] / \cos(a_{п}) \quad (62)$$

3. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИВОДА

3.1. Расчет массы противовеса на балансире

Величина уравновешивающих грузов на балансире определяется по средней нагрузке за цикл в точке подвеса штанг и по соотношению линейных размеров

$$G_{бал} = R_{b}\cdot(P_{max}+P_{min}) / [2\cdot R_{бал}] \quad (63)$$

где R_{1} - радиус кривошипа;
R_{b} - длина балансира до подвески штанг;
P_{max}- максимальная нагрузка в точке подвеса штанг по (29):
P_{min}- минимальная нагрузка в точке подвеса штанг по (41). $R_{бал}$-расстояние от оси до центра масс противовеса;
Масса грузов

$$M_{бал} = G_{бал}/9.81 \quad (64)$$

3.2. Расчет массы роторного противовеса

Величина роторных уравновешивающих грузов определяется по средней нагрузке за цикл в точке подвеса штанг и по соотношению линейных размеров привода

$$G_{rotGr} =[R_{b}\cdot R_{1}\cdot(P_{max}+P_{min})]/[2\cdot R_{m}\cdot R_{rotGr}] \quad (65)$$

где R_{1} - радиус кривошипа;
R_{b} - длина балансира до подвески штанг;
R_{m} - плечо балансира до точки соединения балансира с шатуном;
P_{max}- максимальная нагрузка в точке подвеса штанг по (29);
P_{min}- минимальная нагрузка в точке подвеса штанг по (41);
R_{rotGr}-расстояние от оси кривошипа до центра масс роторного противовеса;
Масса роторных грузов

$$MrotGr = GrotGr/9.81 \quad (66)$$

3.3. Расчет массы роторного и балансирного противовесов при комбинированном уравновешивании

При таком способе уравновешивания задаются один из грузов и расстояния, на которых грузы располагаются от оси вращения.
При задании грузов на балансире вес уравновешивающего роторного груза определится

$$G_{rotGr} = \{R_b \cdot R_1 \cdot [(P_{max}+P_{min})/2 - G_{бал} \cdot R_{бал}/R_b]\}/[R_m \cdot R_{rotGr}] \quad (67)$$

При задании роторных грузов вес уравновешивающего груза на балансире определится

$$G_{rotGr} = \{[(P_{max}+P_{min})/2 - G_{rotGr} \cdot R_m \cdot R_{rotGr}/(R_b \cdot R_1)] \cdot R_b\} / R_{бал} \quad (68)$$

3.4. Расчет угла между кривошипом и линией, соединяющей оси кривошипа и центр масс противовеса

У двуплечевой схемы привода шатун работает на растяжение. Поэтому роторный противовес для уравновешивания усилия шатуна должен располагаться на той же стороне, что и шарнир шатун-кривошип. Если центр вращения кривошипа располагается точно вертикально под шарниром шатун-балансир, то угол между кривошипом и линией, соединяющей оси кривошипа и центр масс противовеса, будет равен 0^o.

При смещении центра вращения кривошипа относительно точки крепления шатуна к балансиру необходимо изменять положение роторных грузов. Аналитически получить зависимость расчета угла положения роторных грузов не удалось, поэтому было решено применить метод поисковой оптимизации для поиска оптимального угла наклона. В качестве критерия оптимизации принят крутящий момент на валу кривошипа. В процессе оптимизации определяется такое значение угла, при котором крутящий момент будет наименьшим.

Алгоритм поиска оптимального решения заключается в следующем:

1) устанавливаются границы возможного изменения угла при поиске $[\alpha_{пр}^{min}, \alpha_{пр}^{max}]$;
2) угол между кривошипом и линией, соединяющей оси кривошипа и центр масс противовеса, принимается равным минимальному значению;
3) рассчитывается по крутящий момент по выражениям (1)..(54);
4) угол изменяется на заданный шаг $\Delta\alpha_{пр}$;
5) пункты 2-4 повторяются пока не будет достигнуто максимальное значение угла, при этом запоминается в памяти ЭВМ минимальное значение момента на валу кривошипа и соответствующее ему значение угла положения роторных грузов.

3.5. Расчет балансира

Балка балансира работает на изгиб, причем на нее действуют сосредоточенные нагрузки, вызывающие касательные напряжения. С учетом этого рассчитываются приведенные напряжения. Коэффициент запаса относительно предела текучести определяется для приведенных напряжений.

В упругой стадии напряжения состояние при изгибе проверяется по формулам

$$\sigma = M/W; \ \tau = [Q \cdot S]/I \cdot \delta \quad (69)$$

где M - изгибающий момент в сечении;
Q - поперечная сила;
W - момент сопротивления сечения;
I - момент инерции сечения;
S - статический момент сечения;
δ - толщина стенки сечения.

Проверка балки производится как на нормальное, так и на касательное напряжения.

Текучесть наступает при достижении приведенного напряжения предела текучести

$$\sigma_{пр} = \sqrt{s^2 + 3t^2} \quad (70)$$

Подбор стандартного сечения балки осуществляется по условию

$$\sigma_{пр} < \sigma_т/К_з \quad (71)$$

где $К_з$ - коэффициент запаса по пределу текучести, учитывающий концентрацию напряжений, коэффициент условий работы, коэффициент надежности.

Максимальный изгибающий момент на балансире будет в точке крепления к нему шатуна. Максимальный момент с учетом нагрузки от собственного веса балансира определится по выражению

$$M_{бал}=P_{шт.max}\cdot R_b+ [q_б\cdot R_b^2/2+G_{гб}\cdot(R_b L_{гб}/2)]\cdot\cos(\varphi_1) \quad (72)$$

где $P_{шт.max}$ - максимальная нагрузка на устевом штоке;
R_b - длина балансира до подвески штанг;
R_m - плечо балансира до точки соединения балансира с шатуном;
$q_б$ - вес 1 погонного метра балансира;
$G_{гб}$- вес головки балансира;
$L_{гб}$- ширина головки балансира.
В качестве поперечной силы принимается реакция со стороны стойки, составляющие которой R_{cx}, R_{cy} определены в (58),(59). В течение цикла балансир меняет свое положение и, соответственно, будет меняться поперечная сила

$$Q = R_{cy}\cdot\cos(\varphi_1) + R_{cx}\cdot\sin(\varphi_1); \quad (73)$$

где φ_1 - угол между горизонтом и балансиром.
Для расчета балансира на ЭВМ формируется база данных с параметрами двутавров.
Алгоритм расчета балансира на ЭВМ заключатся в следующем.
1) По выражениям (1)..(54) выполняется кинематический и силовой расчет за цикл работы станка. Шаг, через который выполняются расчета принимается равным 1 градусу поворота вала кривошипа.
2) Из базы данных берется первый двутавр
3) По (72), (73), (69), (70) рассчитывается приведенное напряжение.
4) Проверяется условие (71). Если условие выполняется, то расчеты прекращаются, а если нет, то из базы данных берется следующий двутавр.
5) Пункты 3, 4 повторяются до выполнения условия (71).

3.4. Расчет шатуна

Шатун работает на растяжение, поэтому при расчете шатун не нужно проверять на устойчивость. Шатун изготовляется обычно из одной или двух труб.
Проверка шатуна на прочность

$$\frac{P_{шат}}{\varphi\cdot F_{шат}}\le\sigma_т\cdot К_з \quad (74)$$

где $\sigma_т$ - предел текучести, Па;
$P_{шат}$- усилие в шатуне, Н;
$F_{шат}$- площадь сечения шатуна, $м^2$;
$К_з$ - коэффициент запаса по пределу текучести;
$N_{шт}$- количество элементов, составляющих шатун;

$$F_{шат}=\pi\cdot(D_н^2-D_{вн}^2)/4; \quad (75)$$

$D_н$ - наружный диаметр трубы, из которой изготовляется шатун, м;
$D_{вн}$- внутренний диаметр трубы, из которой изготовляется шатун, м;

Алгоритм расчета шатуна на ЭВМ заключатся в следующем.
1) Задаются исходные данные:
- предел текучести материала балансира, МПа;
- коэффициент запаса для расчета допустимого напряжения;
- наружный диаметр трубы, мм;
- толщина стенки, мм;
- число труб, из которых компонуется шатун.

2) По выражению (75) рассчитывается площадь сечения.

3) По выражению (74) рассчитывается действительной напряжение и коэффициент запаса по пределу текучести.

3.5. Расчет стойки

В зависимости от геометрических размеров элементов и места их расположения элементы стойки могут работать на растяжение и на сжатие. Поэтому в программе для ЭВМ организуется проверка на какую нагрузку работает элемент и соответственно выполняется расчет или только на растяжение (если элемент работает только на растяжение), или только на сжатие (если элемент работает только на сжатие), или на оба варианта нагрузки. В последнем случае после расчетов по двум вариантам нагружения определяется наибольшее напряжение из двух (растяжение или сжатие) и коэффициент запаса определяется по нему.
Так как знак нагрузки на элементах стойки может меняться в течение цикла, то расчет усилий в передней и задней секциях стойки по выражениям (58), (59), (63), (64) включается в цикл кинематических и силовых расчетов по выражениям (1)..(50).
При работе элементов передней секции стойки на растяжение

$$\sigma_п = R_п / [N_п \cdot F_п] \quad (76)$$

где $R_п$ - усилие растяжения передней секцию;
$N_п$ - число элементов, составляющих переднюю секцию;
$F_п$ - площадь сечения 1 элемента передней секции.

Подбор стандартного сечения элемента при работе на растяжение осуществляется по условию

$$\sigma_п < \sigma_т / К_з \quad (77)$$

$К_з$ - коэффициент запаса по пределу текучести, учитывающий коэффициент надежности, условий работы, безопасности материала.
При работе элементов задней секции стойки на растяжение

$$\sigma_з = R_з / N_з \cdot F_з \quad (78)$$

где $R_з$ - усилие растяжения задней секцию;
$N_з$ - число элементов, составляющих заднюю секцию;
$F_з$ - площадь сечения 1 элемента задней секции.
Подбор стандартного сечения элемента работе на растяжение по условию

$$\sigma_з < \sigma_т / К_з \quad (79)$$

При работе передней секции стойки на сжатие, ввиду того, что длина стержней значительно больше размеров сечений, расчет выполняется с проверкой на устойчивость.
Проверка на устойчивость

$$\sigma_т \cdot К_з > R_п / [\lambda \cdot N_п \cdot F_п] \quad (80)$$

где λ- коэффициент продольного изгиба.
$\sigma_т$ - предел текучести, Па;
$R_п$- усилие сжатия передней секции стойки, Н;
Коэффициент продольного изгиба зависит от гибкости λ и изменяется в пределах.
Гибкость определяется по расчетной длине и коэффициенту m, учитывающему способ закрепления концов стержня

$$\lambda = \mu L / r \quad (81)$$

где L - действительная длина стержня;
r - радиус инерции стержня, м;

Коэффициент μ, учитывающий способ закрепления концов шатуна, для данного исполнения принимается равным 1.

В зависимости от гибкости значения коэффициентов φ для двух марок сталей представлены в табл. 1

Таблица 1

Зависимость коэффициента φ от гибкости λ для стали ст. 3

Гибкость λ	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Коэф. φ	1.0	0.98	095	0.92	0.89	0.86	0.82	0.76	0.7	0.62	0.51

Гибкость λ	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
Коэф. φ	0.51	0.43	0.36	0.33	0.29	0.26	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16

ЛИТЕРАТУРА

1. Аваков В. А. Расчеты бурового оборудования : научное издание / В. А. Аваков. - Москва : Недра, 1973. - 400 с. : ил. - Библиогр.: с. 388-397.
2. Буровые комплексы: Учебное пособие/ Под ред. К. П. Порожского; Урал. Гос. Горный ун-т – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013 – 768с.
3. Касьянов П. А., Гаврилова Л. А. Проектирование и конструирование узлов талевой системы: Учебное пособие. Екатеринбург: Изд. УГГГА, 2005. - 175 с.
4. Расчет и конструирование нефтепромыслового оборудования: Учебн. Пособие для вузов/ Л. Г.Чичеров, Г. В.Молчанов, А. М.Рабинович и др. – М.: Недра. 1987. – 422 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ГМК
(протокол № 1 от 04.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Ю. А. Лагунова

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.В.07.03 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ ПРОМЫСЛОВ

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

форма обучения: очная, заочная, очно-заочная

год набора: **2026**

Автор: Гаврилова Л. А., доцент, к.т.н.

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…….5
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……..7
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 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. Самостоя-

тельное 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

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.

Темы практических занятий

1. Изучение конструкторской документации на буровое оборудование.
2. Применение методов конструирования.
3. Выбор показателей функционального назначения СПК.
4. Выбор показателей технологичности.
5. Изучение показателей ТКИ.
6. Выбор и обоснование материала для изготовления бурового оборудования.
7. Разработка функциональной схемы буровой установки.
8. Разработка функциональной схемы установки для ремонта нефтяных скважин.
9. Разработка функциональной схемы станка-качалки.
10. Определение взаимосвязи конструктивных и технологических параметров бурового оборудования.
11. Определение взаимосвязи конструктивных и технологических параметров нефтепромыслового оборудования.
12. Применение методики расчета на прочность узлов буровой установки.
13. Применение методик расчета на прочность нефтепромыслового оборудования.
14. Применение показателей качества для оценки уровня эффективности нефтепромыслового оборудования.
15. Выбор материалов для изготовления бурового и нефтепромыслового оборудования.
16. Обоснование выбора компоновочных схем оборудования для конкретных условий эксплуатации.
17. Подбор штанговых насосных установок для добычи нефти
18. Обработка динамограмм работы скважинных штанговых насосных установок
19. Уравновешивание механических балансирных приводов скважинных штанговых насосных установок

Задания для выполнения практических работ

1. Составить алгоритм работы оборудования по заданной компоновочной схеме буровой установки. Определить взаимосвязь конструктивных и технологических параметров.
2. Составить алгоритм и программу расчета узла буровой установки для конкретных условий эксплуатации.
3. Расчет насосно-компрессорных труб на прочность.
4. Расчет пакеров.
5. Расчет оборудования для освоения скважин.
6. Выбор и расчет фонтанной арматуры.
7. Определение основных геометрических размеров рабочих колес и направляющих аппаратов электроприводных центробежных насосов (ЭЦН) для добычи нефти. Определение типа рабочего колеса и теоретических характеристик рабочего колеса ЭЦН.
8. Определение осевых и радиальных усилий, возникающих при работе электроприводных центробежных насосов (ЭЦН) для добычи нефти. Выбор материалов осевых и радиальных опор ЭЦН.

9. Подбор установок электроприводных центробежных насосов (УЭЦН) для добычи нефти.
10. Рассчитать показатели функционального назначения СПК установок для бурения (ремонта) скважин.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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.

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.

ЛИТЕРАТУРА

1. Расчет и конструирование машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов: учебник. Ч. 1. Расчет и конструирование оборудования для бурения нефтяных и газовых скважин / С. И. Ефимченко, А. К. Прыгаев. - Москва: Нефть и газ, 2006. - 736 с
2. Буровые комплексы: Учебное пособие/ Под ред. К.П. Порожского; Урал. Гос. Горный ун-т – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013 – 768 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ГМК
(протокол № 1 от 04.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Ю. А. Лагунова

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.В.07.04 ПРОЦЕССЫ И АГРЕГАТЫ НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Форма обучения: ***очная, заочная, очно-заочная***

год набора: 2026

Автор: Лагунова Ю. А., д-р техн. наук, профессор

Екатеринбург

Контрольная работа

Вариант 1

Определить изменение состояния агрегата ГПА-Ц-6,3 в результате проведенной очистки осевого компрессора "на ходу", если агрегат до чистки компрессора работал при следующих исходных данных: температура газа на входе и выходе нагнетателя, соответственно, t_1 = 10 °С; $Q_{\text{п}}$ = 30 °С; давление газа на входе и выходе нагнетателя, соответственно, Q = 4,0 МПа, ΔP = 5,12 МПа; частота вращения вала нагнетателя n = 7000 об/мин, содержание метана в газе $r_{\text{мет}}$ = 0,975, газовая постоянная R = 498 Дж/кг·К, относительная плотность по воздуху Δ = 0,575. Температура газов перед ТВД t_z = 646 °С определена при помощи графических зависимостей по температуре перед СТ. Температура и давление воздуха на входе осевого компрессора совпадают с номинальными ($T_{\text{а}} = T_{\text{ао}}, P_{\text{а}} = P_{\text{ао}}$).

После чистки осевого компрессора агрегат работал при следующих исходных данных: температура газа на входе и выходе нагнетателя, соответственно, t_1 = 18 °С, t_2 = 40 °С; давление газа на входе и выходе нагнетателя, соответственно, P_1 = 4,2 МПа, P_2 = 5,4 МПа. Частота вращения вала нагнетателя n = 7500 об/мин, содержание метана в газе $r_{\text{мет}}$ = 0,975, газовая постоянная R = 498 Дж/кг·К, относительная плотность по воздуху Δ = 0,575. Температура газа перед ТВД t_z = 680 °С.

Вариант 2

Определить запас устойчивой работы нагнетателя ГПА-Ц-6,3/56М-1,45, имеющего следующие параметры рабочего режима: давление газа на входе нагнетателя $P_{\text{вх}}$ = 3,9 МПа, давление газа на выходе нагнетателя $P_{\text{вых}}$ = 5,3 МПа, температура газа на входе t_1 = 16 °С, частота вращения нагнетателя n_0 = 8100 об/мин, производительность нагнетателя $Q_{\text{комм}}$ = 475 тыс.н·м^3/ч, плотность газа ρ_0 = 0,676 кг/м^3.

Вариант 3 в периоде

Задание: внутреннее давление; диаметр эллиптического днища; допускаемое напряжение на растяжение выбираем по приложению 2 для заданной марки стали при *T*, технологически приняв толщину свыше 32 мм и свыше 160 мм (сравнить); коэффициент прочности сварного шва выбираем из приложения П1 по табл. П1.1 для стыковой ручной сварки с двусторонним сплошным проваром и с длиной контролируемых швов 100 % $\varphi_{\text{р}}$ = 1; прибавка к расчетной толщине стенки на компенсацию коррозии c_1=0,002 м; прибавка к расчетной толщине стенки на вытяжку c_2=0,002 м.

Расчет при *H*=0,25*D*, *R*=*D*.

Исходные данные:

Вариант	Внутреннее давление *p*, МПа	Диаметр эллиптического днища *D*, м	Марка стали	Расчетная температура стенки *T*, °С
1	2,0	1,6	ВСт3	20
2	2,3	1,7	16ГС	100
3	2,4	1,8	09Г2С	20
4	2,6	1,9	20К	150
5	2,8	2,0	10Г2С	200
6	3,0	2,1	10	250
7	3,2	2,2	09Г2	300
8	3,4	2,3	17ГС	350
9	3,8	2,4	17Г1С	375
10	4,0	2,5	10Г2С1	400

11	4,2	2,6	10	20
12	4,4	2,7	09Г2	100
13	4,6	2,8	17ГС	150
14	4,8	2,9	17Г1С	200
15	5,0	3,0	10Г2С1	300
16	5,2	3,1	ВСт3	350
17	5,4	3,2	16ГС	375
18	5,6	3,4	09Г2С	400

Вариант 4

Определить вероятную температуру нефти после 30 суток хранения в нетеплоизолированном резервуаре **Р** со сферической кровлей. Высота взлива нефти $H_{взл}$ = 9 м. Температура закачки нефти в резервуар $T_{зал}$=323 К. Средняя толщина стенки резервуара 9 мм, кровли – δ_i = 4 мм. Коэффициент теплопроводности стали $\lambda_{ст}$=40 Вт/(м·К). Температура воздуха в районе размещения резервуара в период хранения нефти $T_{возд}$ = 253 К, скорость ветра на уровне кровли – $v_{вет}$ = 2 м/с. Характеристики нефти таковы: плотность и кинематическая вязкость при 293 К ρ_{293} ; $\nu_{293} = 28{,}8 \cdot 10^{-4}$ м^2/с; коэффициент крутизны вискограммы u = 0,108 К$^{-1}$. Температура грунта под днищем резервуара $T_{гр}$ = 275 К, коэффициент его теплопроводности $\lambda_{гр}$=1,6 Вт/(м·К). Принять продолжительность дня $t_{дн}$ = 8,5 ч, интенсивность солнечной радиации в полдень i_0 = 200 Вт/м^2.

Исходные данные

Вариант	Р	ρ_{293}, кг/м^3	Вариант	Р	ρ_{293}, кг/м^3
1	РВС-1000	700-709	9	РВС-1000	990-999
2	РВС-2000	710-719	10	РВС-2000	720-729
3	РВС-3000	720-729	11	РВС-3000	710-719
4	РВС-5000	740-749	12	РВС-5000	900-909
5	РВС-10000	890-899	13	РВС-10000	930-939
6	РВС-15000	900-909	14	РВС-15000	740-749
7	РВС-20000	930-939	15	РВС-20000	890-899
8	РВС-30000	990-999	16	РВС-30000	700-709

Вариант 5

Определить производительность сепаратора (зазор между тарелками 0,4 мм) типа УОВ-602К-2 с центробежной пульсирующей выгрузкой осадка, предназначенного для отделения кристаллов Na_2CO_3 от маточного раствора плотностью ρ_2 =1000 кг/м^3.

Исходные данные

Вариант	Объемная концентрация твердого вещества в суспензии C_υ, %	Плотность кристаллов Na_2CO_3 ρ_1, кг/м^3	Динамическая вязкость раствора μ, Па·с	Минимальный размер улавливаемых твердых частиц d, мкм	Частота вращения ротора n, об/мин	Индекс производительности $\Sigma_т$, м^2	Емкость шламового пространства ротора $V_{шл}$, м^3	Пропускная способность по воде, м^3/ч
1	10	2700	0,001	1	4700	8000	0,007	до 10
2	11	2500	0,002	0,8	4000	7000	0,006	до 20
3	12	2300	0,001	1,1	4500	7500	0,005	до 15
4	13	2100	0,002	1,2	4300	7250	0,004	до 17
5	14	2000	0,003	1,3	4200	7700	0,008	до 18
6	15	1800	0,004	1,4	4100	7950	0,009	до 19

7	10	1850	0,001	0,9	3600	8000	0,007	до 10
8	11	2010	0,002	0,85	3770	7000	0,006	до 20
9	12	2200	0,001	0,88	3550	7500	0,005	до 15
10	13	2500	0,002	0,95	3350	7250	0,004	до 17
11	14	2250	0,003	0,97	3370	7700	0,008	до 18
12	15	2350	0,004	0,96	3250	7950	0,009	до 19
13	10	2390	0,001	1.11	3270	8000	0,007	до 10
14	11	2450	0,002	1,12	3125	7000	0,006	до 20
15	12	2550	0,001	1,23	3100	7500	0,005	до 15
16	13	2600	0,002	1,25	3050	7250	0,004	до 17
17	14	2650	0,003	1,27	3000	7700	0,008	до 18
18	15	2750	0,004	1,3	2900	7950	0,009	до 19
19	16	2730	0,006	1,32	2950	8100	0,008	до 15
20	17	2580	0,007	1,35	2800	7900	0,005	до 17

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ГМК
(протокол № 1 от 04.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Ю. А. Лагунова

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся

Б1.В.07.04 ПРОЦЕССЫ И АГРЕГАТЫ НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Форма обучения: ***очная, заочная, очно-заочная***

год набора: **2026**

Автор: Лагунова Ю. А., д-р техн. наук, профессор

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Процессы и агрегаты нефтегазовых технологий» является одним из ведущих разделов цикла общепрофессиональных дисциплин. Эта дисциплина является основной на всех этапах ведения технологических процессов нефтяных и газовых промыслов – от изучения рабочих процессов машин и агрегатов при добыче, сборе, подготовке и транспортировании нефти и газа в целом, до самых детальных работ по проектированию, производству и эксплуатации технологического оборудования.

Промышленное производство характеризуется разнообразием технологических **процессов** – результатом целенаправленной деятельности человека для получения определенных продуктов, предметов и материалов. **Агрегаты** – технические объекты для осуществления технологических процессов.

Поэтому дисциплина «Процессы и агрегаты нефтегазовых технологий» строится на основе выявления аналогии между различными стадиями того или иного процесса и функциями агрегатов для осуществления этих стадий в технологическом процессе нефтегазопромысловой отрасли.

Таким образом, предметом дисциплины являются процессы и агрегаты нефтегазовых производств.

Задачей дисциплины является изучение:

теории основных технологических процессов в нефтегазовой промышленности;

принципов устройства и работы агрегатов и машин для осуществления технологических процессов;

методов расчета основных параметров и характеристик агрегатов и машин;

проблем и закономерностей перехода от лабораторных процессов и моделей к промышленным процессам и агрегатам (моделирование).

Топливно-энергетический комплекс (ТЭК) является одной из основ экономики России. В этот комплекс входят такие технологические процессы как добыча, переработка, транспортирование и хранение нефти, газа и нефтепродуктов. Поэтому в нашем учебном пособии рассматриваются общие вопросы гидромеханических процессов и агрегатов, разделения и перемешивания жидких и газовых сред, тепловых процессов и агрегатов, массообменных процессов и агрегатов, адсорбации, механических процессов и агрегатов, сбора и подготовки нефти и газа, транспортирования и хранения нефти и газа.

Пример теста

№№	Вопросы	Ответы
1	Сколько этапов происхождения нефти Вы знаете?	1) 3 2) 5 **3) 4** 4) 2 5) 6
2	Из каких двух элементов состоит нефть?	1) углерод и азот **2) углерод и водород** 3) кислород и углерод 4) азот и кислород 5) кислород и метан
3	Что является характеристикой псевдоожиженного слоя?	1) зависимость между его плотностью и скоростью ожижающего агента 2) зависимость между его сопротивлением и критической скоростью ожижающего агента 3) зависимость перемещения 4) зависимость между его плотностью и массой ожижающего агента **5) зависимость между его гидравлическим сопротивлением и фиктивной скоростью ожижающего агента**
4	Чему равна сила Архимеда, действующая на частицу в слое?	**1) $G_A = (\pi d_ч^3 / 6) \rho_c g$** 2) $G_A = (\pi d_ч^2 / 6) \rho_c g$ 3) $G_A = (\pi d_ч^2 / 4) \rho_c g$ 4) $G_A = m (\pi d_ч^3 / 4)$ 5) $G_A = \rho_c g / (\pi d_ч^3 / 6)$
5	Что является основным параметром центрифуг?	1) скорость вращения **2) центробежный критерий Фруда** 3) нагрузка на ролики 4) критерий ускорения 5) скорость рабочих движений
6	В чем заключается принцип электроосаждения частиц?	1) ионизации воды 2) деэлектризации слоя 3) сопротивление потока **4) ионизация газового потока** 5) сопротивление слоя
7	Каковы качественные характеристики процесса перемешивания?	**1) эффективность и интенсивность** 2) производительность и скорость 3) плотность и масса 4) эффективность и сухость 5) скорость и влажность
8	Что такое конвекция?	1) перенос теплоты в виде электромагнитных волн, излучаемых нагретым теплом 2) перенос теплоты вследствие движения и колебаний микрочастиц **3) перенос теплоты путем перемещения макрообъектов жидкости или газов** 4) перенос теплоты через стенку 5) перенос теплоты через жидкость
9	При каком кипении теплоотдача выше?	1) пленочном 2) агрегатном 3) насыщенном **4) пузырьковом** 5) парообразном
10	Что такое температурная депрессия?	**1) разность между температурой кипения раствора и растворителя** 2) разность между температурой остывания раствора и растворителя

		3) разность между температурой стенки и растворителя 4) разность между температурой раствора и растворителя 5) разность между температурой растворителя и крышкой
11	Что является движущей силой массообменных процессов?	1) масса и плотность **2) разность концентраций** 3) разность скоростей 4) сумма скоростей 5) сумма концентраций
12	Что такое абсорбция?	1) процесс разделения однородных жидких смесей, не находящихся в термодинамическом равновесии, на компоненты в зависимости от их летучести при противоточном взаимодействии жидкости и пара 2) процесс извлечения вещества, растворенного в одной жидкости, другой жидкостью, не растворимой и не смешивающейся с первой 3) процесс извлечения компонента из твердого в-ва с помощью растворителя **4) процесс избирательного поглощения компонентов из газовых или парогазовых смесей жидкими поглотителями** 5) процесс удаления влаги из материалов путем её испарения и отвода образовавшихся паров
13	Каково назначение насадки в абсорберах?	1) размывом напорной струей или самотечным потоком 2) снижение поверхности контакта жидкости со стенками абсорбера 3) смачивание и разжижение 4) разбухание или разжижение **5) распределение пленки жидкости по всей поверхности для создания развитой поверхности межфазового контакта**
14	Чему соответствует материальный баланс процесса экстракции?	1) $G(Y_1 + Y_2) = L(X_1 + X_2)$ 2) $G(Y_1 - Y_2) / L(X_1 - X_2)$ **3) $G(Y_1 - Y_2) = L(X_1 - X_2)$** 4) $G(Y_1 + Y_2) = L(X_1 - X_2)$ 5) $G(Y_1 + Y_2) / L(X_1 + X_2)$
15	Относительная плотность газа при расчетах трубопровода?	1) $m = G/t$ **2)** $\Delta = \rho_г / \rho_в$ 3) $\varphi = \rho_п / \rho_s = P_п / P_s$ 4) $r_i = P_i / P_m$ 5) $\rho_в = \dfrac{P_н \cdot 10^6}{zRT}$

ЗАДАНИЕ 1. ПРОЧНОСТНЫЕ РАСЧЕТЫ

1.1. Расчет выпуклых днищ

Задание: внутреннее давление; диаметр эллиптического днища; допускаемое напряжение на растяжение выбираем по приложению 2 для заданной марки стали при *T*, технологически приняв толщину свыше 32 мм и свыше 160 мм (сравнить); коэффициент прочности сварного шва выбираем из приложения П1 по табл. П1.1 для стыковой ручной сварки с двусторонним сплошным проваром и с длиной контролируемых швов 100 % $\varphi_р$ = 1; прибавка к расчетной толщине стенки на компенсацию коррозии c_1=0,002 м; прибавка к расчетной толщине стенки на вытяжку c_2=0,002 м.

Расчет при *H*=0,25*D*, *R*=*D*.

Исходные данные:

Вариант	Внутреннее давление p, МПа	Диаметр эллиптического днища D, м	Марка стали	Расчетная температура стенки T, °С
1	2,0	1,6	ВСт3	20
2	2,3	1,7	16ГС	100
3	2,4	1,8	09Г2С	20
4	2,6	1,9	20К	150
5	2,8	2,0	10Г2С	200
6	3,0	2,1	10	250
7	3,2	2,2	09Г2	300
8	3,4	2,3	17ГС	350
9	3,8	2,4	17Г1С	375
10	4,0	2,5	10Г2С1	400
11	4,2	2,6	10	20
12	4,4	2,7	09Г2	100
13	4,6	2,8	17ГС	150
14	4,8	2,9	17Г1С	200
15	5,0	3,0	10Г2С1	300
16	5,2	3,1	ВСт3	350
17	5,4	3,2	16ГС	375
18	5,6	3,4	09Г2С	400

1.2. Расчет плоских круглых днищ и крышек

Задание: допускаемое напряжение на растяжение выбираем по приложению П2 для заданной марки стали при T °С, технологически приняв толщину свыше 32 мм и до 160 мм (сравнить); коэффициент прочности сварного шва для стыковой ручной сварки с двусторонним сплошным проваром и с длиной контролируемых швов 100 % φ_p=1; прибавка к расчетной толщине стенки на компенсацию коррозии c_1=0,002 м; прибавка к расчетной толщине стенки на вытяжку c_2=0,002 м.

Исходные данные:

Вариант	Внутреннее давление p, МПа	Диаметр днища D, м	Марка стали	Расчетная температура стенки T, °С
1	4,0	3,1	ВСт3	400
2	4,2	3,2	16ГС	20
3	4,4	3,4	09Г2С	100
4	4,6	2,8	20К	150
5	4,8	2,9	10Г2С	200
6	5,0	3,0	10	300
7	5,2	1,9	09Г2	350

8	5,4	2,0	17ГС	375
9	5,6	2,1	17Г1С	400
10	2,0	2,2	10Г2С1	20
11	2,3	2,3	10	100
12	2,4	2,4	09Г2	20
13	2,6	1,6	17ГС	150
14	2,8	1,7	17Г1С	200
15	3,0	1,8	10Г2С1	250
16	3,2	2,5	ВСт3	300
17	3,4	2,6	16ГС	350
18	3,8	2,7	09Г2С	375

1.3. Расчет гладких конических обечаек, нагруженных внутренним избыточным давлением

Задание: допускаемое напряжение на растяжение выбираем по приложению П2 для заданной марки стали при T °С, технологически приняв толщину свыше 32 мм и до 160 мм (сравнить); коэффициент прочности сварного шва выбираем по табл. 6.1 для стыковой ручной сварки с двусторонним сплошным проваром и с длиной контролируемых швов 100 % φ_p=1; прибавка к расчетной толщине стенки на компенсацию коррозии c_1=0,002 м; прибавка к расчетной толщине стенки на вытяжку c_2=0,002 м; угол α_1=45°; толщина стенки сосуда S_1=0,019.

Таблица 6.1

Коэффициенты прочности сварных швов

Вари-ант	Вид сварного шва	Длина контролируемых швов от общей длины	
		100 %	От 10 до 50 %
1	Стыковой или тавровый шов с двухсторонним сплошным проваром, выполняемый автоматической или полуавтоматической сваркой	1,0	0,9
2	Стыковой шов с проваркой корня шва или тавровый с двухсторонним сплошным проваром, выполняемый вручную	1,0	0,9
3	Стыковой шов, доступный сварке только с одной стороны и имеющий в процессе сварки металлическую подкладку со стороны корня шва, прилегающую ко всей длине шва к основному металлу	0,9	0,8
4	В тавр с конструктивным зазором свариваемых деталей	0,8	0,65
5	Стыковой шов, выполняемый автоматической и полуавтоматической сваркой с одной стороны с флюсовой или керамической подкладкой	0,9	0,8
6	Стыковой шов, выполняемый вручную с одной стороны	0,9	0,65

Исходные данные:

Вариант	Внутреннее давление p, МПа	Вариант шва	Диаметр D, м	Марка стали	Расчетная температура стенки T, °С
1	4,0	1	0,1	ВСт3	400
2	4,2	2	0,2	16ГС	20
3	4,4	3	0,4	09Г2С	100
4	4,6	4	0,5	20К	150
5	4,8	5	0,6	10Г2С	200
6	5,0	6	0,7	10	300
7	5,2	1	0,9	09Г2	350
8	5,4	2	0,8	17ГС	375
9	5,6	3	1,1	17Г1С	400

10	2,0	4	1,2	10Г2С1	20
11	2,3	5	1,3	10	100

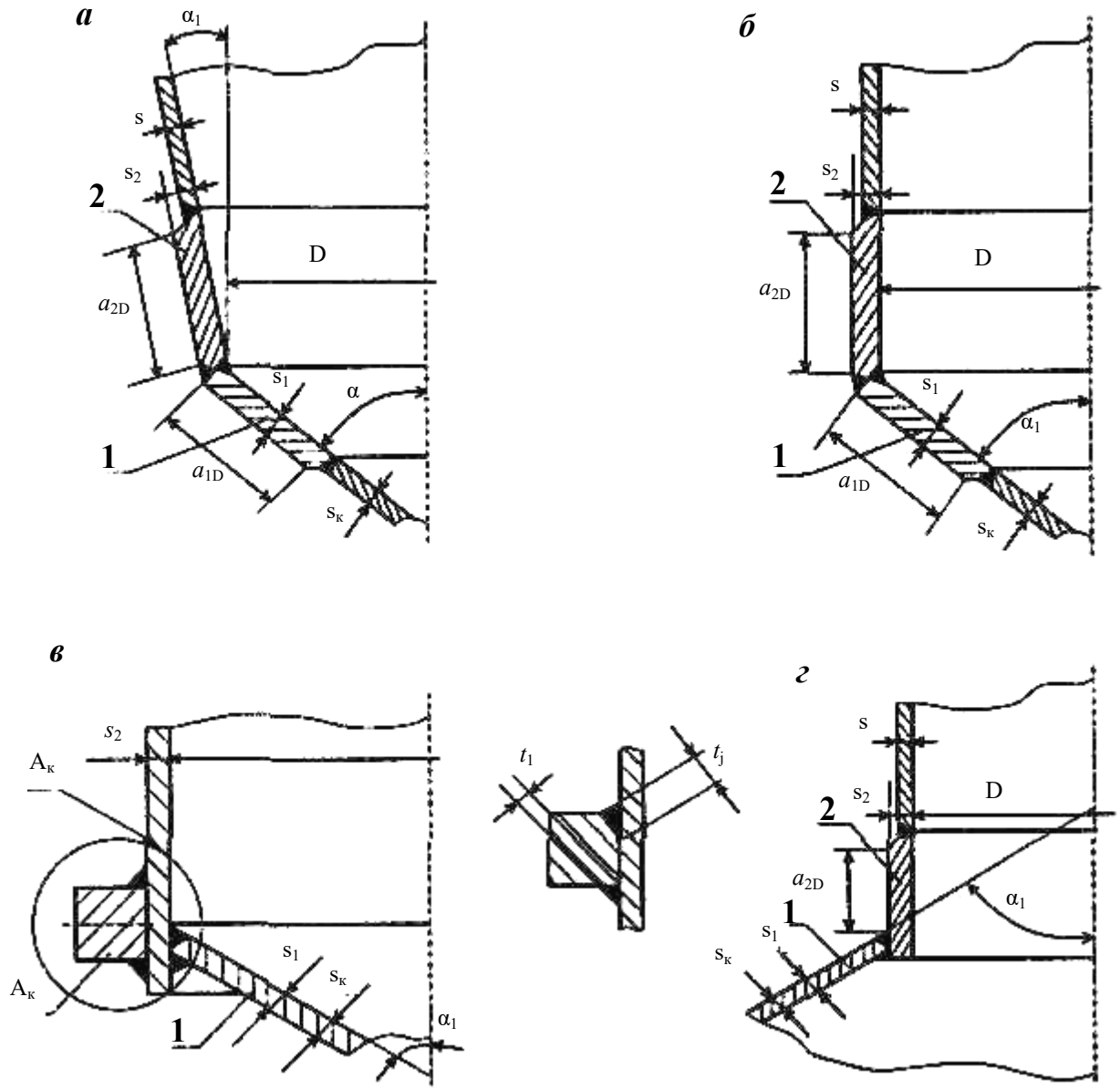


Рис. 6.1. Соединение без тороидального перехода:
а — двух конических обечаек; *б* — конической и цилиндрической обечаек; *в* — конической и цилиндрической обечаек с укрепляющим концом; *г* — конической обечайки с цилиндрической меньшего диаметра

12	2,4	6	1,4	09Г2	20
13	2,6	1	1,0	17ГС	150
14	2,8	2	1,5	17Г1С	200
15	3,0	3	0,32	10Г2С1	250
16	3,2	4	0,42	ВСт3	300
17	3,4	5	0,6	16ГС	350
18	3,8	6	0,9	09Г2С	375

1.4. Расчет гладких конических обечаек, нагруженных наружным давлением

Задание: допускаемое напряжение на растяжение выбираем по приложению П2 для заданной марки стали при T °С, технологически приняв толщину свыше 32 мм; модуль упругости стали; коэффициент прочности сварного шва выбираем по табл. 6.1 для стыковой ручной сварки с двусторонним сплошным проваром и с длиной контролируемых швов 100 % φ_p=1; прибавка к расчетной толщине стенки на компенсацию коррозии c_1=0,002 м; прибавка к расчетной толщине стенки на вытяжку c_2=0,002 м; угол α_1=45°; толщина стенки сосуда S_1=0,019; фактическое значение толщины стенки присоединенных обечаек $S_к$=0,045.

Исходные данные:

Вариант	Внутреннее давление p, МПа	Вариант шва	Диаметр D, м	Марка стали	Расчетная температура стенки T, °С
1	4,0	1	0,1	ВСт3	400
2	4,2	2	0,2	16ГС	20
3	4,4	3	0,4	09Г2С	100
4	4,6	4	0,5	20К	150
5	4,8	5	0,6	10Г2С	200
6	5,0	6	0,7	10	300
7	5,2	1	0,9	09Г2	350
8	5,4	2	0,8	17ГС	375
9	5,6	3	1,1	17Г1С	400
10	2,0	4	1,2	10Г2С1	20
11	2,3	5	1,3	10	100
12	2,4	6	1,4	09Г2	20
13	2,6	1	1,0	17ГС	150
14	2,8	2	1,5	17Г1С	200
15	3,0	3	0,32	10Г2С1	250
16	3,2	4	0,42	ВСт3	300
17	3,4	5	0,6	16ГС	350
18	3,8	6	0,9	09Г2С	375

1.5. Расчет на прочность укрепления отверстий

Задание: допускаемое напряжение на растяжение выбираем по приложению П2 для заданной марки стали при T °С, технологически приняв толщину свыше 32 мм; внутренний диаметр цилиндрической обечайки D=1,4 м; внутренний диаметр штуцера (отверстия) d=0,064 м; толщина стенки обечайки S=0,012 м; сумма прибавок к расчетной толщине стенки обечайки c=0,002 м; коэффициент прочности сварных соединений φ=1, φ_1=1; расчетное давление p=2 МПа; сумма прибавок к расчетной толщине стенки c_S=0,002 м; прибавка на коррозию к расчетной толщине стенки c_{S1}=0,002 м; исполнительная толщина стенки штуцера S_1=0,01 м; исполнительная толщина внутренней стенки штуцера S_3=0,012 м.

Исходные данные:

Вариант	Внутреннее давление p, МПа	Вариант шва	Диаметр D, м	Марка стали	Расчетная температура стенки T, °С
1	4,0	1	0,1	ВСт3	400
2	4,2	2	0,2	16ГС	20
3	4,4	3	0,4	09Г2С	100
4	4,6	4	0,5	20К	150
5	4,8	5	0,6	10Г2С	200
6	5,0	6	0,7	10	300
7	5,2	1	0,9	09Г2	350
8	5,4	2	0,8	17ГС	375
9	5,6	3	1,1	17Г1С	400
10	2,0	4	1,2	10Г2С1	20
11	2,3	5	1,3	10	100
12	2,4	6	1,4	09Г2	20
13	2,6	1	1,0	17ГС	150
14	2,8	2	1,5	17Г1С	200
15	3,0	3	0,32	10Г2С1	250
16	3,2	4	0,42	ВСт3	300
17	3,4	5	0,6	16ГС	350
18	3,8	6	0,9	09Г2С	375

2. **ТЕПЛООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ**

ЗАДАЧА

Определить вероятную температуру нефти после 30 суток хранения в нетеплоизолированном резервуаре **Р** со сферической кровлей. Высота взлива нефти $H_{взл}$ = 9 м. Температура закачки нефти в резервуар $T_{зал}$=323 К. Средняя толщина стенки резервуара 9 мм, кровли – δ_i = 4 мм. Коэффициент теплопроводности стали $\lambda_{ст}$=40 Вт/(м·К). Температура воздуха в районе размещения резервуара в период хранения нефти $T_{возд}$ = 253 К, скорость ветра на уровне кровли – $v_{вет}$ = 2 м/с. Характеристики нефти таковы: плотность и кинематическая вязкость при 293 К ρ_{293} ; ν_{293} = 28,8·10^{-4} м^2/с; коэффициент крутизны вискограммы u = 0,108 К$^{-1}$. Температура грунта под днищем резервуара $T_{гр}$ = 275 К, коэффициент его теплопроводности $\lambda_{гр}$=1,6 Вт/(м·К). Принять продолжительность дня $t_{дн}$ = 8,5 ч, интенсивность солнечной радиации в полдень i_0 = 200 Вт/м^2.

Таблица 1

Исходные данные

Вариант	Р	ρ_{293}, кг/м^3	Вариант	Р	ρ_{293}, кг/м^3
1	РВС-1000	700-709	9	РВС-1000	990-999
2	РВС-2000	710-719	10	РВС-2000	720-729
3	РВС-3000	720-729	11	РВС-3000	710-719
4	РВС-5000	740-749	12	РВС-5000	900-909
5	РВС-10000	890-899	13	РВС-10000	930-939
6	РВС-15000	900-909	14	РВС-15000	740-749
7	РВС-20000	930-939	15	РВС-20000	890-899
8	РВС-30000	990-999	16	РВС-30000	700-709

3. **МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ**

Задание 3. Рассчитать основные параметры противоточного абсорбера насадочного типа для поглощения водой диоксида углерода из смеси его с водородом и азотом.

Исходные данные.

№ п/п	Состав поступающей смеси, $y_н$, %			Расход газа на входе в абсорбер, G, кмоль/ч	Рабочее давление, Р, МПа	Темпе-ратура воды, °С	Требуемая степень извлечения диоксида углерода, η, %
	H_2	CO_2	N_2				
1	62	18	20	1000	2,0	20	90
2	60	16	24	1010	1,8	22	85
3	58	18	24	1020	1,9	23	93
4	64	16	20	1030	1,7	24	92
5	55	23	22	1040	2,1	25	91
6	18	62	20	1000	2,0	20	90
7	16	60	24	1010	1,8	22	85
8	18	58	24	1020	1,9	23	93
9	16	64	20	1030	1,7	24	92
10	23	55	22	1040	2,1	25	91
11	60	18	22	1050	2,2	20	90
12	63	16	21	1060	1,8	22	85
13	58	20	22	1070	1,9	23	93
14	59	18	24	1080	1,7	24	92
15	52	25	23	1090	2,1	25	91
16	61	20	19	1050	2,2	20	90
17	65	17	18	1060	1,8	22	85
18	54	20	26	1070	1,9	23	93
19	52	18	30	1080	1,7	24	92
20	62	21	17	1090	2,1	25	91

Технологический расчет абсорбционной колонны. Составим материальный баланс и определим расход воды (рис. 1). Мольная доля диоксида углерода в поступающем газе γ_H, а его расход:

$$G_1\gamma_H = кмоль/ч,$$

где G_1 – количество поступающей смеси, кмоль/ч.

Определим последовательно: количество поглощенного диоксида углерода

$$M = G_1 y_H \acute{\eta} = кмоль/ч,$$

где $\acute{\eta}$ – степень извлечения CO_2;

количество уходящего газа

$$G_2 = G_1 - M = кмоль/ч;$$

Содержание диоксида углерода в уходящем газе

$$G_1\gamma_H - M = кмоль/ч;$$

мольную долю диоксида углерода в уходящем газе

$$\gamma_к = \frac{G_1\gamma_H - M}{G_2} =$$

Минимальный расход воды при противотоке находим, полагая, что концентрация диоксида углерода в воде на выходе достигает равновесной:

$$L_{\min} = \frac{M}{x_H^*} = кмоль/ч,$$

где x_H^* – равновесная концентрация CO_2 в воде, для заданных условий процесса $x_H^* = 0{,}0027$, $x_H = 0$.

Увеличиваем расход воды на 30 %

$$L_p = 1{,}3L_{\min} = кмоль/ч$$

и с учетом растворившегося диоксида углерода находим:

$$L_1 = L_p + M = кмоль/ч.$$

Для перехода из кмоль/ч в м^3/ч:

$$\overline{L_1} = L_1 M_1 \frac{1}{\rho} = м^3/ч,$$

где $\overline{L_1}$ - объемный расход воды, м^3/ч; M_1 - молярная масса воды, кг/кмоль ($M_{H_2O} = 18кг/кмоль$); $\rho_{H_2O} = 1000кг/м^3$ - плотность воды.

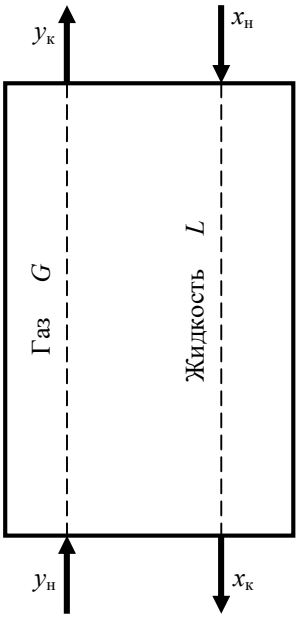


Рис.1. Схема материального баланса

Содержание диоксида углерода в уходящей воде:

$$x_k = \frac{M}{L_1} =$$

Определим число единиц переноса.

Константу фазового равновесия при растворении диоксида углерода в воде под давлением определяем по эмпирическому уравнению

$$m_{p-x} = \frac{124{,}5}{a - bp_{пар}},$$

где $p_{пар}$ – парциальное давление диоксида углерода в поступающем газе, МПа; *a, b* – коэффициенты, зависящие от температуры:

T	20	21	22	23	24	25
a	0,972	0,974	0,976	0,978	0,980	0,982
b	0,087	0,088	0,089	0,090	0,091	0,092

Парциальное давление диоксида углерода в смеси газов:

$$p_{пар} = Py_H = МПа,$$

где *P* – давление в аппарате, МПа.

Найдем равновесную концентрацию диоксида углерода в жидкости, соответствующую условиям газа в аппарате:

$$x_H^* = \frac{P_{пар}}{m_{p-x}} =$$

и равновесные концентрации в газовой фазе на входе в аппарат и выходе из него:

$$y_H^* = \frac{m_{p-x}x_K}{P} =;$$

$$y_K^* = \frac{m_{p-x}x_H}{P} =$$

Вычислим число единиц переноса:

$$\Delta y_{ср} = \frac{(y_H - y_H^*) - (y_K - y_K^*)}{\ln\dfrac{y_H - y_H^*}{y_K - y_K^*}} =;$$

$$N_{ог} = \frac{y_H - y_K}{\Delta y_{ср}} = .$$

Определим диаметр абсорбера.

Предварительно оценим скорость захлебывания аппарата:

$$\lg\left[\frac{\omega_{пр}^2 a\rho_г}{g\varepsilon^3\rho_ж}\mu_ж^{0,16}\right] = A - B\left(\frac{L}{G}\right)^{0.25}\left(\frac{\rho_г}{\rho_ж}\right)0{,}125\,.$$

Выбираем в качестве насадки стальные кольца Палля 50х50х1,0 как наиболее перспективные со следующими характеристиками: $a = 108м^2/м^3; \varepsilon = 0{,}9м^3/м^3; d_э = 0{,}033м; \rho = 415кг/м^3;$ число колец 6400 1/м^3, где $d_э$ – эквивалентный диаметр; ρ - насыпная плотность.

В нашем случае $\rho_г$ - плотность газовой смеси, состояние которой отлично от стандартных, поэтому вычисляем ее по формуле

$$\rho_г = \rho_{см}\frac{T_o P}{T P_o} = \sum_{i=1}^{3}(x_i\rho_i)\frac{T_o P}{T P_o} = (x_{H_2}\rho_{H_2} + x_{CO_2}\rho_{CO_2} + x_{N_2}\rho_{N_2})\frac{T_o P}{T P_o} =$$

$$= кг/м^3,$$

Если x_i – мольная доля *i*-го компонента смеси; p_i – плотность *i* –компонента смеси, кг/м^3; T, P, T_o, P_o – температура и давление для процесса и нормальных условий соответственно; плотности газов $\rho_{H_2}, \rho_{CO_2}, \rho_{N_2}$ взяты для нормальных условий; $\rho_{ж} = 1000 кг/м^3$ - плотность воды при 20°С; $\mu_{ж} = 1 МПа \cdot с$ - вязкость воды при 20°С; А=0,022; В=1,75 для колец Палля в навал; $\overline{L}, \overline{G}$ - массовые расходы соответственно жидкости и смеси газов, кг/ч; принимаем $a = 108 м^2/м^3, \varepsilon = 0{,}9 м^3/м^3$.

Для перехода из мольного расхода в массовый умножаем его на молярную массу соответственно воды $M_{H_2O} = 18 кг/кмоль$ и смеси газов

$$M_{см} = \sum M_i\gamma_i = \gamma_{H_2}M_{H_2} + \gamma_{CO_2}M_{CO_2} + \gamma_{N_2}M_{N_2} = кг/кмоль,$$

где M_i – молярная масса *i*-го компонента смеси; y_i – мольная доля *i*-го компонента смеси, и получаем массовые расходы жидкости и газа

$$\overline{L} = L_i M_{H_2O} = кг/ч;$$

$$\overline{G} = G_i M_{см} = кг/ч.$$

Составим равенство, например, в таком виде:

$$\lg\left[\frac{108\omega_{пр}^2}{92\cdot 0{,}9^3}\frac{12{,}3}{1000}1^{0{,}16}\right] = 0{,}022 - 1{,}75\left(\frac{1404000}{14760}\right)^{0{,}25}\left(\frac{12{,}3}{1000}\right)^{0{,}125}$$

И решив его, получим скорость захлебывания: $\omega_{пр} = м/с$.

Рабочую скорость газа принимаем на 20 % меньше

$$\omega = 0{,}8\omega_{пр} = м/с$$

И находим объемный расход газа на входе в аппарат при рабочих условиях:

$$V_г = \frac{G\cdot 22.4}{3600}\frac{P_o T}{P T_o} = м^3/с.$$

Диаметр абсорбера определяем:

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4V_г}{\pi\omega}} = м.$$

Принимаем диаметр аппарата *D*=3,0 м.

Проверим, обеспечивается ли нормальное орошение насадки при выбранном диаметре аппарата. Для этого рассчитаем плотность орошения в аппарате

$$\upsilon = \frac{4L_p M_{H_2O}}{\rho_{ж}\pi D^2} = м^3/(м^2\cdot с)$$

и сравним ее значение с минимальной плотностью орошения для абсорбентов с нерегулярной насадкой

$\upsilon_{min} = a\, q_{эф}$.

Здесь $q_{эф}$ – эффективная линейная плотность орошения, так, для колец Паалля принимаем $q_{эф} = 0{,}022 \cdot 10^{-3}\ м^2/с$. Тогда

$\upsilon_{min} = м^3/(м^2 \cdot с)$.

Так как $\upsilon > \upsilon_{min}$, то насадка орошается нормально.

Определим высоту единицы переноса для газовой фазы, для чего используем формулу:

$$h_г = 0{,}615 d_э\ \mathrm{Re}_г^{0{,}345} \left(\mathrm{Pr}'_г\right)^{0{,}667},$$

Где

$\mathrm{Re}_г = \dfrac{4W_г}{\alpha\mu_г}; W_г = \dfrac{\overline{G}}{S} = \dfrac{4G}{\pi D^2} = кг/(м^2 \cdot с)$; $\mu_г = \mu_{см}$ - вязкость газовой смеси;

$$\frac{M_{см}}{\mu_{см}} = \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i M_i}{\mu_i} = \frac{y_{H_2} M_{H_2}}{\mu_{H_2}} + \frac{y_{CO_2} M_{CO_2}}{\mu_{CO_2}} + \frac{y_{N_2} M_{N_2}}{\mu_{N_2}}.$$

$M_{см}$ = кг/кмоль – молярная масса смеси; μ_i - вязкость *i*-го компонента смеси, Па$\cdot с$. При подстановке численных значений

Откуда $\mu_{см} = Па \cdot с$ и $Re_г = .$

Далее определим число Прандтля

$$\mathrm{Pr}'_г = \frac{\mu_г}{\rho_г D_г},$$

где $\rho_г = кг/м^3$ - плотность газовой смеси; $D_г$ – коэффициент диффузии, м^2/с, равный

$$D_г = D_o \frac{P_o}{P}\left(\frac{T}{T_o}\right)^{3/2},$$

Где $D_o = 13{,}8 \cdot 10^{-6}\ м^2/с$ - коэффициент диффузии диоксида углерода в воздухе при нормальных условиях; P, P_o – давление в аппарате и при нормальных условиях, МПа; T, T_o – температура рабочая (273+20) и при нормальных (273) условиях, К. Подстановка численных значений дает

$D_г = м^2/с$

и

$Pr'_г = .$

Таким образом, высота единицы переноса газовой фазы:

$h_г = м.$

Определим высоту единицы переноса для жидкой фазы :

$$h_{ж} = 1198\delta_{пр}\,\mathrm{Re}_{ж}^{0,25}\left(Pr'_{ж}\right)^{0,5}.$$

Здесь

$$\delta_{пр} = \left(\frac{\mu_{ж}^{2}}{\rho_{ж}^{2} g}\right)^{1/3} = м;$$

$$\omega_{ж} = \frac{\overline{L}}{S} = \frac{4\overline{L}}{\pi D^{2}} = кг/\left(м^{2}\cdot c\right);$$

$$\mathrm{Re}_{ж} = \frac{4\omega_{ж}}{\alpha\mu_{ж}};;$$

$$\mathrm{Pr}'_{ж} = \frac{\mu_{ж}}{\rho_{ж} D_{ж}} =$$

где $D_{ж}$ – коэффициент диффузии газа в воде (для диоксида углерода $D_{ж} = 1{,}8\cdot 10^{-9}$ м^2/с).

$$h_{ж} = м.$$

Далее определим:

♦ общую высоту единицы переноса

$$h_{ог} = h_{г} + \frac{m_{ух} G}{L} h_{ж},$$

где

$$m_{ух} = \frac{m_{рх}}{P} =$$

Константа фазового равновесия, в которой состав равновесной фазы выражен в мольных долях; тогда

$$h_{ог} = м;$$

♦ высота насадки

$$H_{раб} = N_{ог} h_{ог} = м.$$

При коэффициенте запаса, равном 1,4 получаем

$$H_{раб} = м.$$

Проверим, нужно ли устанавливать перераспределительные устройства для уменьшения пристенного эффекта. Максимальная высота пакета насадки, не требующая перераспределительной тарелки:

$$H_{\max} = м.$$

В нашем случае $H_{раб} < H_{max}$, следовательно, установка перераспределительных устройств не требуется;

♦ общую высоту колонны

$H_к = H_{раб} + H_{сеп} + H_{куб} =$ м;

принимаем $H_{сеп} =$ м; $H_{куб} =$ м.

Определим гидравлическое сопротивление:

♦ слоя сухой насадки

$$\Delta P_{сух} = \xi \frac{H_{раб} \alpha \omega^2}{8 \cdot \varepsilon^3} \rho_г ,$$

где $\xi = \frac{16}{\mathrm{Re}_и^{0.2}} =$, тогда

$$\Delta P_{сух} = \ Па;$$

♦ орошаемой насадки

$$\Delta P_{ор} = \Delta P_{сух} 10^{bo},$$

для колец Палля $b=35$ (по справочным таблицам)

$\Delta P_{ор} =$ *Па.*

Механический расчет абсорбционной колонны. Толщину цилиндрической обечайки, работающей под внутренним давлением, рассчитываем по:

$$S = \frac{D_B P}{2[\sigma]\varphi - P} + C = м.$$

Учитывая минусовой допуск, равный, например, 0,9 мм для стали Х18Н9Т толщиной δ = 28 мм, получаем

$S =$ *м.*

Окончательно округляем в большую сторону $S =$ *мм*.

Выбираем эллиптическое отбортованное днище; его толщина определяется по:

$$S_Д = \frac{PR}{2[\sigma]\varphi - 0.5P} + C,$$

где

$R = \frac{D^2}{4H_Д} = м;$ $H_Д = м$ - высота днища без отбортовки. Тогда

$S_Д = мм.$

Округляя, примем толщину днища равной толщине обечайки, т.е. $S_Д =$ *мм.*

Расчет опоры аппарата. Абсорбер расположен внутри помещения, так как абсорбция идет с водой, следовательно, температура должна быть положительной.

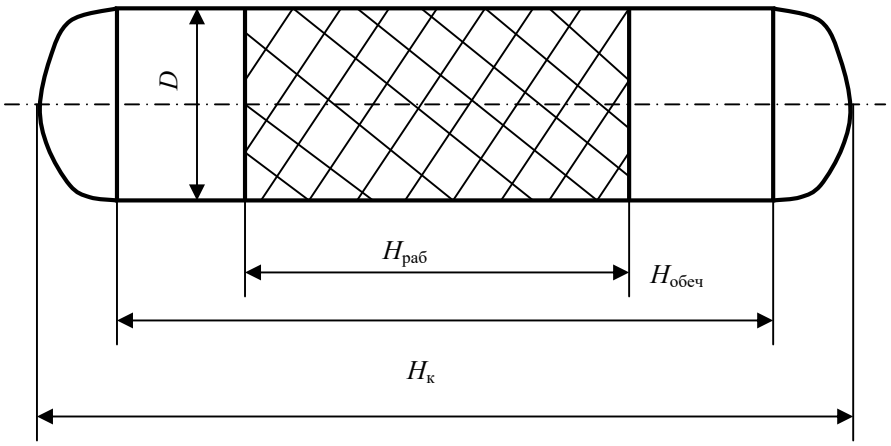


Рис. 2. Схема к расчету абсорбера
(аппарат условно показан горизонтально)

Прежде чем начать расчет опоры, найдем максимальный вес аппарата, соответствующий условиям его гидроиспытания (рис.2):

$$G_{max} = G_{обеч} + G_{Д} + G_{нас} + G_{H_2O},$$

Где $G_{обеч} = V_{обеч}\rho_{CT}$ g –сила тяжести обечайки, МН;

$V_{обеч} = \pi D H_{обеч} S$ - объем листа обечайки; $\rho_{CT} = 7900 кг/м^3$ - плотность стали – листа обечайки; $H_{обеч}$ – высота обечайки.

Итак:

$$G_{обеч} = \pi D H_{обеч} S \rho_{CT} g = \quad H = \quad MH.$$

Далее определяем:

♦ сила тяжести днища

$$G_{Д} = MH;$$

♦ сила тяжести насадки

$$G_{нас} = V_{нас}\rho_{нас} g = \frac{\pi D^2}{4} H_{раб}\rho_{нас} g = H = MH,$$

где $V_{нас}$ – объем насадки, $м^3$; $\rho_{нас}$ – плотность насадки, $кг/м^3$.

Рассчитаем вес воды при гидроиспытании

$$G_{H_2O} = V_{H_2O}\rho_{H_2O} g,$$

где ρ_{H_2O} - плотность воды, $кг/м^3$; V_{H_2O} - объем воды, $м^3$, определяемый как сумма трех составляющих:

$$V_{H_2O} = V'_{H_2O} + V''_{H_2O} + V'''_{H_2O};$$

$$V'_{H_2O} = \frac{(H_{обеч} - H_{нас})\pi D^2}{4} = м^3$$

- объем воды в свободном объеме насадки,

где $V_{нас}$ – объем насадки, $м^3$; ε – свободный объем насадки, $м^3/м^3$;

$V''_{H_2O} = м^3$ - объем воды в днищах.

Следовательно,

$$G_{H_2O} = H = MH.$$

Итак:

$G_{max} = MH.$

Выбираем аппарат, установленный на лапы и подвешенный между перекрытиями. Выберем опорную лапу, показанную на рис. 3, с допускаемой нагрузкой на опору $25 \cdot 10^{-2}\, MH$.

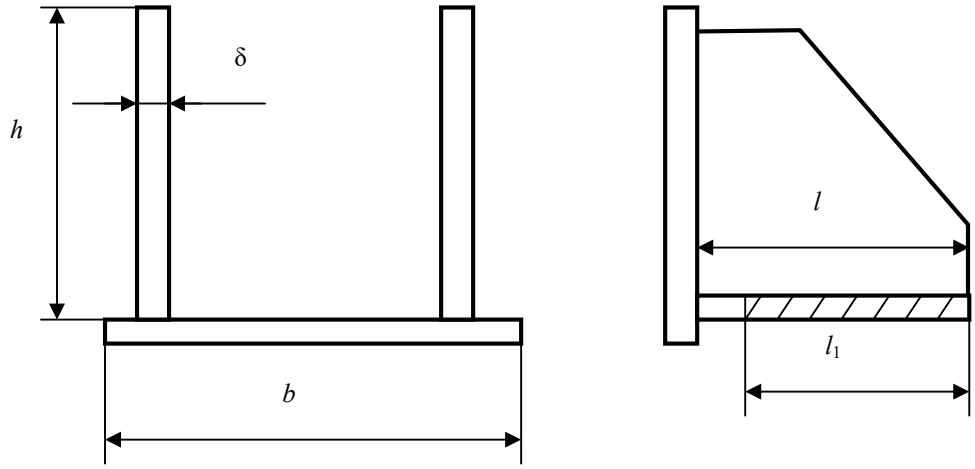


Рис. 3. Опорная лапа

Определим число опор:

$$n \geq \frac{G_{\max}}{G_{on}} =$$

Примем *n=4*. Так как аппарат устанавливается в помещении, будем считать, что нагрузка на лапы распределяется равномерно. Тогда требуемую толщину ребра определим , задавшись *K=0,6* :

$$\delta = \frac{2{,}24G}{KnZl[\sigma]} + C = м.$$

Так как отношение $\frac{l}{13} = м$ >δ=0,011*м*, уменьшим значение *K* до 0,275 и получим

$$\delta = м.$$

Поскольку $\frac{l}{21{,}5} = м$ <δ= *м*, примем толщину ребра δ= *мм.*

Принимаем отношение вылета лапы *l* к высоте ребра *h* равным *l/h = 0.5*. Тогда *h = м.*

Проверим прочность сварных швов, используя:

$$G / n \leq 0{,}7 L_ш h_ш [\tau]_ш,$$

где $h_ш = м; \quad [\tau]_ш = МПа; \quad L_ш = 4(h + \delta) = м;$

$$\frac{G}{n} = \quad MH.$$

Второй член в уравнении

$MH.$

Так как, например, *1,74 МН > 0,25 МН*, то прочность сварных швов обеспечена.

Принимая ширину опорной плиты лапы $b = 0,4$ *м;* длину $l_1 = 0,43$ *м*, проверим прочность фундамента из бетона марки 200 - $[\sigma]_{ф} = 14 МПа.$ Условие прочности

$$F_1 \geq \frac{G}{4[\sigma]_{ф}} = м^2.$$

Площадь поверхности нашей опоры

$$F_1 = l_1 b = м^2;$$

$$F_1 = м^2 > м^2.$$

ЗАДАНИЕ 4.

Определить производительность сепаратора (зазор между тарелками 0,4 мм) типа УОВ-602К-2 с центробежной пульсирующей выгрузкой осадка, предназначенного для отделения кристаллов Na_2CO_3 от маточного раствора плотностью ρ_2 =1000 кг/м^3.

Исходные данные

Вариант	Объемная концентрация твердого вещества в суспензии $C_υ$, %	Плотность кристалло в Na_2CO_3 ρ_1, кг/м^3	Динамическая вязкость раствора μ, Па·с	Минимальный размер улавливаемых твердых частиц d, мкм	Частота вращения ротора n, об/мин	Индекс производительности $\Sigma_т$, м^2	Емкость шламового пространства ротора $V_{шл}$, м^3	Пропускная способность по воде, м^3/ч
1	10	2700	0,001	1	4700	8000	0,007	до 10
2	11	2500	0,002	0,8	4000	7000	0,006	до 20
3	12	2300	0,001	1,1	4500	7500	0,005	до 15
4	13	2100	0,002	1,2	4300	7250	0,004	до 17
5	14	2000	0,003	1,3	4200	7700	0,008	до 18
6	15	1800	0,004	1,4	4100	7950	0,009	до 19
7	10	1850	0,001	0,9	3600	8000	0,007	до 10
8	11	2010	0,002	0,85	3770	7000	0,006	до 20
9	12	2200	0,001	0,88	3550	7500	0,005	до 15
10	13	2500	0,002	0,95	3350	7250	0,004	до 17
11	14	2250	0,003	0,97	3370	7700	0,008	до 18
12	15	2350	0,004	0,96	3250	7950	0,009	до 19
13	10	2390	0,001	1.11	3270	8000	0,007	до 10
14	11	2450	0,002	1,12	3125	7000	0,006	до 20
15	12	2550	0,001	1,23	3100	7500	0,005	до 15
16	13	2600	0,002	1,25	3050	7250	0,004	до 17
17	14	2650	0,003	1,27	3000	7700	0,008	до 18
18	15	2750	0,004	1,3	2900	7950	0,009	до 19
19	16	2730	0,006	1,32	2950	8100	0,008	до 15
20	17	2580	0,007	1,35	2800	7900	0,005	до 17

Критический диаметр частицы, определяющий стоксовский режим осаждения, находим:

$$d_{кр} = 2{,}62\left(\frac{\mu^2}{\omega^2 r \Delta\rho\rho_2}\right)^{\frac{1}{3}}, \quad мкм,$$

где $\omega = \frac{\pi n}{30}, \quad рад/с$ - угловая скорость вращения ротора сепаратора $\Delta\rho = \rho_1 - \rho_2$, кг/м^3 – разность плотностей фаз; r = 0,3 м – средний радиус ротора.

Предельный размер частицы, выделяемой в сепараторе:

$$r_{пред} = 2{,}6 \cdot 10^{-6} \sqrt[4]{\frac{T}{\Delta\rho\omega^2 r}}, \quad мкм,$$

где $T = 293\ К$ – температура процесса.

Поскольку, по условиям задачи, минимальный размер улавливаемых частиц составляет 1 мкм, то применение данного сепаратора представляется целесообразным, так как $d_{пр} < d < d_{кр}$.

Объемная производительность сепаратора при этом

$$Q_{сп} = \zeta_{эф} \frac{2}{3} \pi\omega^2 z_T ctg\alpha \left(r_{\max}^3 - r_{\min}^3\right) \frac{\Delta\rho}{18\mu} d^2 = \zeta_{эф} \sum_T \frac{\Delta\rho g d^2}{18\mu}.$$

$$\zeta_{эф} \sum_T \frac{\Delta\rho g d^2}{18\mu}, \quad м^3/ч.$$

Степень снижения производительности при изменении концентрации суспензии учитывается в расчете коэффициентом стеснения $K_{СТ}$:

$$K_{СТ} = \frac{\left(1 - C_v\right)^2}{10^{1{,}82 C_v}}.$$

Окончательно получаем: $Q_{СП} = K_{СТ} Q_{СП}, \quad м^3/ч.$

При этой производительности время непрерывной работы сепаратора между периодическими разгрузками ротора от осадка, составит

$$\tau_3 = \frac{V_{шл}}{Q_{СП} C_V}, \quad с.$$

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

Задание 1.

Определить вероятную температуру нефти после 30 суток хранения в нетеплоизолированном резервуаре **Р** со сферической кровлей. Высота взлива нефти $H_{взл}$ = 9 м. Температура закачки нефти в резервуар $T_{зал}$=323 К. Средняя толщина стенки резервуара 9 мм, кровли – δ_i = 4 мм. Коэффициент теплопроводности стали $\lambda_{ст}$=40 Вт/(м·К). Температура воздуха в районе размещения резервуара в период хранения нефти $T_{возд}$ = 253 К, скорость ветра на уровне кровли – $v_{вет}$ = 2 м/с. Характеристики нефти таковы: плотность и кинематическая вязкость при 293 К ρ_{293} ; ν_{293} = 28,8·10^{-4} м^2/с; коэффициент крутизны вискограммы u = 0,108 К$^{-1}$. Температура грунта под днищем резервуара $T_{гр}$ = 275 К, коэффициент его теплопроводности $\lambda_{гр}$=1,6 Вт/(м·К). Принять

продолжительность дня $t_{дн}$ = 8,5 ч, интенсивность солнечной радиации в полдень i_0 = 200 Вт/м^2.

Таблица 1

Исходные данные

Вариант	Р	ρ_{293}, кг/м^3	Вариант	Р	ρ_{293}, кг/м^3
1	РВС-1000	700-709	9	РВС-1000	990-999
2	РВС-2000	710-719	10	РВС-2000	720-729
3	РВС-3000	720-729	11	РВС-3000	710-719
4	РВС-5000	740-749	12	РВС-5000	900-909
5	РВС-10000	890-899	13	РВС-10000	930-939
6	РВС-15000	900-909	14	РВС-15000	740-749
7	РВС-20000	930-939	15	РВС-20000	890-899
8	РВС-30000	990-999	16	РВС-30000	700-709

Задание 2.

Определить производительность сепаратора (зазор между тарелками 0,4 мм) типа УОВ-602К-2 с центробежной пульсирующей выгрузкой осадка, предназначенного для отделения кристаллов Na_2CO_3 от маточного раствора плотностью ρ_2 =1000 кг/м^3.

Исходные данные

Вариант	Объемная концентрация твердого вещества в суспензии $C_υ$, %	Плотность кристаллов в Na_2CO_3 ρ_1, кг/м^3	Динамическая вязкость раствора μ, Па·с	Минимальный размер улавливаемых твердых частиц d, мкм	Частота вращения ротора n, об/мин	Индекс производительности $\Sigma_т$, м^2	Емкость шламового пространства ротора $V_{шл}$, м^3	Пропускная способность по воде, м^3/ч
1	10	2700	0,001	1	4700	8000	0,007	до 10
2	11	2500	0,002	0,8	4000	7000	0,006	до 20
3	12	2300	0,001	1,1	4500	7500	0,005	до 15
4	13	2100	0,002	1,2	4300	7250	0,004	до 17
5	14	2000	0,003	1,3	4200	7700	0,008	до 18
6	15	1800	0,004	1,4	4100	7950	0,009	до 19
7	10	1850	0,001	0,9	3600	8000	0,007	до 10
8	11	2010	0,002	0,85	3770	7000	0,006	до 20
9	12	2200	0,001	0,88	3550	7500	0,005	до 15
10	13	2500	0,002	0,95	3350	7250	0,004	до 17
11	14	2250	0,003	0,97	3370	7700	0,008	до 18
12	15	2350	0,004	0,96	3250	7950	0,009	до 19
13	10	2390	0,001	1.11	3270	8000	0,007	до 10
14	11	2450	0,002	1,12	3125	7000	0,006	до 20
15	12	2550	0,001	1,23	3100	7500	0,005	до 15
16	13	2600	0,002	1,25	3050	7250	0,004	до 17
17	14	2650	0,003	1,27	3000	7700	0,008	до 18
18	15	2750	0,004	1,3	2900	7950	0,009	до 19
19	16	2730	0,006	1,32	2950	8100	0,008	до 15
20	17	2580	0,007	1,35	2800	7900	0,005	до 17

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры УП
(протокол № 1 от 08.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Е. А. Беляева

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ФТД.В.01 ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТРУДА

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Автор: Полянок О. В., к.пс.н., доцент

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..…3

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ…….……..….6

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ……..…8

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ……..12

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ……...……...….13

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……...…..28

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении - 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 лекций, 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 (в т.ч. подготовка к практико-ориентированным заданиям 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 «*Технологии интеллектуального труда*» обращают 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 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 «*Технологии интеллектуального труда*» являются:

- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);

- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т.ч. ответы на вопросы для самопроверки, подготовка к выполнению практико-ориентированных заданий);

- подготовка к зачету.

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

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Особенности информационных технологий для людей с ограниченными возможностями.

Информационные технологии
Универсальный дизайн
Адаптивные технологии

Тема 2. Тифлотехнические средства/ Сурдотехнические средства/ Адаптивная компьютерная техника (Материал изучается по подгруппам в зависимости от вида ограничений здоровья обучающихся)

Брайлевский дисплей
Брайлевский принтер
Телевизионное увеличивающее устройство
Читающая машина
Экранные лупы
Синтезаторы речи
Ассистивные тифлотехнические средства
Ассистивные сурдотехнические средства
Адаптированная компьютерная техника
Ассистивные технические средства

Тема 3. Дистанционные образовательные технологии

Дистанционные образовательные технологии
Иинформационные объекты

Тема 4. Интеллектуальный труд и его значение в жизни общества

Система образования
Образовательная среда вуза
Интеллектуальный труд
Интеллектуальный ресурс
Интеллектуальный продукт

Тема 5. Развитие интеллекта – основа эффективной познавательной деятельности

Личностный компонент
Мотивационно-потребностный компонент
Интеллектуальный компонент
Организационно-деятельностный компонент
Гигиенический компонент
Эстетический компонент
Общеучебные умения

Саморегуляция

Тема 6. Самообразование и самостоятельная работа студента – ведущая форма умственного труда.

Самообразование
Самостоятельная работа студентов
Технологии интеллектуальной работы
Технологии групповых обсуждений

Тема 7. Технологии работы с информацией студентов с ОВЗ и инвалидов

Традиционные источники информации
Технологии работы с текстами
Технологии поиска, фиксирования, переработки информации
Справочно-поисковый аппарат книги
Техника быстрого чтения
Реферирование
Редактирование
Технология конспектирования
Методы и приемы скоростного конспектирования

Тема 8. Организация научно-исследовательской работы

Доклад
Реферат
Курсовая работа
Выпускная квалификационная работа
Техника подготовки работы
Методика работы над содержанием Презентация

Тема 9. Тайм-менеджмент

Время
Планирования времени
Приемы оптимизации распределения времени

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;

• 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, 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 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 заданиями 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.

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. В соответствии с опросником «Саморегуляция» (ОС) (модификация методики А.К. Осницкого) оцените свои качества, возможности, отношение к деятельности в протоколе (132 высказывания) по 4-х бальной шкале: 4 балла – да; 3 балла – пожалуй да; 2 балла – пожалуй нет; 1 балл – нет.

Текст опросника

1. Способен за дело приниматься без напоминаний.
2. Планирует, организует свои дела и работу.
3. Умеет выполнить порученное задание.
4. Хорошо анализирует условия.
5. Учитывает возможные трудности.
6. Умеет отделять главное от второстепенного.
7. Чаще всего избирает верный путь решения задачи.
8. Правильно планирует свои занятия и работу.
9. Пытается решить задачи разными способами.
10. Сам справляется с возникающими трудностями.
11. Редко ошибается, умеет оценить правильность действий.
12. Быстро обнаруживает свои ошибки.
13. Быстро находит новый способ решения.
14. Быстро исправляет ошибки.
15. Не повторяет ранее сделанных ошибок.
16. Продумывает свои дела и поступки.
17. Хорошо справляется и с трудными заданиям.
18. Справляется с заданиями без посторонней помощи.
19. Любит порядок.
20. Заранее знает, что будет делать.
21. Аккуратен и последователен.
22. Продумывает, все до мелочей.
23. Ошибается чаще из-за того, что смысл задания целом не понят, хотя все детали продуманы.
24. Старателен, хотя часто не выполняет заданий.
25. Долго готовится, прежде чем приступить к делу.
26. Избегает риска.
27. Сначала обдумывает, потом делает.
28. Решения принимает без колебаний.
29. Уверенный в себе.
30. Действует решительно, настойчив.
31. Предприимчивый, решительный.
32. Активный.
33. Ведущий.
34. Реализует почти все, что планирует.
35. Начатое дело доводит до конца.

36. Предпочитает действовать, а не обсуждать.
37. Обдумывает свои дела и поступки.
38. Анализирует свои ошибки и неудачи.
39. Планирует дела, рассчитывает свои силы.
40. Прислушивается к замечаниям.
41. Редко повторяет одну и ту же ошибку.
42. Знает о своих недостатках.
43. Сделает задание на совесть.
44. Как всегда сделает на отлично.
45. Для него важно качество, а не отметка.
46. Всегда проверяет правильность работы.
47. Старается довести дело до конца.
48. Стирается добиться лучших результатов.
49. Действует самостоятельно, мало советуясь с другими.
50. Предпочитает справляться с трудностями сам.
51. Может принять не зависимое от других решение.
52. Любит перемену в занятиях.
53. Легко переключается с одной работы на другую.
54. Хорошо ориентируется в новых условиях.
55. Аккуратен.
56. Внимателен.
57. Усидчив.
58. С неудачами и ошибками обычно справляется.
59. Неудачи активизируют его.
60. Старается разобраться в причинах неудач.
61. Умеет мобилизовать усилия.
62. Взвешивает все «за» и «против».
63. Старается придерживаться правил.
64. Всегда считается с мнением других.
65. Его нетрудно убедить в чем-то.
66. Прислушивается к замечаниям.
67. Нужно напоминать о том, что необходимо закончить дело.
68. Не планирует, мало организует свои дела, и работу.
69. Не выполняет заданий оттого, что отвлекается.
70. Условия анализирует плохо.
71. Не учитывает возможных трудностей.
72. Не умеет отделять главное от второстепенного.
73. Пути решения выбирает не лучшие.
74. Не умеет планировать работу и занятия.
75. Не пытается решать задачи разными способами.
76. Не может справиться с трудностями без помощи других.
77. Часто допускает ошибки в работе, часто их повторяет.
78. С трудом находит ошибки в своей работе.
79. С трудом находит новые способы решения.

80. С большим трудом и долго исправляет ошибки.
81. Повторяет одни и те же ошибки.
82. Часто поступает необдуманно, импульсивно.
83. С трудными заданиями справляется плохо.
84. Не справляется с заданием без напоминаний и помощи.
85. Не любит порядок.
86. Часто не знает заранее, что ему предстоит делать.
87. Непоследователен и неаккуратен.
88. Ограничивается лишь общими сведениями, общим впечатлением.
89. Ошибается чаще из-за того, что не продуманы мелочи, детали.
90. Не очень старателен, но задания выполняет.
91. Приступает к делу без подготовки.
92. Часто рискует, ищет приключений.
93. Сначала сделает, лотом подумает.
94. Решения принимает после раздумий и колебаний.
95. Часто сомневается в своих силах.
96. Нерешителен, небольшие помехи уже останавливают его.
97. Нерешительный.
98. Вялый, безучастный.
99. Ведомый.
100. Задумывает много, а делает мало.
101. Редко, когда начатое дело доводит до конца.
102. Предпочитает обсуждать, а не действовать.
103. Действует без раздумий, «с ходу».
104. Не анализирует ошибок.
105. Не планирует почти ничего, не рассчитывает своих сил.
106. Не прислушивается к замечаниям.
107. Часто повторяет одну и ту же ошибку.
108. Не хочет знать и исправлять свои недостатки.
109. Сделает «спустя рукава».
110. Сделает как получится.
111. Сделает из-за угрозы получения плохой оценки.
112. Не проверяет правильность результатов своих действий.
113. Часто бросает работу, не доделав ее.
114. Результат неважен – лишь бы поскорее закончить работу.
115. О его трудностях и делах знают почти все.
116. Всегда надеется на друзей, на их помощь.
117. Действует по принципу: как все, так и я!
118. Любит однообразные занятия.
119. С трудом переключается с одной работы на другую.
120. Плохо ориентируется в новых условиях.
121. Неаккуратен.
122. Невнимателен.
123. Неусидчив.

124. Ошибку может исправить, если его успокоить.
125. Неудачи быстро сбивают с толку.
126. Равнодушен к причинам неудач.
127. С трудом мобилизуется на выполнение задания.
128. Поступает необдуманно, импульсивно.
129. Не придерживается правил.
130. Не считается с мнением окружающих.
131. Его трудно убедить в чем-либо.
132. Не прислушивается к замечаниям.

Ключ для обработки и интерпретации данных

В тесте оценивается 132 характеристики саморегуляции. Они разбиты на тройки.

Всего 22 пары противоположных характеристик.

1. Целеполагание - 23. Неустойчивость целей.
2. Моделирование условий - 24. Отсутствие анализа условий.
3. Программирование действий - 25. Спонтанность действий.
4. Оценивание результатов - 26. Ошибки в работе.
5. Коррекции результатов и способ» действий - 27. Повторные ошибки.
6. Обеспеченность регуляции в целом - 28. Импульсивность.
7. Упорядоченность деятельности - 29. Непоследовательность, неаккуратность.
8. Детализация регуляции действий - 30. Поверхностность.
9. Осторожность в действиях - 31. Необдуманность, рискованность.
10. Уверенность в действиях - 32. Неуверенность в своих силах.
11. Инициативность в действиях - 33. Нерешительность.
12. Практическая реализуемость намерений - 34. Незавершенность дел.
13. Осознанность действий - 35. Действия наобум.
14. Критичность в делах и поступках -36. Равнодушие к недостаткам.
15. Ориентированность на оценочный балл -37. Попустительство.
16. Ответственность в делах и поступках - 38. Безответственность в делах.
17. Автономность - 39. Зависимость в действиях.
18. Гибкость, пластичность в действиях - 40. Инертность в работе.
19. Вовлечение полезных привычек в регуляцию действий - 41. «Плохиш».
20. Практичность, устойчивость в регуляции действий - 42. Равнодушие к ошибкам, неудачам.
21. Оптимальность (адекватность) регуляции усилий - 43. Отсутствие последовательности.
22. Податливость воспитательным воздействиям - 44. Самодостаточность.

Необходимо найти сумму в каждой из троек характеристик и сопоставить ее с их противоположностью.

4-6 баллов - слабое проявление характеристики.

7-9 баллов - ситуативное проявление.

10-12 баллов - выраженность характеристики.

Бланк для ответов

ФИ_____
Пол_____ Возраст (дата рождения)_____ Гр._____ Дата_____ № ___

Шкала ответов

4 – да; 3 – пожалуй да; 2 – пожалуй нет; 1 – нет.

№			S		№		S
1	1			23	67		
	2				68		
	3				69		
2	4			24	70		
	5				71		
	6				72		
3	7			25	73		
	8				74		
	9				75		
4	10			26	76		
	11				77		
	12				78		
5	13			27	79		
	14				80		
	15				81		
6	16			28	82		
	17				83		
	18				84		
7	19			29	85		
	20				86		
	21				87		
8	22			30	88		
	23				89		
	24				90		
9	25			31	91		
	26				92		

	27				93	
10	28			32	94	
	29				95	
	30				96	
11	31			33	97	
	32				98	
	33				99	
12	34			34	100	
	35				101	
	36				102	
13	37			35	103	
	38				104	
	39				105	
14	40			36	106	
	41				107	
	42				108	
15	43			37	109	
	44				ПО	
	45				111	
16	46			38	112	
	47				113	
	48				114	
17	49			39	115	
	50				116	
	51				117	
18	52			40	118	
	53				119	
	54				120	
19	55			41	121	
	56				122	
	57				123	
20	58			42	124	
	59				125	

	60				126	
21	61			43	127	
	62				128	
	63				129	
22	64			44	130	
	65				131	
	66				132	

Качественные характеристики саморегуляции

№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции	№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции
1	Целеполагание	За дело приниматься без напоминаний, планирует, организует свои дела и работу. Задания и поручения выполняет.	23	Неустойчивость целей	Не планирует, мало организует свою работу. Нужно напоминать о том, что необходимо закончить дело. Отвлекается.
2	Моделирование условий	Анализирует условия предстоящей деятельности, возможные трудности. Выделяет главное.	24	Отсутствие анализа условий	Не умеет отделять главное от второстепенного. Не предвидит ход дел, возможные трудности.
3	Программирование действий	Правильно планирует свои занятия и работу, избирает верный путь решения задачи.	25	Спонтанность действий	Не умеет планировать работу в занятия, затрудняется в выборе путей решения задач.
4	Оценивание результатов	Редко ошибается, умеет оценить правильность действий. Быстро обнаруживает свои ошибки.	26	Ошибки в работе	Часто допускает ошибки в работе, часто их повторяет. Не находит ошибок в своей работе.
5	Коррекция результатов и способов действий	Быстро находит новый способ решения. Быстро исправляет ошибки.	27	Повторные ошибки	С трудом находит новые способы решения. Повторяет одни и те же ошибки.
6	Обеспеченность регуляции в целом	Продумывает свои дела и поступки. Справляется с заданиями без по-	28	Импульсивность	Часто поступает необдуманно, импульсивно. С трудными заданиями справляет-

№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции	№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции
		сторонней помощи.			ся плохо.
7	Упорядоченность деятельности	Любит порядок. Аккуратен и последователен.	29	Непоследовательность	Часто не знает заранее, что ему предстоит делать, непоследователен и неаккуратен.
8	Детализация регуляции действий	Продумывает, все до мелочей. Ошибается чаще из-за того, что смысл задания целом не понят, хотя все детали продуманы.	30	Поверхностность	Ограничивается лишь общими сведениями, общим впечатлением. Ошибается чаще из-за того, что не продуманы мелочи, детали.
9	Осторожность в действиях	Долго обдумывает и готовится, прежде чем приступить к делу. Избегает риска.	31	Необдуманность, рискованность	Приступает к делу без подготовки. Сначала сделает, лотом подумает.
10	Уверенность в действиях	Уверенный в себе. Решения принимает без колебаний. Решителен. Настойчив.	32	Неуверенность в своих силах	Решения принимает после колебаний. Сомневается в своих силах. Нерешителен.
11	Инициативен в действиях.	Предприимчивый, решительный. Активный. Ведущий.	33	Нерешительность	Нерешительный. Вялый, безучастный. Ведомый.
12	Практическая реализуемость намерений	Реализует почти все, что планирует. Начатое дело доводит до конца.	34	Незавершенность дел	Редко, когда начатое дело доводит до конца. Предпочитает обсуждать, а не действовать.
13	Осознанность действий	Обдумывает, планирует свои дела и поступки. Анализирует свои ошибки и неудачи.	35	Действия наобум	Действует без раздумий, «с ходу», не рассчитывает своих сил.
14	Критичность в делах и поступках	Знает о своих недостатках. Редко повторяет ошибки. Прислушивается к замечани-	36	Равнодушие к недостаткам	Часто повторяет одну и ту же ошибку. Не хочет знать и исправлять свои недос-

№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции		№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции
		ям.				татки.
15	Ориентированность на оценочный балл	Сделает задание на совесть. Для него важно качество, а не отметка.		37	Попустительство	Делает все «спустя рукава», как получится. Делает из-за угрозы плохой оценки.
16	Ответственность в делах и поступках	Гарантирует доведение дел до конца. Всегда проверяет правильность работы.		38	Безответственность в делах	Не проверяет результатов своих действий. Часто бросает работу, не доделав до конца.
17	Автономность	Действует и принимает самостоятельные решения. Предпочитает сам справляться с трудностями.		39	Зависимость в действиях	Всегда надеется на друзей, на их помощь.
18	Гибкость, пластичность в действиях	Легко переключается с одной работы на другую. Хорошо ориентируется в новых условиях.		40	Инертность в работе	Любит однообразные занятия. С трудом переключается с одной работы на другую.
19	Вовлечение полезных привычек в регуляцию действий	Аккуратен. Внимателен. Усидчив.		41	«Плохиш»	Неаккуратен. Невнимателен. Неусидчив.
20	Практичность, устойчивость в регуляции действий	Справляется с неудачами и ошибками. Неудачи активизируют его. Старается разобраться в их причинах.		42	Равнодушие к ошибкам, неудачам	Неудачи быстро сбивают с толку. Равнодушен к их причинам.
21	Оптимальность (адекватность) регуляции усилий	Взвешивает все «за» и «против». Умеет мобилизовать усилия.		43	Отсутствие последовательности	Поступает необдуманно. С трудом мобилизуется на выполнение задания.
22	Податливость воспитательным воздействиям	Всегда считается с мнением других. Прислушивается к замечаниям.		44	Самодостаточность	Не считается с мнением окружающих. Не прислушивается к замечаниям.

Задание: На основе самодиагностики саморегуляции сформулируйте рекомендации по саморегуляции.

2. Выберите научную статью по своей специальности и напишите к ней аннотацию, реферат, конспект, рецензию.

Методические указания

АННОТАЦИЯ (от лат. annotatio - замечание, пометка) – это краткая характеристика статьи, рукописи, книги, в которой обозначены тема, проблематика и назначение издания, а также содержатся сведения об авторе и элементы оценки книги.

Перед текстом аннотации даются выходные данные (автор, название, место и время издания). Эти данные можно включить в первую часть аннотации.

Аннотация обычно состоит из двух частей. В первой части формулируется основная тема книги, статьи; во второй части перечисляются (называются) основные положения. Говоря схематично, аннотация на книгу (прежде всего научную или учебную) отвечает на вопросы о чем? из каких частей? как? для кого? Это ее основные, стандартные смысловые элементы. Каждый из них имеет свои языковые средства выражения.

Аннотация на книгу помещается на оборотной стороне ее титульного листа и служит (наряду с ее названием и оглавлением) источником информации о содержании работы. Познакомившись с аннотацией, читатель решает, насколько книга может быть ему нужна. Кроме того, умение аннотировать прочитанную литературу помогает овладению навыками реферирования.

Языковые стереотипы, с помощью которых оформляется каждая смысловая часть аннотации:

1. Характеристика содержания текста:

В статье (книге) рассматривается…; Статья посвящена…; В статье даются…; Автор останавливается на следующих вопросах…; Автор затрагивает проблемы…; Цель автора – объяснить (раскрыть)…; Автор ставит своей целью проанализировать…;

2. Композиция работы:

Книга состоит из … глав (частей)…; Статья делится на … части; В книге выделяются … главы.

3. Назначение текста:

Статья предназначена (для кого; рекомендуется кому)…; Сборник рассчитан…; Предназначается широкому кругу читателей…; Для студентов, аспирантов…; Книга заинтересует…

РЕФЕРАТ (от лат.referre- докладывать, сообщать) – это композиционно организованное, обобщенное изложение содержания источника информации (статьи, ряда статей, монографии и др.). Реферат отвечает на вопрос: «Какая информация содержится в первоисточнике, что излагается в нем?»

Реферат состоит из трех частей: общая характеристика текста (выходные данные, формулировка темы); описание основного содержания; выводы референта. Изложение одной работы обычно содержит указание на тему и композицию реферируемой работы, перечень ее основных положений с приведением аргументации, реже - описание методики и проведение эксперимента, результатов и выводов исследования. Такой реферат называется про-

стым информационным. Студенты в российских вузах пишут рефераты обычно на определенные темы. Для написания таких тематических рефератов может быть необходимо привлечение более чем одного источника, по крайней мере двух научных работ. В этом случае реферат является не только информационным, но и обзорным.

Реферирование представляет собой интеллектуальный творческий процесс, включающий осмысление текста, аналитико-синтетичесокое преобразование информации и создание нового текста. Реферат не должен превращаться в «ползанье» по тексту. Цель реферирования – создать «текст о тексте». Реферат – это не конспект, разбавленный «скрепами» типа *далее автор отмечает…* Обильное цитирование превращает реферат в конспект. При чтении научного труда важно понять его построение, выделить смысловые части (они будут основой для плана), обратить внимание на типичные языковые средства (словосочетания, вводные конструкции), характерные для каждой части. В реферате должны быть раскрыты проблемы и основные положения работы, приведены доказательства этих положений и указаны выводы, к которым пришел автор. Реферат может содержать оценочные элементы, например: *нельзя не согласиться, автор удачно иллюстрирует* и др. Обратите внимание, что в аннотации проблемы научного труда лишь обозначаются, а в реферате - раскрываются.

Список конструкций для реферативного изложения**:**

Предлагаемая вниманию читателей статья (книга, монография) представляет собой детальное (общее) изложение вопросов…; Рассматриваемая статья посвящена теме (проблеме, вопросу…);

Актуальность рассматриваемой проблемы, по словам автора, определяется тем, что…; Тема статьи (вопросы, рассматриваемые в статье) представляет большой интерес…; В начале статьи автор дает обоснование актуальности темы (проблемы, вопроса, идеи); Затем дается характеристика целей и задач исследования (статьи);

Рассматриваемая статья состоит из двух (трех) частей…; Автор дает определение (сравнительную характеристику, обзор, анализ)…; Затем автор останавливается на таких проблемах, как…; Автор подробно останавливается на истории возникновения (зарождения, появления, становления)…; Автор подробно (кратко) описывает (классифицирует, характеризует) факты…; Автор доказывает справедливость (опровергает что-либо)…; Автор приводит доказательства справедливости своей точки зрения…; В статье дается обобщение…, приводятся хорошо аргументированные доказательства…;

В заключение автор говорит о том, что…; Несомненный интерес представляют выводы автора о том, что…; Наиболее важными из выводов автора представляются следующие…; Изложенные (рассмотренные) в статье вопросы (проблемы) представляют интерес не только для…, но и для…

КОНСПЕКТИРОВАНИЕ – письменная фиксация основных положений читаемого или воспринимаемого на слух текста. При конспектировании происходит свертывание, компрессия первичного текста.

КОНСПЕКТ- это краткое, но связное и последовательное изложение значимого содержания статьи, лекции, главы книги, учебника, брошюры. Запись-конспект позволяет восстановить, развернуть с необходимой полнотой исходную информацию, поэтому при конспектировании надо отбирать новый и важный материал и выстраивать его в соответствии с логикой изложения. В конспект заносят основные (существенные) положения, а также фактический материал (цифры, цитаты, примеры). В конспекте последующая мысль должна вытекать из предыдущей (как в плане и в тезисах). Части конспекта должны быть связаны внутренней логикой, поэтому важно отразить в конспекте главную мысль каждого абзаца. Содержание абзаца (главная мысль) может быть передано словами автора статьи (возможно сокращение высказывания) или может быть изложено своими словами более обобщенно. При конспектировании пользуются и тем и другим приемом, но важно передать самые главные положения автора без малейшего искажения смысла.

Различают несколько видов конспектов в зависимости от степени свернутости первичного текста, от формы представления основной информации:

1. конспект-план;
2. конспект-схема;
3. текстуальный конспект.

Подготовка конспекта включает следующие этапы:

1. Вся информация, относящаяся к одной теме, собирается в один блок – так выделяются смысловые части.
2. В каждой смысловой части формулируется тема в опоре на ключевые слова и фразы.
3. В каждой части выделяется главная и дополнительная по отношению к теме информация.
4. Главная информация фиксируется в конспекте в разных формах: в виде тезисов (кратко сформулированных основных положений статьи, доклада), выписок (текстуальный конспект), в виде вопросов, выявляющих суть проблемы, в виде назывных предложений (конспект-план и конспект-схема).
5. Дополнительная информация приводится при необходимости.

РЕЦЕНЗИЯ - это письменный критический разбор какого-либо произведения, предполагающий, во-первых, комментирование основных положений (толкование авторской мысли; собственное дополнение к мысли, высказанной автором; выражение своего отношения к постановке проблемы и т.п.); во-вторых, обобщенную аргументированную оценку, в третьих, выводы о значимости работы.

В отличие от рецензии ОТЗЫВ дает самую общую характеристику работы без подробного анализа, но содержит практические рекомендации: анализируемый текст может быть принят к работе в издательстве илина соискание ученой степени.

Типовой план для написания рецензии и отзывов:

1. Предмет анализа: *В работе автора…; В рецензируемой работе…; В предмете ана*лиза…

2. Актуальность темы: Работа посвящена актуальной теме…; Актуальность темы обусловлена…; Актуальность темы не вызывает сомнений (вполне очевидна)…

3. Формулировака основного тезиса: Центральным вопросом работы, где автор добился наиболее существенных (заметных, ощутимых) результатов, является…; В работе обоснованно на первый план выдвигается вопрос о…

4. Краткое содержание работы.

5. Общая оценка: Оценивая работу в целом…; Таким образом, рассматриваемая работа…; Автор проявил умение разбираться в…; систематизировал материал и обобщил его…; Безусловной заслугой автора является новый методический подход (предложенная классификация, некоторые уточнения существующих понятий); Автор, безусловно, углубляет наше представление об исследуемом явлении, вскрывает новые его черты…

6. Недостатки, недочеты: Вместе с тем вызывает сомнение тезис о том…; К недостаткам (недочетам) работы следует отнести допущенные автором длинноты в изложении (недостаточную ясность при изложении)…; Работа построена нерационально, следовало бы сократить…; Существенным недостатком работы является…; Отмеченные недостатки носят чисто локальный характер и не влияют на конечные результаты работы…; Отмеченные недочеты работы не снижают ее высокого уровня, их скорее можно считать пожеланиями к дальнейшей работе автора…; Упомянутые недостатки связаны не столько с…, сколько с…

7. Выводы: Представляется, что в целом работа… имеет важное значение…; Работа может быть оценена положительно, а ее автор заслуживает…; Работа заслуживает высокой (положительной, отличной) оценки…; Работа удовлетворяет всем требованиям…, а ее автор, безусловно, имеет (определенное, законное, заслуженное, безусловное) право…

Задание

а) Выберите научную статью по своей специальности и напишите к ней аннотацию, реферат, конспект, рецензию.

3. Проанализируйте отрывок из студенческой курсовой работы, посвященной проблеме связи заголовка и текста. Соответствует ли язык сочинения нормам научного стиля? На основании анализа проведите правку текста:

Заголовок, будучи неотъемлемой частью газетных публикаций, определяет лицо всей газеты. Сталкиваясь с тем или иным периодическим изданием, читатель получает первую информацию о нем именно из заголовков. На примере газеты «Спорт – экспресс» за апрель – май 1994 г. я рассмотрю связь: заголовок – текст, ведь, как говорится в народной мудрости «встречают по одежке, а провожают – по уму». Но даже при наличии прекрасной одежки (заглавий) и величайшего ума (самих материалов) стилистическая концепция газеты будет не полной, если будет отсутствовать продуманная и логичная связь между содержанием и заголовком. Итак, стараясь выбрать наиболее продуманные заглавия,

я попытаюсь проследить за тем, по какому принципу строится связь между содержанием и заголовком самой популярной спортивной газеты России «Спорт – экспресс». А к тому же я остановлюсь и на классификации заголовков по типу их связей с газетным текстом вообще.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*Технологии интеллектуального труда*» 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 «*Технологии интеллектуального труда*».

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»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры УП
(протокол № 1 от 08.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Е. А. Беляева

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ФТД.В.02 СРЕДСТВА КОММУНИКАЦИИ В УЧЕБНОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Автор: Полянок О. В., к.пс.н.

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..……..…3

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ……..…..….6

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ…….…..…8

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ……12

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ……...…….…14

ПОДГОТОВКА РЕФЕРАТА……...….36

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……..…..45

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении - 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 лекций, 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 (в т.ч. подготовка к практико-ориентированным заданиям 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 «*Средства коммуникации в учебной и профессиональной деятельности*» обращают 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 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 «*Средства коммуникации в учебной и профессиональной деятельности*» являются:

- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);

- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т.ч. подготовка к выполнению практико-ориентированных заданий, подготовка реферата);

- подготовка к зачету.

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

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Сущность коммуникации в разных социальных сферах. Основные функции и виды коммуникации

Коммуникации
Межличностное общение
Речевые способности
Профессиональное общение

Тема 2. Специфика вербальной и невербальной коммуникации

Вербальная коммуникация
Невербальная коммуникация

Тема 3. Эффективное общение

Эффективное общение
Обратная связь
Стиль слушания

Тема 4. Основные коммуникативные барьеры и пути их преодоления в межличностном общении. Стили поведения в конфликтной ситуации

Конфликт
Барьер речи

Тема 5. Виды и формы взаимодействия студентов в условиях образовательной организации

Группа
Коллектив
Групповое давление
Феномен группомыслия
Феномен подчинения авторитету
Обособление
Диктат
Подчинение
Вызов
Выгода
Соперничество
Сотрудничество
Взаимодействие
Взаимопонимание

Тема 6. Формы, методы, технологии самопрезентации

Самопрезенгация
Публичное выступление

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;

• 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, 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 –наиболеесложный 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 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 заданиями 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.

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Организуйте коллективную сетевую деятельность.

Методические указания:

Под организацией **коллективной сетевой деятельности** понимают совместные действия нескольких пользователей в сети электронных коммуникаций, направленные на получение информации. Участники совместной сетевой деятельности могут быть объединены общими целями, интересами, что позволяет им обмениваться мнениями, суждениями, а также совершать действия с различными объектами, такими как фотографии, программы, записи, статьи, представленными в цифровом виде.

Подобное взаимодействие может заключаться в различных его видах, таких как:

- - общение;
- - обмен данными;
- - организация трудовой деятельности;
- - совместное времяпрепровождение за сетевыми развлечениями.

Рассмотрим каждый из них. Одним из примеров организации **общения** в сети

Интернет могут служить популярные на сегодняшний день сообщества **Livejournal** (www.livejoumal.ru), **Facebook** (www.facebook.com), **Twitter** (http://twitter.com) и др.

По своей сути это социальные сети, которые работают в режиме реального времени, позволяя участникам взаимодействовать друг с другом. Так, социальная сеть Livejournal (Живой журнал) предоставляет возможность публиковать свои и комментировать чужие записи, вести коллективные блоги («сообщества»), получать оперативную информацию, хранить фотографии и видеоролики, добавлять в друзья других пользователей и следить за их записями в «ленте друзей» и др.

Facebook позволяет создать профиль с фотографией и информацией о себе, приглашать друзей, обмениваться с ними сообщениями, изменять свой статус, оставлять сообщения на своей и чужой «стенах», загружать фотографии и видеозаписи, создавать группы (сообщества по интересам).

Система Twitter позволяет пользователям отправлять короткие текстовые заметки, используя web-интерфейс, sms-сообщения, средства мгновенного обмена сообщениями (например, Windows Live Messenger), сторонние программы-клиенты. Отличительной особенностью Твиттера является публичная доступность размещенных сообщений, что роднит его с **блогами** (онлайн-дневник, содержимое которого, представляет собой регулярно обновляемые записи — **посты).**

Другим способом общения, безусловно, является **электронная почта.** Принципы создания ящика электронной почты подробно рассматривались в практикуме параграфа 2.12. При всех своих плюсах электронная почта не позволяет организовать двусторонний оперативный диалог, максимально приближенный к обычному разговору. Отправив письмо, человек уверен, что оно оперативно будет доставлено в ящик адресата, но будет ли получен быстрый ответ? Кроме того, переписка может растянуться, что сводит к минимуму решение возможных актуальных проблем человека в настоящий момент времени.

Именно поэтому возникла необходимость в самостоятельном классе программ, которые выполняли бы две основные задачи:

- 1. Показать, находится ли собеседник в данный момент в сети Интернет, готов ли он общаться.
- 2. Отправить собеседнику короткое сообщение и тут же получить от него ответ.

Такие программы получили название IMS (англ. Instant Messengers Service —

служба мгновенных сообщений). Часто такие программы называют **интернет-пейджерами.** В качестве примера подобных программ можно привести Windows Live Messenger, Yahoo!Messenger, ICQ.

Так, программа Windows Live Messenger является одним из компонентов Windows Live — набора сетевых служб от компании Microsoft. Ранее мы познакомились с такими его модулями, как Семейная безопасность и Киностудия. Доступ к Messenger можно получить по адресу http://download.ru.msn.com/ wl/messenger, либо через кнопку **Пуск** на своем персональном компьютере (предварительно установив основные компоненты службы Windows Live).

В настоящее время произошла интеграция Messenger и программы Skype, функции которой будут рассмотрены позже.

Чтобы начать «разговор», достаточно выполнить двойной щелчок мыши на имени собеседника и ввести сообщение в соответствующее окно. Если друга нет на месте, можно оставить ему сообщение, и он увидит его, когда снова войдет в программу.

Коммуникацию в реальном масштабе времени возможно осуществить с помощью **чатов** (англ. Chatter — болтать). Если ваш компьютер оснащен видеокамерой, вы сможете начать видеочат. Одной из наиболее интересных особенностей видео- чата в Messenger является то, что он позволяет делать через Интернет все, что ранее можно было делать только при личном общении. Например, можно легко обмениваться фотографиями и видеть, как собеседник реагирует на них.

Теперь рассмотрим, каким образом можно организовать коллективную сетевую деятельность, связанную с **обменом данными.** Сразу отметим, что для передачи или открытия доступа к файлам в локальной сети используются стандартные возможности операционной системы компьютера. Для этого достаточно в настройках определенной директории открыть общий доступ на чтение или запись другими пользователями сети.

В настоящее время популярнейшим способом обмена данными является размещение файлов на различных видеохостингах и в социальных сетях. **Хостинг** — это услуга по предоставлению вычислительных мощностей для размещения информации на сервере, постоянно находящемся в сети Интернет. Для размещения видеофайлов, как правило, используются такие крупные видеохос- тинги, как YouTube (www.youtube.com), Rutube (http://mtube.ru). Социальные сети, например Одноклассники (www.odnoklassniki.rn), ВКонтакте (http://vk.com) и др., также можно использовать для размещения видеофотоматериалов.

Хранение, обмен файлов возможно организовать и с помощью облачных сервисов, таких как Яндекс.Диск, SkyDrive, iCloud и т.д. Перечислим ряд достоинств подобного способа организации работы:

- не требуется денежных вложений - сервисы бесплатны;
- возможность резервного хранения данных;
- доступность информации из любой точки мира с разных устройств, подключенных к Интернету;
- пользователь самостоятельно определяет доступность к файлам другим людям;
- большой размер облачного хранилища (7-10 Гб);
- информация не привязана к одному компьютеру;
- доступ к файлам, хранящимся на устройствах с разными аппаратными платформами (Windows, Android, iOS).

В качестве примера рассмотрим работу с программой Яндекс.Диск, которую предварительно следует установить на свой компьютер с адреса http://disk. yandex.ru/download. После инсталляции программы на вашем устройстве создается папка Яндекс.Диск, в которой будет находиться ряд папок, таких как Документы, Музыка, Корзина. Теперь, после того как мы добавим, изменим или удалим файл в папке Яндекс.Диск на своем компьютере, то же самое автоматически произойдет на серверах Яндекс, т. е. происходит процесс синхронизации.

Поделиться файлом с друзьями через web-интерфейс можно, выполнив следующие действия:

1. Зайти в свой почтовый ящик на сервисе Яндекс.

2. Выполнив команду **Файлы/Документы,** выделить нужный файл из списка.

3. Установить переключатель на панели предпросмотра в положение **Публичный** и нажать на одну из кнопок, расположенных ниже, что гарантирует публикацию ссылки на файл в одной из социальных сетей (ВКонтакте, Facebook и т.д.) либо отправку по электронной почте (рис. 1).

Рис. 1. Ссылка на файл

Другой возможностью публикации ссылки на файл - получение ее через ОС Windows. В этом случае порядок действий следующий:

- 1. Открыть папку Яндекс.Диск.
- 2. Выполнить щелчок правой кнопкой мыши на нужном файле.
- 3. В контекстном меню выбрать пункт **Яндекс.Диск: Скопировать публичную ссылку.**

Теперь в буфере обмена находится ссылка на файл, например, http://yadi.Sk/d/91nV8FjiOYnX, с которой вы можете поделиться со своими друзьями.

Перейдем к описанию организации **трудовой деятельности** как способа совместного сетевого взаимодействия. Она может выглядеть самой разной, от простого общения в видеоконференциях, заканчивая использованием серьезных корпоративных решений для управления рабочим процессом в компании. Примерами таких решений являются:

1. 1С-Битрикс: Корпоративный Портал (http://www.lc-bitrix.ru/products/

intranet/) — система управления внутренним информационным ресурсом компании для коллективной работы над задачами, проектами и документами.

2. Мегаплан (www.megaplan.ru) — онлайн-сервис для управления бизнесом.

3. TeamLab (www.teamlab.com/ru) — многофункциональный онлайн-сервис для совместной работы, управления документами и проектами.

4. BaseCamp (http://basecamp.com) — онлайн-инструмент для управления проектами, совместной работы и постановки задач по проектам.

Рассмотрим эти решения на примере облачного сервиса **Мегаплан,** который относится к **модели SaaS** (англ. Software as a service — программное обеспечение как услуга). В рамках модели SaaS заказчики платят не за владение программным обеспечением как таковым, а за его аренду (т. е. за его использование через web-интерфейс). Таким образом, в отличие от классической схемы лицензирования программного обеспечения заказчик несет сравнительно небольшие периодические затраты (от 150 до 400 руб./мес.), и ему не требуется инвестировать значительные средства в приобретение ПО и аппаратной платформы для его развертывания, а затем поддерживать его работоспособность.

Используя на предприятии Мегаплан, можно получить множество современных эффективных средств управления персоналом компании, в частности:

- выстроить иерархическую структуру предприятия, прояснить уровни подчинения, сделать связи сотрудников внутри предприятия логичными и понятными каждому;

- система управления персоналом на предприятии позволит каждому руководителю контролировать деятельность своих подчиненных в режиме реального времени. Кроме того, можно получать актуальную информацию, даже не находясь в офисе — для этого достаточно иметь доступ в Интернет;

- получить возможность обмениваться документами, выкладывать в общий доступ бизнес-планы, презентации, проекты и распоряжения, ускоряя обмен информацией внутри предприятия;

- системы обмена сообщениями и корпоративный форум делают общение, как деловое, так и личное, более живым и эффективным. Кроме того, выоказывания по ходу исполнения задачи, зафиксированные в Мегаплане, позволяют анализировать ход работы над проектом.

Зарегистрировавшись на вышеуказанном сайте, вы получите бесплатный доступ для знакомства с сервисом Мегаплан. Из трех решений предлагаемых компанией, а именно Совместная работа, Учет клиентов и Бизнес-менеджер, выберите первое — **Совместная работа.** Такой выбор дает возможность эффективно управлять проектами, задачами и людьми. Выбрав модуль **Сотрудники,** добавьте несколько сотрудников, заполнив их личные карточки. Много информации в карточки заносить необязательно, их всегда можно отредактировать, при этом не забывая нажимать на кнопку **Сохранить.** Заполненный модуль **Сотрудники** представлен на рис. 2.

Рис. 2. Модуль Сотрудники

Заполнив базу сотрудников, отметив все необходимые сведения в картотеке, вы получаете автоматизированную систему управления персоналом компании, которая более оперативно, чем любой менеджер по кадрам, будет оповещать вас обо всех изменениях, напоминать о днях рождения, давать доступ к картотеке и персональным сообщениям.

Теперь создайте отделы своей виртуальной организации. Для этого, находясь в модуле **Сотрудники,** выберите блок **Структура,** а в нем ссылку **Добавить отдел.** Чтобы добавить сотрудника в отдел, его надо перетащить мышью из списка **Нераспределенные.** После этого следует установить связь «Начальник-Подчиненный», используя ссылки **Начальники, Подчиненные.** Подобная ситуация представлена на рис. 3.

Красные стрелки на схеме обозначают вашу подчиненность, а зеленые — сотрудники подчиняются вам.

Для того чтобы организовать взаимодействие в команде, выберите модуль **Задачи** и поставьте перед каждым сотрудником задачу, указав сроки ее выполнения. Сотрудник может принять или отклонить задачу, делегировать ее своему подчиненному, комментировать задачу, оперировать списком своих задач (распечатывать, сортировать по признакам). Он может даже провалить задачу — и это немедленно станет известно всем, кто с ней связан.

Используя модуль **Документы,** попробуйте создать несколько текстовых документов (их объем не может превышать 300 Мб). Также имеется возможность импортировать

имеющиеся документы, которые Мегаплан будет сортировать по типам: текстовые документы, презентации, PDF-файлы, таблицы, изображения и др. Таким образом, можно хранить общие для всей компании договоры, банки, анкеты и другие важные файлы.

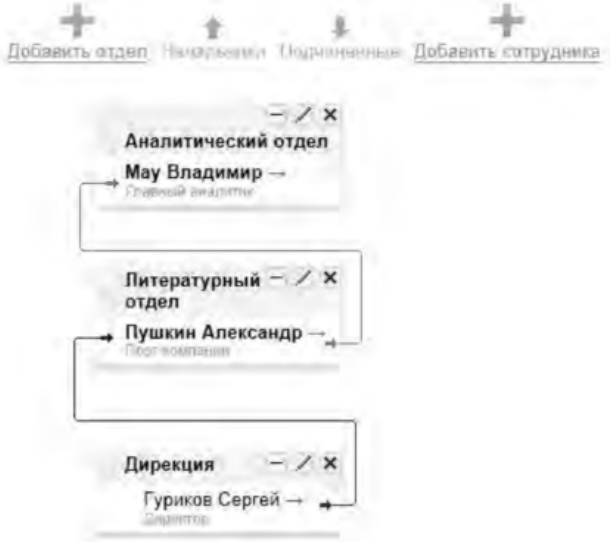


Рис. 3 Организационная структура предприятия

Модуль **Обсуждение** представляет собой корпоративный форум, в рамках которого можно рассматривать любые вопросы. Обсуждение тем может происходить в нескольких уже созданных разделах, а именно Новости, Отдых, Работа. Подобная ситуация представлена на рис. 4.

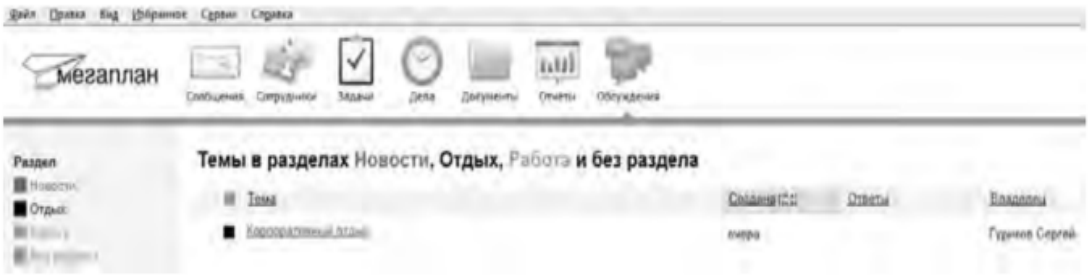


Рис. 4.Создание темы в модуле Обсуждение

Создайте несколько тем, воспользовавшись кнопкой **Добавить.** Обратите внимание на то, что вы можете ограничить просмотр обсуждаемых тем отдельным сотрудникам и группам. Корпоративный форум делает общение внутри компании более открытым. Возможность общения онлайн между сотрудниками, встреча которых могла бы и не произойти в реальной жизни, развивает неформальные отношения, вследствие которых совместная работа над проектами становится более комфортной. Работа над проектом, созданным в виртуальной среде, существенно упрощается за счет системы обмена сообщениями (модуль **Сообщения),** совместной работы, обработки файлов, находящихся в общем доступе.

Итак, освоение базовых функциональных операций в процессе работы с Мегапланом происходит очень быстро. С учетом того, что бесплатная версия продукта позволяет зарегистрировать трех пользователей, можно организовать сетевое взаимодействие, создав учебное предприятие и тем самым, усовершенствовать навыки взаимодействия исполнителей и руководителей в рабочем процессе.

Совместное времяпрепровождение за сетевыми развлечениями — последний вид сетевого взаимодействия, рассматриваемого нами. Сетевыми развлечениями в основном являются компьютерные игры. Вид взаимодействия в играх может быть различным: игроки могут соперничать друг с другом, могут быть в команде, а в некоторых играх возможны оба

вида взаимодействия. Соперничество может выражаться как напрямую, например игра в шахматы, так и в таблице рейтингов в какой-нибудь браузерной игре.

Существует особый жанр игр MMORPG (англ. Massive Multiplayer Online Role-playing Game, массовая многопользовательская онлайновая ролевая игра) — разновидность онлайновых ролевых игр, позволяющая тысячам людей одновременно играть в изменяющемся виртуальном мире через Интернет. Сообщество любителей игр в жанре MMORPG зарегистрировано в сети Интернет по адресу www.mmorpg.su.

Подобные игры, как правило, построены на технологии «клиент-сервер», но есть разновидности, где в качестве клиента выступает обычный браузер. Игрок в такой игре представляется своим **аватаром** — виртуальным представлением его игрового персонажа. Создатели игры поддерживают существование игрового мира, в котором происходит действие игры и который населен ее персонажами.

Когда геймеры попадают в игровой мир, они могут в нем выполнять различные действия вместе с другими игроками со всего мира. Разработчики MMORPG поддерживают и постоянно развивают свои миры, добавляя новые возможности и доступные действия для того, чтобы «гарантировать» интерес игроков. Яркими представителями подобного рода игр на сегодняшний день являются EverQuest, World of Warcraft, Anarchy Online, Asheron's Call, Everquest II, Guild Wars, Ragnarok Online, Silkroad Online, The Matrix Online, City of Heroes.

Задания:

а)Создайте свой аккаунт (если вы его не имеете) в одной из социальных сетей, например Livejournal или Facebook. Выполните скриншоты своего блога. Результат отправьте на электронную почту преподавателя.

б)Используя программу Windows Live Messenger, добавьте в друзья (по предварительной договоренности) своего преподавателя и свяжитесь с ним в режиме реального времени либо оставьте ему сообщение.

в)Установите на свой компьютер программу Яндекс.Диск. Предоставьте доступ к нескольким файлам своему преподавателю.

г)Создайте учебное предприятие, используя облачный сервис Мегаплан. Заполните информацией все имеющиеся в программе модули. Установите связи между отделами. Пригласите нескольких своих друзей в проект. Продемонстрируйте результат преподавателю, открыв ему доступ.

д)Напишите краткий отчет о результатах своей работы по созданию виртуального предприятия, указав в нем этапы его создания, результаты совместной сетевой деятельности.

е)Являетесь ли вы участником какой-либо игры в жанре MMORPG? Если да, расскажите об основных правилах той игры, в которой вы участвуете. Каким образом происходит ваше взаимодействие в ней с друзьями?

3. Организация форумов

Методические указания

В настоящее время перед каждым образовательным учреждением стоит задача формирования открытой информационной образовательной среды. Эффективным механизмом является использование коммуникационных возможностей сети Интернет. В частности, организация на сайтах или в информационных системах образовательных учреждений форумов (дискуссий).

Форум — это web-страница, созданная на основе клиент-серверной технологии для организации общения пользователей сети Интернет. Концепция форума основана на создании разделов, внутри которых происходит обсуждение различных тем в форме сообщений. От чата форум отличается тем, что общение может происходить не в реальном времени. Таким образом, человек имеет возможность подумать над своим ответом или над создаваемой темой.

По методу формирования набора тем форумы бывают:

- **тематические. В** рамках таких форумов пользователи обсуждают предварительно опубликованную статью, новость СМИ и т.д. Обсуждение происходит в одной или нескольких темах;

- **проблемные.** Для обсуждения предлагается ряд проблемных вопросов (тем). Обсуждение каждой проблемы происходит в своей ветке. Чаще всего в подобных типах форумов пользователь не имеет права создавать новую тему;

- **постоянно действующие форумы.** Форумы поддержки (помощи). По такому принципу строятся форумы технической поддержки, различные консультации и пр. Чаще всего это форумы с динамическим списком тем, где простые участники могут создавать новую тему в рамках тематики форума.

Форумы функционируют согласно определенным правилам, которые определяют администраторы и модераторы. **Администратор форума** следит за порядком во всех разделах, контролирует общение на ресурсе и соблюдение правил сайта. **Модератор форума** чаще всего следит за порядком в конкретном разделе, имеет более узкие права, чем администратор. Его основная задача — увеличивать популярность форума, количество участников и число интересных обсуждений. Дополнительные задачи:

- стимулировать появление новых интересных тем;
- стимулировать общение на форуме;
- не допускать конфликтных ситуаций на форуме, а в случае их возникновения — уметь найти выход из сложной ситуации;
- при появлении в темах **спама** (рассылка коммерческой и иной рекламы или иных видов сообщений (информации) лицам, не выражавшим желания их получать) немедленно сообщать об этом администратору сайта;
- следить за культурой сетевого общения.

Для каждого конкретного форума администратором могут быть созданы свои правила, но в целом их можно свести к следующим:

1. На форумах приветствуется поддержание дискуссии, обмен опытом, предоставление интересной информации, полезных ссылок.
2. Не нужно вести разговор на «вольные» темы и размещать бессодержательные (малосодержательные) или повторяющиеся сообщения. Под бессодержательными (малосодержательными) понимаются, в частности, сообщения, содержащие исключительно или преимущественно эмоции (одобрение, возмущение и т. д.).
3. Желательно проверять грамотность сообщений (например, редактором Microsoft Word) — ошибки затрудняют понимание вопроса или ответа и могут раздражать участников обсуждения.
4. Длинные сообщения желательно разбивать на абзацы пустыми строчками, чтобы их было удобно читать.
5. Запрещается размещать заведомо ложную информацию.
6. Не рекомендуется публиковать сообщения, не соответствующие обсуждаемой теме, в том числе личные разговоры в ветках форума.
7. Не следует писать сообщения сплошными заглавными буквами, так как это эквивалентно повышению тона, а также латинскими буквами. При этом сообщение считается нарушающим данное правило, если такого рода текстом набрано более трети всего сообщения.
8. Участники форума не должны нарушать общепринятые нормы и правила поведения. Исключено употребление грубых слов и ненормативной лексики, выражение расистских, непристойных, оскорбительных или угрожающих высказываний, нарушений законодательства в области авторского права или сохранности конфиденциальной информации.
9. Запрещено публично обсуждать нелегальное использование (в том числе взлом) программного обеспечения, систем безопасности, а также публикацию паролей, серийных номеров и адреса (ссылки), по которым можно найти что-либо из вышеназванного.

10. Не следует размещать в форумах, а также рассылать через личные сообщения коммерческую рекламу и спам.

Для создания форумов используется ряд программных решений, написанных на языке PHP (англ. Hypertext Preprocessor — предпроцессор гипертекста) и используемых для ведения своей базы данных сервер MySQL. К их числу относится **Invision Power Board** (www.invisionpower.com), **vBulletin** (www.vbulletin.com), **PHP Bulletin Board** (www.phpbb.com), **Simple Machines Forum** (www.simplemachines.org) и ряд других. Однако создать «движок форума» с помощью перечисленного программного обеспечения начинающему пользователю будет весьма непросто, поскольку и сами программы, и документация к ним написаны на английском языке.

Попробовать свои силы для создания тематического форума можно с использованием российских web-сервисов, предлагающих свои услуги в этом направлении. Остановим свой выбор на сервисе Forum2x2 (www.forum2x2.ru), который предлагает создание и хостинг форумов. Forum2x2 позволяет создать форум бесплатно, всего за несколько секунд и без всяких технических знаний, а после — мгновенно начать общение. Интерфейс форума является наглядным, простым в использовании и легко настраивается.

Определим следующую задачу — создать форум своего учебного заведения. Находясь на сайте сервиса Forum2x2, выберем кнопку **Создать бесплатный форум.** Пользователю будет предложено выбрать одну из четырех версий создания форумов: Phpbb3, Phpbb2, IPB и Punbb. Их краткая характеристика будет представлена в соответствующих вкладках. Воспользуемся самым простым из них - **Punbb,** который предоставляет только базовые опции web-форума, а следовательно, является оптимальным по скорости и простоте использования. Далее нам предстоит выполнить три простых шага:

- 1. Выбрать графический стиль форума.
- 2. Ввести название форума, его интернет-адрес, свой адрес электронной почты, пароль.
- 3. Прочитать информацию о недопустимом содержании создаваемого форума.

На этом создание форума можно считать завершенным. На рис. 5 представлен один из возможных примеров созданного форума.

Рис. 5 Внешний вид созданного форума

В своем электронном почтовом ящике вы обнаружите письмо от администрации сервиса Forum2x2, в котором будут даны несколько полезных советов для успешного начала работы форума, в частности:

- - поместить в форум несколько сообщений, чтобы задать тон обсуждения;
- - внести личный аспект в стиль оформления форума, подобрав цвета и шрифты;

- - сообщить по электронной почте друзьям о новом форуме и пригласить их поучаствовать в форуме;
- - поместить ссылки на форум на других сайтах, форумах и в поисковых системах.

Для администрирования вновь созданного форума необходимо ввести имя пользователя (Admin) и пароль, который вы выбрали при создании форума. После этого вы получаете доступ к ссылке **Панель администратора,** расположенной внизу страницы, которая имеет несколько вкладок (рис. 6).

Рис. 6. Вкладки Панели администратора

Вкладка **Главная** отображает информацию по статистике созданных сообщений, количестве пользователей и тем. Здесь же можно воспользоваться практическими советами по повышению посещаемости созданного форума. Попробуйте пригласить на созданный форум своих друзей, знакомых, с помощью ссылки **Адреса Email,** вводя в соответствующее поле их электронные адреса. Максимальное число приглашений, отправляемых за один раз, — десять.

Вкладка **Общие настройки** позволяет сконфигурировать форум в соответствии с личными целями администратора. В частности, можно изменить название сайта, его описание, определить конфигурацию защиты форума, определить E- mail администратора.

С помощью раздела **Категории и форумы** создайте свои форумы, определите порядок их вывода с помощью соответствующих кнопок **(Сдвинуть вверх, Сдвинуть вниз). Категория** представляет собой совокупность форумов, объединенных общей тематикой. Один из возможных примеров создания форумов приведен на рис. 7.

Сделанные изменения доступны для просмотра после нажатия на кнопку **Просмотр форума.** Находясь на вкладке **Общие настройки,** перейдите в раздел **Раскрутка форума** и выберите пункт **Поисковые системы.** Введите информацию для ваших мета-тегов, чтобы улучшить позицию вашего форума в поисковых системах. **Мета-теги** — это невидимые коды, используемые поисковиками для индексации и позиционирования вашего форума. Зарегистрируйте ваш форум в основных поисковых системах: Yandex, Google, Rambler.

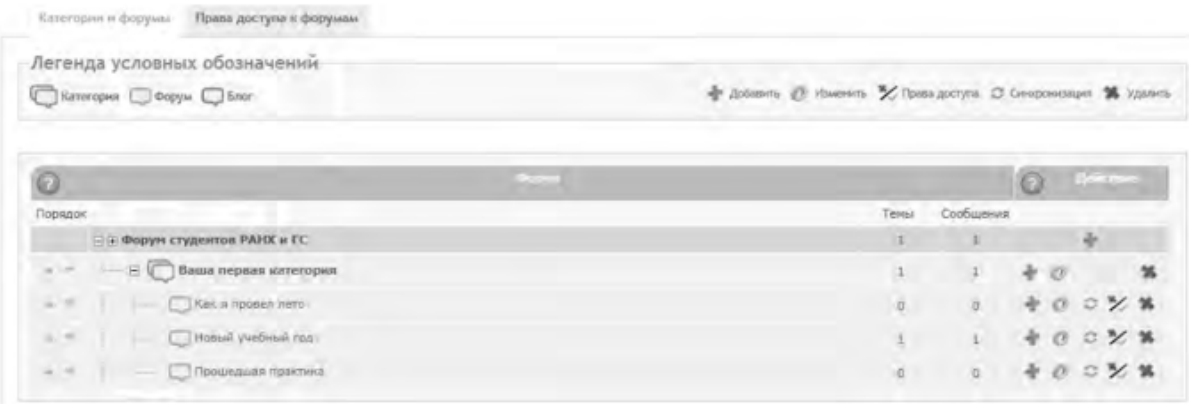


Рис. 7. Структура форумов

Используя вкладку **Оформление,** поэкспериментируйте с различными стилями для того, чтобы повысить привлекательность форума. Здесь же можно поменять версию «движка» форума.

Будучи администратором вашего форума, вы являетесь его единственным полноправным хозяином и полностью контролируете его. С помощью вкладки **Пользователи & Группы** создайте группу модераторов, ответственных за соблюдение установленных вами правил (правил орфографии, правил поведения на форуме и т.д.).

Перейдите на вкладку **Модули.** Здесь вы можете добавить к вашему форуму такие модули, как портал, календарь, галерея, чат или листы персонажей. Выберите ссылку **Портал.** Появится информация о том, что портал не инсталлирован. Нажмите ссылку — инсталлировать. Внешний вид созданного портала представлен на рис. 8.

Рис. 8. Созданный портал

На вкладке **Модули** попробуйте поработать с виджетами (гаджетами) форума, из которых и состоит портал. **Виджет** — это элемент интерфейса, предназначенный для облегчения доступа к информации.

Добавьте/удалите стандартные виджеты форума (Поиск, Календарь, Новости, Последние темы, Самые активные пользователи и др.), отслеживая изменения нажатием кнопки **Просмотр портала.** Оставьте наиболее удачный, с вашей точки зрения, вариант.

Итак, мы приобрели первоначальные практические навыки создания собственного форума и выполнили действия, направленные на увеличение его посещаемости. Кроме того, необходимо создать ссылку на форум с главной страницы сайта учебного заведения. Следует отметить, что, для того чтобы созданный форум не оставался в статичном виде, необходима большая работа администратора, модераторов по его поддержанию.

Альтернативным способом организации форумов является их развертывание в информационной системе учебного заведения. На современном отечественном рынке

автоматизированных информационных систем управления учебным процессом представлено достаточно большое количество решений. Свой выбор остановим на ИС ModEUS (http://modeus.krf.ane.ru/index.php), которая разработана с учетом специфики российского образования и обеспечивает автоматизацию учебного процесса, в том числе и дистантного (учет учебного процесса, его планирование и публикация, подготовка отчетной документации).

После регистрации в системе ModEUS, нужно выбрать ссылку **Дискуссии.** Вы можете организовать дискуссию (форум) по любому из находящихся в системе курсов, щелкнув мышью по его названию.

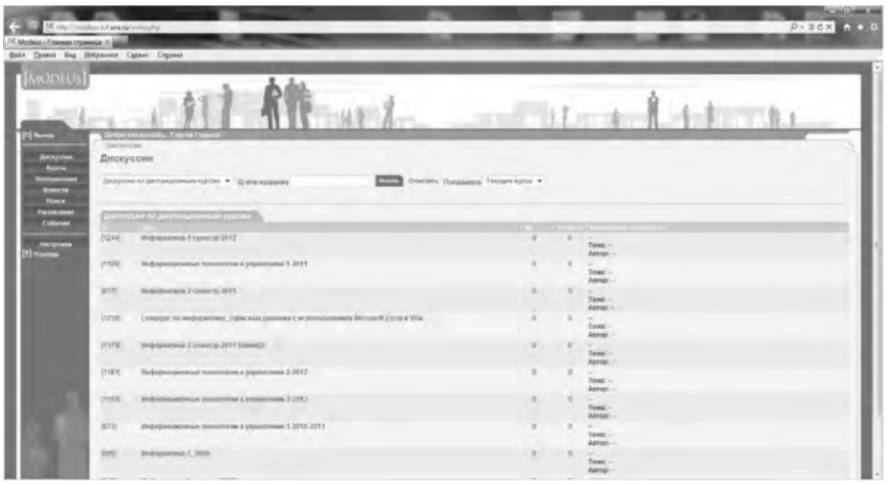


Рис. 9. Страница Дискуссии в ИС ModEUS

Создадим новую тему, нажав одноименную кнопку. Впишем в соответствующие поля название темы и вопрос, предлагаемый для обсуждения. Подобная ситуация представлена на рис. 437. Кроме того, мы имеем возможность прикрепить текстовый файл объемом не более 16 Мб, например список вопросов к экзамену.

После нажатия на кнопку **Создать** тема дискуссии отображается в системе (рис. 10), и любой из студентов может принять участие в ее обсуждении.

Таким образом, можно определить преимущества создания форума в информационной системе учебного заведения:

- - отсутствует необходимость иметь практические навыки работы по созданию web-страниц;
- - нет необходимости заботиться о раскрутке форума - студенты и преподаватели постоянно работают в системе.

В то же время есть и ряд недостатков, в частности:

- - форум доступен исключительно для студентов и преподавателей учебного заведения, в котором функционирует информационная система;
- - стандартизированный типовой интерфейс для всех выполняемых функций;
- - нет возможности организовать дискуссию на вольную тему.

Рис. 10 Создание новой темы

Рис. 11. Создана тема для дискуссии

Использование тестирующих систем в локальной сети образовательного учреждения

Теперь познакомимся с возможностями ИС ModEUS для **организации тестирования студентов в локальной сети образовательного учреждения.** Использование тестирования как наиболее объективного метода оценки качества образования широко используется в учебных заведениях России. Полнота охвата проверкой требований к уровню подготовки студентов предполагает методику конструирования тестовых заданий закрытого и открытого типа. К тестовым заданиям **закрытого типа** относятся задания, предполагающие выбор верного ответа из предложенных вопросов. Тестовые задания **открытого типа** требуют конструирования ответов с кратким и развернутым ответом. И тот, и другой тип заданий успешно реализуются в ИС ModEUS.

Прежде чем создать тестовое задание, необходимо зайти в один из учебных курсов, находящихся в репозитарии (хранилище данных), нажав кнопку **Курсы** в главном меню. Под «курсом» в ПС ModEUS понимается дисциплина, находящаяся в учебном плане.

Найдем в списке **Занятия курса** требуемое занятие и нажмем ссылку **Список заданий,** находящуюся справа от поля **Тип.** Для того чтобы добавить задание в занятие, нажмем кнопку **Добавить.** Подобная ситуация представлена на рис. 11.

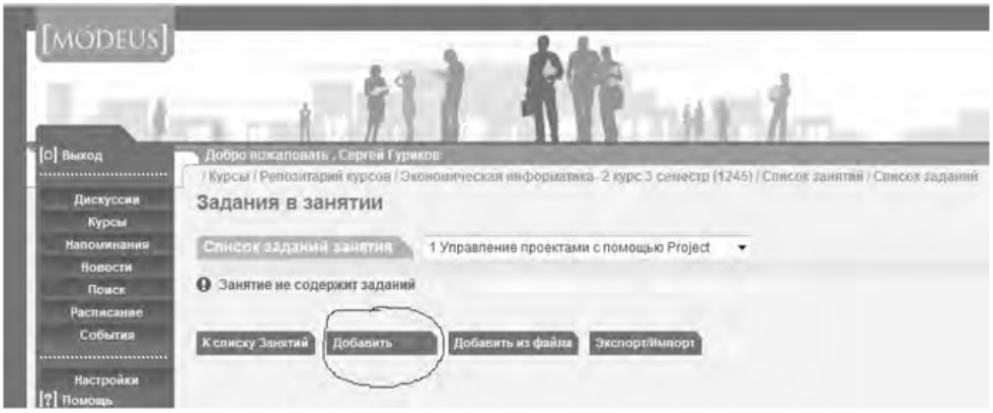


Рис.12. Добавление задания

Тип задания можно выбрать из раскрывающегося списка (рис. 12), кроме того, можно дать название новому заданию, установить балл и выбрать количество попыток сдачи.

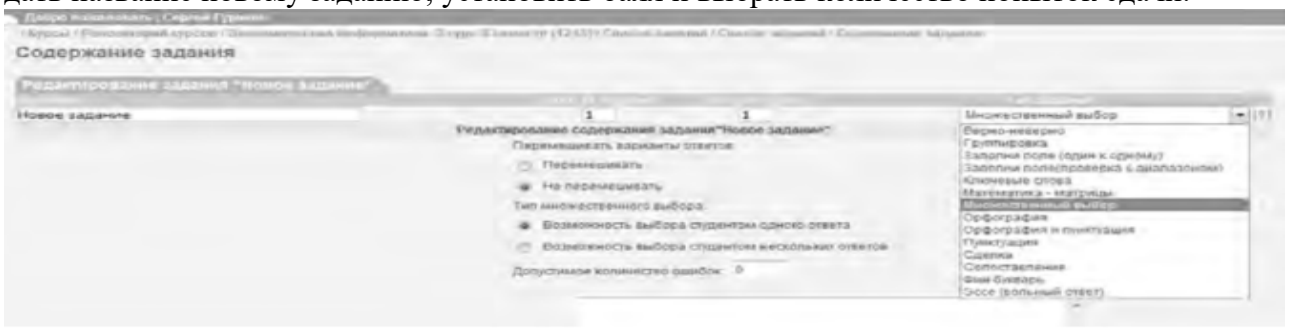


Рис.13. Выбор типа задания

Рассмотрим несколько примеров формирования вопросов закрытого и открытого типа в ИС ModEUS.

Тестовое задание со множественным выбором верных ответов (закрытый тип). Данный тип задания дает вам возможность задать вопрос и варианты ответов на него, из которых обучающийся должен выбрать верный (рис. 14). Правильным может быть один или несколько вариантов. Для того чтобы наполнить задание, выполните следующие действия:

- - в опции **Перемешивать варианты ответов** поставьте метку в поле **Перемешивать,** если вы хотите, чтобы указанные вами варианты ответов выводились на экран в различном порядке, поставьте метку в поле **Не перемешивать,** если варианты ответов должны выводиться всегда в одинаковом порядке;
- - в опции **Тип множественного выбора** поставьте метку в поле **Возможность выбора студентом одного ответа,** если обучающийся из предложенных вариантов ответов может выбрать только один верный, поставьте метку в поле **Возможность выбора студентом нескольких ответов,** если обучающийся может выбрать несколько верных ответов;
- - введите текст задания в поле **Текст задания;**
- - в случае если в задании присутствует приложение, укажите путь к этому приложению, нажав на кнопку I обзор... I и указав путь к файлу на жестком или сетевом диске. Приложением может быть документ любого формата, например изображение;
- - введите тексты вариантов ответов в соответствующие поля;
- - для добавления нового поля под вариант ответа нажмите на кнопку

- каждый вариант ответа может быть дополнен приложением. Для добавления к варианту ответа приложенияукажите путь к нему в поле **Добавить приложение,** нажав на кнопку

и указав путь к файлу на жестком

или сетевом диске;

- установите флажки напротив одного или нескольких правильных вариантов ответа;

- нажмите на кнопку Зафиксировать для сохранения задания в базе данных;

- нажмите на кнопку Сохранить и добавить новое, чтобы сохранить задание и сразу

перейти к составлению нового задания.

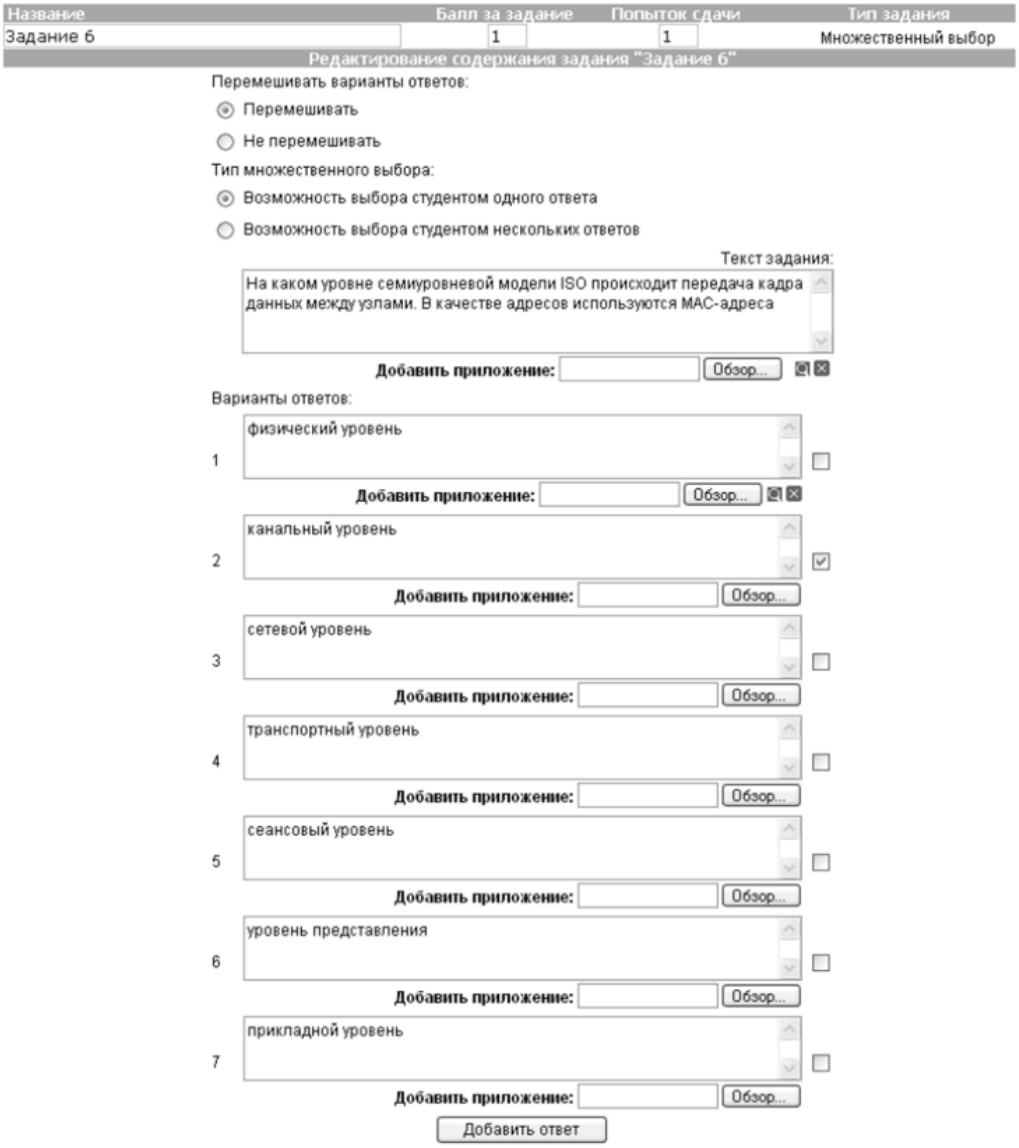


Рис. 14. Создание задания со множественным выбором верных ответов

Тестовое задание с добавлением слова (открытый тип). Данный тип задания (рис. 15) дает вам возможность задать вопрос, на который обучающийся должен ответить, введя ответ с клавиатуры в виде текста, цифры, слова, математической формулы и т.д. Для того чтобы наполнить задание, выполните следующие действия:

- - введите текст задания в поле **Текст задания;**
- - текст задания может представлять собой текст или текст в сочетании с

приложением. Чтобы добавить приложение (изображение или документ), нажмите на кнопку Обзор..., находящуюся под полем **Текст задания,** и
укажите путь к файлу на жестком или сетевом диске;

- - в поле **Вопрос** введите вопрос, на который должен ответить обучающийся;
- - в поле **Ответ** укажите правильный ответ;

- в пределах одного задания вы можете задать обучающемуся несколько вопросов. Для добавления вопроса нажмите на кнопку Добавить вопрос;

- нажмите на кнопку Зафиксировать для сохранения задания в базе данных;

- нажмите на кнопку Сохранить и добавить новое, чтобы сохранить задание и сразу перейти к составлению нового задания.

Рис. 15 Создание задания с добавлением слова

Кроме рассмотренных типов заданий, в ИС ModEUS существует и ряд других, в частности:

Верно - неверно. Данный тип задания предоставляет возможность обучающемуся выбрать один из вариантов ответа («верно» или «неверно») на поставленный вопрос.

Группировка. В данном типе задания обучающемуся необходимо распределить заданный список понятий по группам.

Заполни поле (проверка с диапазоном). Данный тип задания дает возможность задать вопрос, на который обучающийся должен ответить, введя с клавиатуры числовой ответ.

Сопоставление. Проверяется способность обучающихся сопоставить понятия по указанному принципу.

Эссе. Обучающийся отвечает в свободной форме на поставленный преподавателем вопрос. Вопрос может быть представлен в виде текста или любого другого документа.

Следует отметить, что в ИС ModEUS можно задать количество вопросов, время на проведение тестовых заданий, а также **мощность теста.** Мощность определяет количество заданий, которые будут предложены студенту для выполнения. Например, если в группе заданий десять вариантов заданий, а мощность группы равна пяти, то студенту будут предложены для выполнения пять заданий из десяти. После проведения тестирования в

информационной системе происходит автоматическое формирование оценок на основании выполненных студентами заданий.

Итак, мы завершили рассмотрение возможностей информационной системы, работающей в локальной сети учебного заведения для организации форумов и проведения тестирования студентов.

Настройка видео web-сессий

В настоящее время миллионы пользователей во всем мире используют видеосвязь с помощью сети Интернет для общения друг с другом. Достоинства такого способа общения очевидны: есть возможность слышать и визуально наблюдать собеседника, находящегося, возможно, за тысячи километров. Для обеспечения полноценной видеосвязи для захвата и воспроизведения видео и звука могут использоваться как встроенные в компьютер камера, микрофон или динамик, так и внешние устройства, такие как web-камера, головная гарнитура, а также следует обеспечить высокоскоростной доступ к Интернету.

Взаимодействие собеседников при организации видео web-сессий возможно в нескольких направлениях: видеоконференция и видеотелефония.

1. **Видеоконференция** — это технология интерактивного взаимодействия двух и более человек, при которой между ними происходит обмен информацией в режиме реального времени. Существует нескольких видов видеоконференций:

- **симметричная (групповая)** видеоконференция позволяет проводить сеансы показа презентаций или рабочего стола;
- **асимметричная** видеоконференция используется для дистанционного образования. Позволяет собрать в конференции множество участников таким образом, что все они будут видеть и слышать одного ведущего, он, в свою очередь, всех участников одновременно;
- **селекторное видеосовещание** — рассчитано на взаимодействие большой группы участников, при котором пользователи имеют возможность активно обсуждать действия при чрезвычайных ситуациях, оперативно решать текущие вопросы.

Для эффективной организации проведения web-конференций, маркетинговых презентаций, онлайн-обучения, совещаний и любых других видов онлайн-встреч существует ряд программных решений. В качестве примера можно привести программы Mirapolis Virtual Room (http://virtualroom.ru/), ВидеоМост (www.videomost.com), TrueConf Online (http://trueconf.ru/) и др.

2. Видеотелефония — реализуется посредством сеанса видеосвязи между двумя пользователями, во время которого они могут видеть и слышать друг друга, обмениваться сообщениями и файлами, вместе работать над документами и при этом находиться в разных местах в комфортной для себя обстановке.

Для того чтобы общаться с близкими и друзьями, можно бесплатно совершать видеозвонки с помощью таких программ, как Skype (http://www.Skype, com/intl/ru/get-skype), Mail.ru Агент (http://agent.mail.ru) и ряд других.

Для того чтобы проверить наличие встроенной web-камеры на компьютере, достаточно войти в меню **Пуск,** выбрать **Компьютер,** щелкнуть на нем правой кнопкой мыши и в контекстно-зависимом меню нажать пункт **Свойства.** Далее следует выбрать пункт меню **Диспетчер устройств,** а в нем пункт **Устройства обработки изображений.** Наличие в нем устройства, например, USB 2.0 Camera свидетельствует о наличии web-камеры.

Кроме того, в документации к компьютеру (Руководство пользователя) или другому устройству должны быть приведены сведения об установленных в систему устройствах и, в частности, инструкция по использованию встроенной камеры и программному обеспечению, отвечающему за данное устройство.

Одной из таких популярных утилит является ArcSoft WebCam Companion — пакет приложений для взаимодействия с web-камерой, который позволяет захватывать, редактировать изображения и записывать видео. Самостоятельно проведите ее инсталляцию,

воспользовавшись web-адресом http://arcsoft-webcam- companion.en.softonic.com. После установки данной программы на компьютер ее можно запустить на выполнение командой **Пуск/Все программы/ArcSoft WebCam Companion/WebCam Companion.** Интерфейс программы представлен несколькими разделами: Захват, Маска, Забавная рамка, Правка, Монитор, Другие приложения (рис. 16).

Рис. 16. Пункты меню программы ArcSoft WebCam Companion

Выберем значок **Захват,** а в нем пункт меню **Параметры web-камеры.** Откроется окно, представленное на рис. 17.

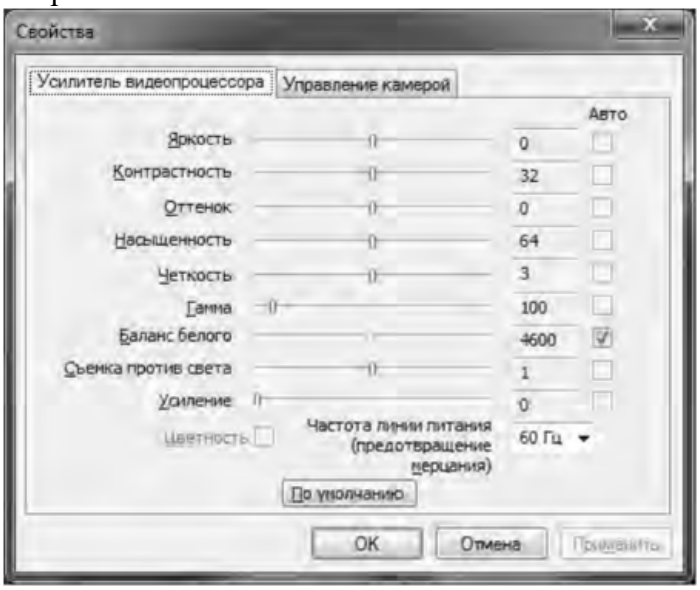


Рис. 17. Окно Свойства web-камеры

Как видно из рис. 17, в данном окне можно изменить основные параметры настройки web-камеры, одновременно наблюдая за результатом на экране. При желании настройки можно вернуть в исходное состояние, нажав на кнопку **По умолчанию.**

Теперь поговорим о том, как организовать web-сессию в такой популярной программе, как Skype. Ее большим преимуществом является такой факт, что звонки между абонентами являются бесплатными. Однако, если вы делаете звонок на мобильный или стационарный телефон, вам потребуется позаботиться о том, чтобы на вашем счете были деньги. Положить деньги на оплату разговоров в Skype вы можете с использованием такого сервиса, как Яндекс.Деньги (https://money.yandex.ru/).

Инсталлируйте программу Skype, воспользовавшись ее адресом в сети Интернет http://www.skype.com/intl/ru/get-skype. После установки программа становится доступной после выполнения команды **Пуск/Все программы/ Skype/Skype. В** окне регистрации введите свой логин и пароль. Обратите внимание на то, что если вы установите флажок в пункте **Автоматическая авторизация при запуске Skype,** то вам не придется каждый раз вводить свои данные.

Добавьте своих друзей, родственников в список контактов, воспользовавшись командой **Контакты/Добавить контакт.** Вам нужно ввести фамилию, имя знакомого, его контактный телефон, адрес электронной почты. В результате ваши контакты будут располагаться в группе **Контакты** и будут видны при каждом запуске программы.

Выполним настройку web-камеры. Последовательно нажмем **Инструменты/Настройки/Настройки видео.** Появится окно, представленное на рис. 18.

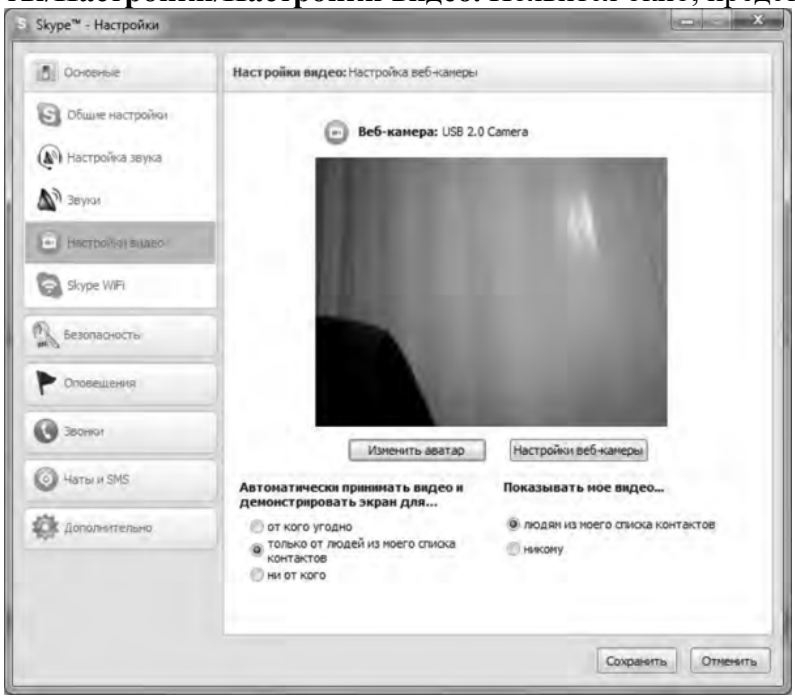


Рис.18. Окно Настройки

Если вы видите изображение - камера настроена и готова к работе. В противном случае, Skype выведет об этом текстовое сообщение. Теперь перейдем в меню **Настройка звука.** Проверьте, что поставлен флажок в опции **Разрешить автоматическую настройку микрофона.** Скажите несколько слов вслух, уровень громкости звука в опции **Громкость** должен изменяться. Окончательно проверить сделанные настройки можно с помощью контрольного звонка. Для этого, находясь в меню **Настройка** звука, выберите пункт **Сделать контрольный звонок в** Skype. В ходе контрольного звонка вы сможете сделать запись своего голоса в течение десяти секунд, а затем прослушать его. Если этот эксперимент окончится удачно, значит, все настройки выполнены правильно и программа готова к работе.

Теперь, когда мы завершили работу с настройками программы, можно попробовать сделать видеозвонок. Для этого необходимо совершить следующие действия:

1. Войти в программу Skype.
2. В группе **Контакты** щелчком мыши выбрать абонента. Во время звонка он должен быть в сети, о чем будет свидетельствовать соответствующий значок в программе Skype.
3. Нажать кнопку **Видеозвонок.**

Через несколько секунд соединение будет установлено и вы можете начать разговор, в процессе которого вы будете видеть и слышать своего собеседника. Подобная ситуация представлена на рис. 19.

Рис. 19 Сеанс связи установлен

Если во время разговоров у вас возникают неполадки со звуком, такие как сильный фоновый шум, эхо, задержка звука, «механический» звук или пропадание слов, следует убедиться в следующем:

1. Использует ли собеседник последнюю версию программы Skype? Информацию о версии программы можно получить, выполнив команду **По- мощь/О** Skype.
2. Нет ли рядом с микрофоном источников шума?
3. Не расположен ли микрофон рядом с динамиками?
4. Достаточно ли высокая скорость соединения?

Кроме того, когда программа Skype обнаруживает неполадки во время звонка, на экране появляется сообщение с рекомендациями, которые помогут вам повысить качество связи. Необходимо выполнить эти рекомендации.

Итак, вы получили теоретические сведения и практические навыки работы с организацией видео web-сессий, которые, несомненно, будут востребованы в вашей повседневной жизни.

Задания:

а)Зарегистрируйтесь на сервисе Forum2x2. Создайте форум своего учебного заведения, выбрав одну из четырех версий создания форумов. Выполните советы для успешного начала работы своего форума, приведенные в параграфе 5.4. После завершения работы отправьте на электронную почту преподавателя ссылку на созданный вами форум.

б)Установите на свой компьютер программу Skype. Сделайте видеозвонок вашему преподавателю (по предварительной договоренности).

2. Проведите диагностику стиля делового общения.

Инструкция. С помощью этого теста вы можете оценить свой стиль делового общения. Вам предложено 80 утверждений. Из каждой пары выберите одно — то, которое, как вы считаете, наиболее соответствует вашему поведению. Обратите внимание па то, что ни одна пара не должна быть пропущена. Тест построен таким образом, что ни одно из приведенных ниже утверждений не является ошибочным.

1. Я люблю действовать.
2. Я работаю над решением проблем систематическим образом.
3. Я считаю, что работа в командах более эффективна, чем на индивидуальной основе.
4. Мне очень нравятся различные нововведения.
5. Я больше интересуюсь будущим, чем прошлым.
6. Я очень люблю работать с людьми.
7. Я люблю принимать участие в хорошо организованных встречах.
8. Для меня очень важными являются окончательные сроки.
9. Я против откладываний и проволочек.

10. Я считаю, что новые идеи должны быть проверены прежде, чем они будут применяться на практике.
11. Я очень люблю взаимодействовать с другими людьми. Это меня стимулирует и вдохновляет.
12. Я всегда стараюсь искать новые возможности.
13. Я сам люблю устанавливать цели, планы и т.п.
14. Если я что-либо начинаю, то доделываю это до конца.
15. Обычно и стараюсь понять эмоциональные реакции других.
16. Я создаю проблемы другим людям.
17. Я надеюсь получить реакцию других на свое поведение.
18. Я нахожу, что действия, основанные на принципе «шаг за шагом», являются очень эффективными.
19. Я думаю, что хорошо могу понимать поведение и мысли других.
20. Я люблю творческое решение проблем.
21. Я все время строю планы на будущее.
22. Я восприимчив к нуждам других.
23. Хорошее планирование — ключ к успеху.
24. Меня раздражает слишком подробный анализ.
25. Я остаюсь невозмутимым, если на меня оказывают давление.
26. Я очень ценю опыт.
27. Я прислушиваюсь к мнению других.
28. Говорят, что я быстро соображаю.
29. Сотрудничество является для меня ключевым словом.
30. Я использую логические методы для анализа альтернатив.
31. Я люблю, когда одновременно у меня идут разные проекты.
32. Я постоянно задаю себе вопросы.
33. Делая что-либо, я тем самым учусь.
34. Полагаю, что я руководствуюсь рассудком, а не эмоциями.
35. Я могу предсказать, как другие будут вести себя в той или иной ситуации.
36. Я не люблю вдаваться в детали.
37. Анализ всегда должен предшествовать действиям.
38. Я способен оценить климат в группе.
39. У меня есть склонность не заканчивать начатые дела.
40. Я воспринимаю себя как решительного человека.
41. Я ищу такие дела, которые бросают мне вызов.
42. Я основываю свои действия на наблюдениях и фактах.
43. Я могу открыто выразить свои чувства.
44. Я люблю формулировать и определять контуры новых проектов.
45. Я очень люблю читать.
46. Я воспринимаю себя как человека, способного интенсифицировать, организовать деятельность других.
47. Я не люблю заниматься одновременно несколькими вопросами.
48. Я люблю достигать поставленных целей.
49. Мне нравится узнавать что-либо о других людях.
50. Я люблю разнообразие.
51. Факты говорят сами за себя.
52. Я использую свое воображение, насколько это возможно.
53. Меня раздражает длительная, кропотливая работа.
54. Мой мозг никогда не перестает работать.
55. Важному решению предшествует подготовительная работа.
56. Я глубоко уверен в том, что люди нуждаются друг в друге, чтобы завершить работу.
57. Я обычно принимаю решение, особо не задумываясь.

58. Эмоции только создают проблемы.
59. Я люблю быть таким же, как другие.
60. Я не могу быстро прибавить пятнадцать к семнадцати.
61. Я примеряю свои новые идеи к людям.
62. Я верю в научный подход.
63. Я люблю, когда дело сделано.
64. Хорошие отношения необходимы.
65. Я импульсивен.
66. Я нормально воспринимаю различия в людях.
67. Общение с другими людьми значимо само по себе.
68. Люблю, когда меня интеллектуально стимулируют.
69. Я люблю организовывать что-либо.
70. Я часто перескакиваю с одного дела на другое.
71. Общение и работа совместно с другими людьми являются творческим процессом.
72. Самоактуализация является крайне важной для меня.
73. Мне очень нравится играть идеями.
74. Я не люблю попусту терять время.
75. Я люблю делать то, что у меня получается.
76. Взаимодействуя с другими, я учусь.
77. Абстракции интересны для меня.
78. Мне нравятся детали.
79. Я люблю кратко подвести итоги, прежде чем прийти к какому-либо умозаключению.
80. Я достаточно уверен в себе.

Обработка результатов.

Обведите те номера, на которые вы ответили положительно, и отметьте их в приведенной ниже таблице. Посчитайте количество баллов по каждому стилю (один положительный ответ равен 1 баллу). Тот стиль, по которому вы набрали наибольшее количество баллов (по одному стилю не может быть более 20 баллов), наиболее предпочтителен для вас.
Если вы набрали одинаковое количество баллов по двум стилям, значит, они оба присущи вам.

Ключ

Стиль 1: 1, 8, 9, 13, 17, 24, 26, 31, 33, 40, 41, 48, 50, 53, 57, 63, 65, 70, 74, 79.
Стиль 2: 2, 7, 10, 14, 18, 23, 25, 30, 34, 37, 42, 47, 51, 55, 58, 62, 66, 69, 75, 78.
Стиль 3: 3, 6, 11, 15, 19, 22, 27, 29, 35, 38, 43, 46, 49, 56, 59, 64, 67, 71, 76, 80.
Стиль 4: 4, 5, 12, J6, 20, 21, 28, 32, 36, 39, 44, 45, 52, 54, 60, 61, 68, 72, 73, 77.

Интерпретация результатов

Стиль 1 — ориентация на действие. Характерно обсуждение результатов, конкретных вопросов, поведения, ответственности, опыта, достижений, решений. Люди, владеющие этим стилем, прагматичны, прямолинейны, решительны, легко переключаются с одного вопроса на другой.

Стиль 2 — ориентация на процесс. Характерно обсуждение фактов, процедурных вопросов, планирования, организации, контролирования, деталей. Человек, владеющий этим стилем, ориентирован на систематичность, последовательность, тщательность. Он честен, многословен и мало эмоционален.

Стиль 3 ориентация на людей. Характерно обсуждение человеческих нужд, мотивов, чувств, «духа работы в команде», понимания, сотрудничества. Люди этого стиля эмоциональны, чувствительны, умеют сопереживать окружающим.

Стиль 4 — ориентация на перспективу, на будущее. Людям этого стиля присуще обсуждение концепций, больших планов, нововведений, различных вопросов, новых методов, альтернатив. Они обладают хорошим воображением, полны идей, но мало реалистичны и порой их сложно понять.

Задания:

а) На основе самодиагностики определите стиль делового общения
б) Дайте обоснование рекомендаций по совершенствованию делового общения.

ПОДГОТОВКА РЕФЕРАТА

Общая характеристика реферата

Написание реферата практикуется в учебном процессе в целях приобретения магистрантом необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов и т. п. С помощью реферата магистрант может глубже постигать наиболее сложные проблемы дисциплины, учится лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда.

Реферат является первой ступенью на пути освоения навыков проведения научно-исследовательской работы. В «Толковом словаре русского языка» дается следующее определение: «**реферат** – краткое изложение содержания книги, статьи, исследования, а также доклад с таким изложением».

Различают два вида реферата:

- *репродуктивный* – воспроизводит содержание первичного текста в форме реферата-конспекта или реферата-резюме. В реферате-конспекте содержится фактическая информация в обобщённом виде, иллюстрированный материал, различные сведения о методах исследования, результатах исследования и возможностях их применения. В реферате-резюме содержатся только основные положения данной темы;
- *продуктивный* – содержит творческое или критическое осмысление реферируемого источника и оформляются в форме реферата-доклада или реферата-обзора. В реферате-докладе, наряду с анализом информации первоисточника, дается объективная оценка проблемы, и он имеет развёрнутый характер. Реферат-обзор составляется на основе нескольких источников и в нем сопоставляются различные точки зрения по исследуемой проблеме.

Магистрант для изложения материала должен выбрать продуктивный вид реферата.

Выбор темы реферата

Магистранту предоставляется право выбора темы реферата из рекомендованного преподавателем дисциплины списка. Выбор темы должен быть осознанным и обоснованным с точки зрения познавательных интересов автора, а также полноты освещения темы в имеющейся научной литературе.

Если интересующая тема отсутствует в рекомендованном списке, то по согласованию с преподавателем магистранту предоставляется право самостоятельно предложить тему реферата, раскрывающую содержание изучаемой дисциплины. Тема не должна быть слишком общей и глобальной, так как небольшой объем работы (до 20-25 страниц без учёта приложений) не позволит раскрыть ее.

Начинать знакомство с избранной темой лучше всего с чтения обобщающих работ по данной проблеме, постепенно переходя к узкоспециальной литературе. При этом следует сразу же составлять библиографические выходные данные используемых источников (автор, название, место и год издания, издательство, страницы).

На основе анализа прочитанного и просмотренного материала по данной теме следует составить тезисы по основным смысловым блокам, с пометками, собственными суждениями и оценками. Предварительно подобранный в литературных источниках материал может превышать необходимый объем реферата.

Формулирование цели и составление плана реферата

Выбрав тему реферата и изучив литературу, необходимо сформулировать цель работы и составить план реферата.

Цель – это осознаваемый образ предвосхищаемого результата. Возможно, формулировка цели в ходе работы будет меняться, но изначально следует ее обозначить, чтобы ориентироваться на нее в ходе исследования. Формулирование цели реферата рекомендуется осуществлять при помощи глаголов: исследовать, изучить, проанализировать, систематизировать, осветить, изложить (представления, сведения), создать, рассмотреть, обобщить и т. д.

Определяясь с целью дальнейшей работы, параллельно необходимо думать над составлением плана, при этом четко соотносить цель и план работы. Правильно построенный план помогает систематизировать материал и обеспечить последовательность его изложения.

Наиболее традиционной является следующая **структура реферата**:

Титульный лист.

Оглавление (план, содержание).

Введение.

1. (полное наименование главы).
   1.1. (полное название параграфа, пункта);
   1.2. (полное название параграфа, пункта).
2. (полное наименование главы).
   2.1. (полное название параграфа, пункта);
   2.2. (полное название параграфа, пункта).

Основная часть

Заключение (выводы).

Библиография (список использованной литературы).

Приложения (по усмотрению автора).

Титульный лист оформляется в соответствии с Приложением.

Оглавление (план, содержание) включает названия всех глав и параграфов (пунктов плана) реферата и номера страниц, указывающие их начало в тексте реферата.

Введение. В этой части реферата обосновывается актуальность выбранной темы, формулируются цель и задачи работы, указываются используемые материалы и дается их краткая характеристика с точки зрения

полноты освещения избранной темы. Объем введения не должен превышать 1-1,5 страницы.

Основная часть реферата может быть представлена двумя или тремя главами, которые могут включать 2-3 параграфа (пункта).

Здесь достаточно полно и логично излагаются главные положения в используемых источниках, раскрываются все пункты плана с сохранением связи между ними и последовательности перехода от одного к другому.

Автор должен следить за тем, чтобы изложение материала точно соответствовало цели и названию главы (параграфа). Материал в реферате рекомендуется излагать своими словами, не допуская дословного переписывания из литературных источников. В тексте обязательны ссылки на первоисточники, т. е. на тех авторов, у которых взят данный материал в виде мысли, идеи, вывода, числовых данных, таблиц, графиков, иллюстраций и пр.

Работа должна быть написана грамотным литературным языком. Сокращение слов в тексте не допускается, кроме общеизвестных сокращений и аббревиатуры. Каждый раздел рекомендуется заканчивать кратким выводом.

Заключение (выводы). В этой части обобщается изложенный в основной части материал, формулируются общие выводы, указывается, что нового лично для себя вынес автор реферата из работы над ним. Выводы делаются с учетом опубликованных в литературе различных точек зрения по проблеме рассматриваемой в реферате, сопоставления их и личного мнения автора реферата. Заключение по объему не должно превышать 1,5-2 страниц.

Библиография (список использованной литературы) – здесь указывается реально использованная для написания реферата литература, периодические издания и электронные источники информации. Список составляется согласно правилам библиографического описания.

Приложения могут включать графики, таблицы, расчеты.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА

Общие требования к оформлению реферата

Рефераты по дисциплинам магистратуры направления подготовки 38.04.02 – «Менеджмент», как правило, требуют изучения и анализа значительного объема статистического материала, формул, графиков и т. п. В силу этого особое значение приобретает правильное оформление результатов проделанной работы.

Текст реферата должен быть подготовлен в печатном виде. Исправления и помарки не допускаются. Текст работы оформляется на листах формата А4, на одной стороне листа, с полями: левое – 25 мм, верхнее – 20 мм, правое – 15 мм и нижнее – 25 мм. При компьютерном наборе шрифт должен быть таким: тип шрифта Times New Roman, кегль 14, междустрочный интервал 1,5.

Рекомендуемый объем реферата – не менее 20 страниц. Титульный лист реферата оформляется магистрантом по образцу, данному в приложении 1.

Текст реферата должен быть разбит на разделы: главы, параграфы и т. д. Очередной раздел нужно начинать с нового листа.

Все страницы реферата должны быть пронумерованы. Номер страницы ставится снизу страницы, по центру. Первой страницей является титульный лист, но на ней номер страницы не ставится.

Таблицы

Таблицы по содержанию делятся на аналитические и неаналитические. Аналитические таблицы являются результатом обработки и анализа цифровых показателей. Как правило, после таких таблиц делается обобщение, которое вводится в текст словами: «таблица позволяет сделать вывод о том, что…», «таблица позволяет заключить, что…» и т. п.

В неаналитических таблицах обычно помещаются необработанные статистические данные, необходимые лишь для информации и констатации фактов.

Таблицы размещают после первого упоминания о них в тексте таким образом, чтобы их можно было читать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке.

Каждая таблица должна иметь нумерационный и тематический заголовок. Тематический заголовок располагается по центру таблицы, после нумерационного, размещённого в правой стороне листа и включающего надпись «Таблица» с указанием арабскими цифрами номера таблицы. Нумерация таблиц сквозная в пределах каждой главы. Номер таблицы состоит из двух цифр: первая указывает на номер главы, вторая – на номер таблицы в главе по порядку (например: «Таблица 2.2» – это значит, что представленная таблица вторая во второй главе).

Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим. В одной графе количество десятичных знаков должно быть одинаковым. Если данные отсутствуют, то в графах ставят знак тире. Округление числовых значений величин до первого, второго и т. д. десятичного знака для различных значений одного и того же наименования показателя должно быть одинаковым.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другую страницу, при этом заголовок таблицы помещают только над ее первой частью, а над переносимой частью пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы». Если в работе несколько таблиц, то после слов «Продолжение» или «Окончание» указывают номер таблицы, а само слово «таблица» пишут сокращенно, например: «Продолжение табл. 1.1», «Окончание табл. 1.1».

На все таблицы в тексте курсовой работы должны быть даны ссылки с указанием их порядкового номера, например: «…в табл. 2.2».

Формулы

Формулы – это комбинации математических знаков, выражающие какие-либо предложения.

Формулы, приводимые в реферате, должны быть наглядными, а обозначения, применяемые в них, соответствовать стандартам.

Пояснения значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой, в той последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента дается с новой строки. Первую строку объяснения начинают со слова «где» без двоеточия после него.

Формулы и уравнения следует выделять из текста свободными строками. Если уравнение не умещается в одну строку, оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знака (+), минус (–), умножения (х) и деления (:).

Формулы нумеруют арабскими цифрами в пределах всей курсовой работы (реферата) или главы. В пределах реферата используют нумерацию формул одинарную, в пределах главы – двойную. Номер указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках.

В тексте ссылки на формулы приводятся с указанием их порядковых номеров, например: «…в формуле (2.2)» (второй формуле второй главы).

Иллюстрации

Иллюстрации позволяют наглядно представить явление или предмет такими, какими мы их зрительно воспринимаем, но без лишних деталей и подробностей.

Основными видами иллюстраций являются схемы, диаграммы и графики.

Схема – это изображение, передающее обычно с помощью условных обозначений и без соблюдения масштаба основную идею какого-либо устройства, предмета, сооружения или процесса и показывающее взаимосвязь их главных элементов.

Диаграмма – один из способов изображения зависимости между величинами. Наибольшее распространение получили линейные, столбиковые и секторные диаграммы.

Для построения линейных диаграмм используется координатное поле. По горизонтальной оси в изображенном масштабе откладывается время или факториальные признаки, на вертикальной – показатели на определенный момент (период) времени или размеры результативного независимого признака. Вершины ординат соединяются отрезками – в результате получается ломаная линия.

На столбиковых диаграммах данные изображаются в виде прямоугольников (столбиков) одинаковой ширины, расположенных вертикально или горизонтально. Длина (высота) прямоугольников пропорциональна изображенным ими величинам.

Секторная диаграмма представляет собой круг, разделенный на секторы, величины которых пропорциональны величинам частей изображаемого явления.

График – это результат обработки числовых данных. Он представляет собой условные изображения величин и их соотношений через геометрические фигуры, точки и линии.

Количество иллюстраций в работе должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста.

Иллюстрации обозначаются словом «Рис.» и располагаются после первой ссылки на них в тексте так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота

работы или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации должны иметь номер и наименование, расположенные по центру, под ней. Иллюстрации нумеруются в пределах главы арабскими цифрами, например: «Рис. 1.1» (первый рисунок первой главы). Ссылки на иллюстрации в тексте реферата приводят с указанием их порядкового номера, например: «…на рис. 1.1».

При необходимости иллюстрации снабжаются поясняющими данными (подрисуночный текст).

Приложения

Приложение – это часть основного текста, которая имеет дополнительное (обычно справочное) значение, но, тем не менее, необходима для более полного освещения темы. По форме они могут представлять собой текст, таблицы, графики, карты. В приложении помещают вспомогательные материалы по рассматриваемой теме: инструкции, методики, положения, результаты промежуточных расчетов, типовые проекты, имеющие значительный объем, затрудняющий чтение и целостное восприятие текста. В этом случае в тексте приводятся основные выводы (результаты) и делается ссылка на приложение, содержащее соответствующую информацию. Каждое приложение должно начинаться с новой страницы. В правом верхнем углу листа пишут слово «Приложение» и указывают номер приложения. Если в реферате больше одного приложения, их нумеруют последовательно арабскими цифрами, например: «Приложение 1», «Приложение 2» и т. д.

Каждое приложение должно иметь заголовок, который помещают ниже слова «Приложение» над текстом приложения, по центру.

При ссылке на приложение в тексте реферата пишут сокращенно строчными буквами «прил.» и указывают номер приложения, например: «…в прил. 1».

Приложения оформляются как продолжение текстовой части реферата со сквозной нумерацией листов. Число страниц в приложении не лимитируется и не включается в общий объем страниц реферата.

Библиографический список

Библиографический список должен содержать перечень и описание только тех источников, которые были использованы при написании реферата.

В библиографическом списке должны быть представлены монографические издания отечественных и зарубежных авторов, материалы профессиональной периодической печати (экономических журналов, газет и еженедельников), законодательные и др. нормативно-правовые акты. При составлении списка необходимо обратить внимание на достижение оптимального соотношения между монографическими изданиями, характеризующими глубину теоретической подготовки автора, и периодикой, демонстрирующей владение современными экономическими данными.

Наиболее распространенным способом расположения наименований литературных источников является алфавитный. Работы одного автора перечисляются в алфавитном порядке их названий. Исследования на

иностранных языках помещаются в порядке латинского алфавита после исследований на русском языке.

Ниже приводятся примеры библиографических описаний использованных источников.

Статья одного, двух или трех авторов из журнала

Зотова Л. А., Еременко О. В. Инновации как объект государственного регулирования // Экономист. 2010. № 7. С. 17–19.

Статья из журнала, написанная более чем тремя авторами

Валютный курс и экономический рост / С. Ф. Алексашенко, А. А. Клепач, О. Ю. Осипова [и др.] // Вопросы экономики. 2010. № 8. С. 18–22.

Книга, написанная одним, двумя или тремя авторами

Иохин В. Я. Экономическая теория: учебник. М.: Юристъ, 2009. 178 с.

Книга, написанная более чем тремя авторами

Экономическая теория: учебник / В. Д. Камаев [и др.]. М.: ВЛАДОС, 2011. 143 с.

Сборники

Актуальные проблемы экономики и управления: сборник научных статей. Екатеринбург: УГГУ, 2010. Вып. 9. 146 с.

Статья из сборника

Данилов А. Г. Система ценообразования промышленного предприятия // Актуальные проблемы экономики и управления: сб. научных статей. Екатеринбург: УГГУ, 2010. Вып. 9. С. 107–113.

Статья из газеты

Крашаков А. С. Будет ли обвал рубля // Аргументы и факты. 2011. № 9. С. 3.

Библиографические ссылки

Библиографические ссылки требуется приводить при цитировании, заимствовании материалов из других источников, упоминании или анализе работ того или иного автора, а также при необходимости адресовать читателя к трудам, в которых рассматривался данный вопрос.

Ссылки должны быть затекстовыми, с указанием номера соответствующего источника (на который автор ссылается в работе) в соответствии с библиографическим списком и соответствующей страницы.

Пример оформления затекстовой ссылки

Ссылка в тексте: «При оценке стоимости земли необходимо учесть все возможности ее производственного использования» [17, С. 191].

В списке использованных источников:

17. *Борисов Е. Ф.* Основы экономики. М.: Юристъ, 2008. 308 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ РЕФЕРАТА

Необходимо заранее подготовить тезисы выступления (план-конспект).

Порядок защиты реферата.

1. Краткое сообщение, характеризующее цель и задачи работы, ее актуальность, полученные результаты, вывод и предложения.
2. Ответы магистранта на вопросы преподавателя.
3. Отзыв руководителя-консультанта о ходе выполнения работы.

Советы магистранту:

- Готовясь к защите реферата, вы должны вспомнить материал максимально подробно, и это должно найти отражение в схеме вашего ответа. Но тут же необходимо выделить главное, что наиболее важно для понимания материала в целом, иначе вы сможете проговорить все 15-20 минут и не раскрыть существа вопроса. Особенно строго следует отбирать примеры и иллюстрации.
- Вступление должно быть очень кратким – 1-2 фразы (если вы хотите подчеркнуть при этом важность и сложность данного вопроса, то не говорите, что он сложен и важен, а покажите его сложность и важность).
- Целесообразнее вначале показать свою схему раскрытия вопроса, а уж потом ее детализировать.
- Рассказывать будет легче, если вы представите себе, что объясняете материал очень способному и хорошо подготовленному человеку, который не знает именно этого раздела, и что при этом вам обязательно нужно доказать важность данного раздела и заинтересовать в его освоении.
- Строго следите за точностью своих выражений и правильностью употребления терминов.
- Не пытайтесь рассказать побольше за счет ускорения темпа, но и не мямлите.
- Не демонстрируйте излишнего волнения и не напрашивайтесь на сочувствие.
- Будьте особенно внимательны ко всем вопросам преподавателя, к малейшим его замечаниям. И уж ни в коем случае его не перебивайте!
- Не бойтесь дополнительных вопросов – чаще всего преподаватель использует их как один из способов помочь вам или сэкономить время. Если вас прервали, а при оценке ставят в вину пропуск важной части материала, не возмущайтесь, а покажите план своего ответа, где эта часть стоит несколько позже того, на чем вы были прерваны.
- Прежде чем отвечать на дополнительный вопрос, необходимо сначала правильно его понять. Для этого нужно хотя бы немного подумать, иногда переспросить, уточнить: правильно ли вы поняли поставленный вопрос. И при ответе следует соблюдать тот же принцип экономности мышления, а не высказывать без разбора все, что вы можете сказать.
- Будьте доброжелательны и тактичны, даже если к ответу вы не готовы (это вина не преподавателя, а ваша).

ТЕМЫ РЕФЕРАТА

1. Общение как социально-психологическая категория.
2. Коммуникативная культура в деловом общении.
3. Условия общения и причины коммуникативных неудач.
4. Роль невербальных компонентов в речевом общении.
5. Речевой этикет, его основные функции и правила.
6. Причины отступлений от норм в речи, типы речевых ошибок, пути их устранения и предупреждения.
7. Деловая беседа (цели, задачи, виды, структура).
8. Особенности телефонного разговора.
9. Новые тенденции в практике русского делового письма.
10. Культура дискутивно-полемической речи. Виды споров, приемы и уловки в споре
11. Основные правила эффективного общения.
12. Личность как субъект общения. Коммуникативная компетентность личности.
13. Конфликтное поведение и причины его возникновения в деструктивном взаимодействии.
14. Деловое общение и управление им.
15. Отношения сотрудничества и конфликта в представлениях российских работников.
16. Реформы в России и проблемы общения молодого поколения и работодателей.
17. Культура речи в деловом общении.
18. Содержание закона конгруэнтности и его роль в деловом общении.
19. Этика использования средств выразительности деловой речи.
20. Особенности речевого поведения.
21. Культура устной и письменной речи делового человека в современной России.
22. Вербальные конфликтогены в практике современного российского общества.
23. Этические нормы телефонного разговора.
24. Основные тенденции развития Российской деловой культуры.
25. Характеристика манипуляций в общении.
26. Приемы, стимулирующие общение и создание доверительных отношений.
27. Правила подготовки публичного выступления.
28. Правила подготовки и проведения деловой беседы.
29. Типология конфликтных личностей и способы общения с ними.
30. Этикет и имидж делового человека.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*Средства коммуникации в учебной и профессиональной деятельности*» 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 «*Средства коммуникации в учебной и профессиональной деятельности*».

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»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры УП
(протокол № 1 от 08.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Е. А. Беляева

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ФТД.В.03 ОСНОВЫ СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ И ПРАВОВЫХ ЗНАНИЙ

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Автор: Полянок О. В., к.пс.н., доцент

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2	Методические указания по подготовке к опросу	9
3	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	11
4	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	13
5	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	14
	Заключение	17
	Список использованных источников	18

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитияисследовательских умений;
- получения 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.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, 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 студентовonline 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 творческих работ и электронных презентаций и др.

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

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации[1]. Формально можновыделить следующиеэтапы:

- ознакомление студентовс текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.

---

[1] Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один- два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;

- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;
- время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода ***case-study***. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффектна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю; групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющихся в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

2. Методические указанияпо подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся 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.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой 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. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются дляосвещения 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[2].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубинаответа.
3. Сознательность ответа(учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложенияматериала (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. Своевременностьи эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использованиедополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

[2]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[3].

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. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

[3]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

3.Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помощь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;

- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

4.Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые

официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

5.Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям,

попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины, Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На

консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальным сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильнаяорганизация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическаясамостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестноевыполнение заданий;

3) выяснениеи уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368с.

2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа:http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДЕНЫ
На заседании кафедры ГлЗЧС
(протокол № 1 от 11.09.2025)
Заведующий кафедрой
_____ Л. А. Стороженко

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ФТД.В.04 ОСНОВЫ ВОЕННОЙ ПОДГОТОВКИ

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)
Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……3

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ……....5

2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ (ТЕМ) ДИСЦИПЛИНЫ ……..…5

3. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ОПРОСУ……...9

4. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ……...10

5. ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ…….....28

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ……31

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа в высшем учебном заведении - 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 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 специалиста 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 лекций, 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.

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 «*Основы военной подготовки*» обращают 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 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 «*Основы военной подготовки*» являются:

- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);

- подготовка к практическим занятиям (в т.ч. ответы на вопросы для самопроверки, подготовка к выполнению практических заданий);

- подготовка к зачету.

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В современных условиях подготовка граждан Российской Федерации к военной службе является приоритетным направлением государственной политики. Важнейшими вопросами образования на всех уровнях является воспитание любви к Родине, чувства патриотизма, готовности к защите Отечества.

Образовательная дисциплина «Основы военной подготовки» (далее – дисциплина) реализуется исходя из базовых принципов и направлений военной подготовки, дисциплина состоит из основных разделов военной подготовки, тем военно-политической и правовой подготовки.

Основной целью освоения дисциплины является получение знаний, умений и навыков, необходимых для становления обучающихся образовательных организаций высшего образования (далее – вуз) в качестве граждан способных и готовых к выполнению воинского долга и обязанности по защите своей Родины в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Задачами дисциплины «Основы военной подготовки» являются:

1) формирование у обучающихся понимания главных положений военной доктрины Российской Федерации, а также основ военного строительства и структуры Вооруженных Сил Российской Федерации (далее - ВС РФ);

2) формирование у обучающихся высокого общественного сознания и воинского долга;

3) воспитание дисциплинированности, высоких морально-психологических качеств личности гражданина – патриота;

4) освоение базовых знаний и формирование ключевых навыков военного дела;

5) раскрытие специфики деятельности различных категорий военнослужащих ВС РФ;

6) ознакомление с нормативными документами в области обеспечения обороны государства и прохождения военной службы;

7) формирование строевой подтянутости, уважительного отношения к воинским ритуалам и традициям, военной форме одежды;

8) изучение и принятие правил воинской вежливости;

9) овладение знаниями уставных норм и правил поведения военнослужащих.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ (ТЕМ) ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Общевоинские уставы Вооруженных Сил Российской Федерации

Тема 1. Общевоинские уставы Вооруженных Сил Российской Федерации, их основные требования и содержание.

Структура, требования и основное содержание общевоинских уставов. Права военнослужащих. Общие обязанности военнослужащих. Воинские звания. Единоначалие. Начальники и подчиненные. Старшие и младшие. Приказ и приказание. Порядок отдачи и выполнение приказа. Воинская вежливость и воинская дисциплина военнослужащих.

Тема 2. Внутренний порядок и суточный наряд.

Размещение военнослужащих. Распределение времени и внутренний порядок. Суточный наряд роты, его предназначение, состав.

Дневальный, дежурный по роте. Развод суточного наряда.

Тема 3. Общие положения Устава гарнизонной и караульной службы.

Общие положения Устава гарнизонной и караульной службы.

Обязанности разводящего, часового.

Раздел 2. Строевая подготовка

Тема 4. Строевые приемы и движение без оружия.

Строй и его элементы. Виды строя. Сигналы для управления строем. Команды и порядок их подачи. Обязанности командиров, военнослужащих перед построением и в строю. Строевой расчет. Строевая стойка. Выполнение команд: «Становись», «Равняйсь», «Смирно», «Вольно», «Заправиться». Повороты на месте. Строевой шаг. Движение строевым шагом. Движение строевым шагом в составе подразделения. Повороты в движении. Движение в составе взвода. Управление подразделением в движении.

Раздел 3. Огневая подготовка из стрелкового оружия

Тема 5. Основы, приемы и правила стрельбы из стрелкового оружия.

Требования безопасности при обращении со стрелковым оружием.

Требования безопасности при проведении занятий по огневой подготовке.

Приемы и правила стрельбы из стрелкового оружия.

Тема 6. Назначение, боевые свойства, материальная часть и применение стрелкового оружия, ручных противотанковых гранатометов и ручных гранат.

Назначение, состав, боевые свойства и порядок сборки разборки АК-74 и РПК-74.

Назначение, состав, боевые свойства и порядок сборки разборки пистолета ПМ.

Назначение, состав, боевые свойства РПГ-7.

Назначение, боевые свойства и материальная часть ручных гранат.

Сборка разборка пистолета ПМ и подготовка его к боевому применению.

Сборка разборка АК-74, РПК-74 и подготовка их к боевому применению.

Снаряжение магазинов и подготовка ручных гранат к боевому применению.

Тема 7. Выполнение упражнений учебных стрельб из стрелкового оружия.
Требования безопасности при организации и проведении стрельб из стрелкового оружия. Порядок выполнения упражнения учебных стрельб. Меры безопасности при проведении стрельб и проверка усвоения знаний и мер безопасности при обращении со стрелковым оружием. Выполнение норматива №1 курса стрельб из стрелкового оружия.

Раздел 4. Основы тактики общевойсковых подразделений

Тема 8. Вооруженные Силы Российской Федерации их состав и задачи.
Тактико-технические характеристики (ТТХ) основных образцов вооружения и техники ВС РФ. Вооруженные Силы Российской Федерации их состав и задачи. Назначение, структура мотострелковых и танковых подразделений сухопутных войск, их задачи в бою. Боевое предназначение входящих в них подразделений.
Тактико-технические характеристики основных образцов вооружения и техники ВС РФ.
Тема 9. Основы общевойскового боя.
Сущность современного общевойскового боя, его характеристики и виды. Способы ведения современного общевойскового боя и средства вооруженной борьбы.
Тема 10. Основы инженерного обеспечения.
Цели и основные задачи инженерного обеспечения частей и подразделений. Назначение, классификация инженерных боеприпасов, инженерных заграждений и их характеристики.
Полевые фортификационные сооружения: окоп, траншея, ход сообщения, укрытия, убежища.
Тема 11. Организация воинских частей и подразделений, вооружение, боевая техника вероятного противника.
Организация, вооружение, боевая техника подразделений мпб и тб армии США.
Организация, вооружение, боевая техника подразделений мпб и тб армии Германии.

Раздел 5. Радиационная, химическая и биологическая защита

Тема 12. Ядерное, химическое, биологическое, зажигательное оружие.
Ядерное оружие. Средства их применения. Поражающие факторы ядерного взрыва и их воздействие на организм человека, вооружение, технику и фортификационные сооружения.
Химическое оружие. Отравляющие вещества (ОВ), их назначение, классификация и воздействие на организм человека. Боевые состояния, средства применения, признаки применения ОВ, их стойкость на местности.
Биологическое оружие. Основные виды и поражающее действие.
Средства применения, внешние признаки применения.

Зажигательное оружие. Поражающие действия зажигательного оружия на личный состав, вооружение и военную технику, средства и способы защиты от него.

Тема 13. Радиационная, химическая и биологическая защита.

Цель, задачи и мероприятия РХБ защиты.

Мероприятия специальной обработки:

дегазация, дезактивация, дезинфекция, санитарная обработка.

Цели и порядок проведения частичной и полной специальной обработки.

Технические средства и приборы радиационной, химической и биологической защиты. Средства индивидуальной защиты и порядок их использования.

Подгонка и техническая проверка средств индивидуальной защиты.

Раздел 6. Военная топография

Тема 14. Местность как элемент боевой обстановки.

Измерения и ориентирование на местности без карты, движение по азимутам.

Местность как элемент боевой обстановки.

Способы ориентирования на местности без карты.

Способы измерения расстояний. Движение по азимутам.

Тема 15. Топографические карты и их чтение, подготовка к работе.

Определение координат объектов и целеуказания по карте.

Геометрическая сущность, классификация и назначение топографических карт.

Определение географических и прямоугольных координат объектов по карте.

Целеуказание по карте.

Раздел 7. Основы медицинского обеспечения

Тема 16. Медицинское обеспечение войск (сил), первая медицинская помощь при ранениях, травмах и особых случаях.

Медицинское обеспечение – как вид всестороннего обеспечения войск.

Обязанности и оснащение должностных лиц медицинской службы тактического звена в бою. Общие правила оказания самопомощи и взаимопомощи.

Первая помощь при ранениях и травмах.

Первая помощь при поражении отравляющими веществами, бактериологическими средствами. Содержание мероприятия доврачебной помощи.

Раздел 8. Военно-политическая подготовка

Тема 17. Россия в современном мире. Основные направления социально-экономического, политического и военно-технического развития страны.

Новые тенденции и особенности развития современных международных отношений.

Место и роль России в многополярном мире.

Основные направления социально-экономического, политического и военно-технического развития Российской Федерации.
Цели, задачи, направления и формы военно-политической работы в подразделении, требования руководящих документов.

Раздел 9. Правовая подготовка

Тема 18. Военная доктрина Российской Федерации. Законодательство Российской Федерации о прохождении военной службы.
Основные положения Военной доктрины Российской Федерации.
Правовая основа воинской обязанности и военной службы.
Понятие военной службы, ее виды и их характеристики.
Обязанности граждан по воинскому учету.

3. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ОПРОСУ

Раздел 3. Огневая подготовка из стрелкового оружия

1. Каковы виды стрелкового оружия
2. Какие бывают боеприпасы
3. Марки ручных гранат.

Раздел 4. Основы тактики общевойсковых подразделений

1. Из чего состоит организационно-штатная структура общевойсковых подразделений
2. Перечислите Тактико-технические характеристики (ТТХ) основных образцов вооружения и техники ВС РФ
3. Каковы основные факторы, определяющие характер, организацию и способы ведения современного общевойскового боя
4. Перечислите основные инженерно-технических мероприятия.
5. Какие знаете защитные сооружения.
6. Виды заграждений
7. На чем основывается полевое водоснабжение.
8. Каковы емкости РДВ
9. Назначение ТУФ-200
10. Назначение МТК
11. Перечислите ТТХ и ТТД вооружения и боевой техники армии США
12. Перечислите ТТХ и ТТД вооружения и боевой техники армии Германии

Раздел 5. Радиационная, химическая и биологическая защита

1. Общие сведения о ядерном оружии
2. Общие сведения о химическом оружии
3. Общие сведения о биологическом оружии
4. Каковы правила поведения и меры профилактики в условиях радиоактивного заражения
5. Каковы правила поведения и меры профилактики при применении отравляющих веществ

6. Каковы правила поведения и меры профилактики в условиях применения бактериальных средств
7. Какие знаете индивидуальные средства РХБ защиты
8. Каковы мероприятия радиационной, химической и биологической защиты?

Раздел 6. Военная топография

1. Каковы тактические свойства местности, их влияние на действия подразделений в боевой обстановке
2. Назначение, номенклатура и условные знаки топографических карт
3. Способы ориентирования на местности по карте и без карты
4. Что такое номенклатура топографических карт
5. Как задается координаты объекта
6. Уточнение координат по "улитке"

Раздел 8. Военно-политическая подготовка

1. Каковы тенденции и особенности развития современных международных отношений, место и роль России в многополярном мире, основные направления социально-экономического, политического и военно-технического развития страны, основные положения Военной доктрины РФ
2. Правовое положение и порядок прохождения военной службы.

Раздел 9. Правовая подготовка

1. Что значит нормативно-правовой акт
2. Чем определяется порядок прохождения военной службы

4. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Кем утверждаются ОВУ?
- Вариант ответа
Государственной Думой
- Вариант ответа
Правительством РФ
- Вариант ответа
Федеральным собранием РФ
- Вариант ответа
Президентом РФ

2. Кем присваивается первое офицерское звание?
- Вариант ответа
Мин. Обороны РФ
- Вариант ответа
Президентом РФ
- Вариант ответа
Правительством РФ
- Вариант ответа
Командующим ВВО

- Вариант ответа
Командиром в/ч

3. К какому виду ответственности могут быть привлечены офицеры запаса за уклонение от призыва на действительную в/службу?
- Вариант ответа
моральной
- Вариант ответа
нравственной
- Вариант ответа
административной
- Вариант ответа
уголовной
- Вариант ответа
общественной

4. На чем основываются взаимоотношения между военнослужащими?
- Вариант ответа
на дружбе
- Вариант ответа
на чувстве взаимного уважения
- Вариант ответа
на товариществе
- Вариант ответа
на любви
- Вариант ответа
на вере в силу армии РФ

5. Какое минимальное количество часов отдыха разрешено военнослужащим согласно распорядку дня?
- Вариант ответа
не > 10
- Вариант ответа
не < 8
- Вариант ответа
не > 8
- Вариант ответа
не > 6
- Вариант ответа
не < 6

6. Какое минимальное количество унитазов (очек) должно быть в подразделении (роте)?
- Вариант ответа

не < 15 шт
- Вариант ответа
1 на 30 чел
- Вариант ответа
не > 20 шт
- Вариант ответа
1 на 20 чел
- Вариант ответа
1 на 10-12 чел

7. Сколько должно быть умывальников для умывания в подразделении (роте)?
- Вариант ответа
1 на 5-7 чел
- Вариант ответа
не > 10 шт
- Вариант ответа
не < 10 шт
- Вариант ответа
1 на 10 чел
- Вариант ответа
1 на 8-9 чел

8. Сколько форм одежды для проведения утренней физзарядки?
- Вариант ответа
1
- Вариант ответа
2
- Вариант ответа
3
- Вариант ответа
6
- Вариант ответа
5

9. На чем основывается воинская дисциплина?
- Вариант ответа
на чувстве ответственности за порученное дело
- Вариант ответа
на страхе перед командиром
- Вариант ответа
на осознании каждым в/с воинского долга и личной ответственности за защиту своего Отечества, на его беззаветной преданности своему народу
- Вариант ответа
на взаимном уважении военнослужащих

- Вариант ответа
на чувстве преданности Родине

10. Какие поощрения могут применяться к младшим офицерам?
- Вариант ответа
внеочередной отпуск до 10 суток
- Вариант ответа
увольнение
- Вариант ответа
благодарность, награждение грамотой, присвоение внеочередного воинского звания
- Вариант ответа
фотографированием у развернутого б/знамени части
- Вариант ответа
награждение путевкой в санаторий

11. Какие взыскания могут накладываться на мл. офицеров?
- Вариант ответа
до 3 нарядов вне очереди на службу
- Вариант ответа
лишение увольнения
- Вариант ответа
арест с содержанием на г/вахте
- Вариант ответа
отлучение от офицерского собрания
- Вариант ответа
выговор, строгий выговор, снятие с должности, понижение в в/звании

12. Каким взысканием может подвергнуться солдат, проходящий военную службу по призыву, за нарушение воинской дисциплины?
- Вариант ответа
арест с содержанием на г/вахте до 30 сут
- Вариант ответа
арест с содержанием на г/вахте до 20 сут
- Вариант ответа
лишение очередного отпуска на родину
- Вариант ответа
задержка в выплате денежного довольствия
- Вариант ответа
выговор, строгий выговор, лишение очередного увольнения, до 10 суток ареста с содержанием на г/вахте, лишением нагрудного знака отличника, снижением в должности в в/звании на одну ступень, с переводом на низшую должность, до 5 нарядов вне очереди на работу

13. Каким взысканиям может подвергаться КО за нарушения воинской дисциплины?
- Вариант ответа
снятие с должности, выговор, строгий выговор
- Вариант ответа
лишение в/звания «сержант»
- Вариант ответа
лишение очередного отпуска
- Вариант ответа
арест на г/вахту до 5 суток
- Вариант ответа
лишение денежного довольствия

14. Какие поощрения могут применяться к солдату?
- Вариант ответа
до 10 увольнений вне очереди
- Вариант ответа
снятие ранее наложенного взыскания, благодарность, награждение грамотой, ценным подарком, присвоение в/звания «ефрейтор», фотографированием у развернутого б/знамени
- Вариант ответа
до 15 суток кратковременного отпуска
- Вариант ответа
награждение боевым именным орудием
- Вариант ответа
выдача дополнительного продовольственного пайка

15. Обязанности КВ по отношению к подчиненным при их поощрении?
- Вариант ответа
присваивать в/звания «мл. сержант», «сержант», «ст. сержант»
- Вариант ответа
отправлять в отпуск на родину на срок до 10 сут
- Вариант ответа
объявлять благодарность, снятие ранее наложенного взыскания
- Вариант ответа
освобождать с г/вахты
- Вариант ответа
водить в чайную за свое денежное довольствие

16. Права КВ по отношению к подчиненным при применении дисциплинарных взысканий?
- Вариант ответа
арестовывать на срок до 3 суток
- Вариант ответа

лишать отпуска с выездом на Родину
- Вариант ответа
объявлять до 6 нарядов вне очереди
- Вариант ответа
объявлять выговор, стр. выговор, лишать очередного увольнения, объявлять до 4 нарядов вне очереди на работу
- Вариант ответа
лишать выдачи печенья и сахара вместо сигарет некурящим в/служащим

17. Чем вооружается наряд по роте?
- Вариант ответа
АК
- Вариант ответа
РПГ
- Вариант ответа
лопатами
- Вариант ответа
вениками
- Вариант ответа
штык-ножами

18. Основные задачи наряда по КПП
- Вариант ответа
открывать ворота КПП
- Вариант ответа
открывать и закрывать ворота КПП
- Вариант ответа
смотреть на проходящих мимо красивых девушек
- Вариант ответа
осуществлять строгий контрольно-пропускной режим в части
- Вариант ответа
пропускать только в/служащих и членов семей на территорию части

19. Основная задача наряда по роте
- Вариант ответа
никуда не сбегать
- Вариант ответа
мыть полы в спальных помещениях
- Вариант ответа
следить за соблюдением распорядка дня, сохранностью КДХО, имущества роты и личных вещей в/служащих
- Вариант ответа
находиться в роте
- Вариант ответа

убирать грязную посуду за л/с роты в столовой

20. Какие бывают парки в ВС РФ?
- Вариант ответа
зоопарки
- Вариант ответа
развлечений и отдыха
- Вариант ответа
постоянные и полевые
- Вариант ответа
аквапарки
- Вариант ответа
стационарные

21. Кто назначается в наряд по парку?
- Вариант ответа
дежурный и дневальный
- Вариант ответа
дежурный и водитель-механик дежурного тягача
- Вариант ответа
дежурный, дневальные и барабанщик
- Вариант ответа
дежурный, дневальные, механик-водитель дежурного тягача
- Вариант ответа
механик-водитель дежурного тягача и барабанщик

22. Состав суточного наряда при перевозках войск
- Вариант ответа
дежурный по эшелону, помощник, дежурные по вагонам и дневальные
- Вариант ответа
дежурные по вагонам, дневальные, барабанщик, фельдшер
- Вариант ответа
дежурный, горнист, фельдшер
- Вариант ответа
барабанщик и горнист
- Вариант ответа
дневальные

23. Сколько времени должно отводиться распорядком дня подготовки лиц суточного наряда
- Вариант ответа
не менее 3 ч
- Вариант ответа
не более 1 ч

- Вариант ответа
не менее 4 ч
- Вариант ответа
не более 1 ч
- Вариант ответа
не менее 30 мин

24. С какого момента караул переходит в подчинение дежурному по части
- Вариант ответа
после того, как помощник дежурного по части дает команду ”равнение на –…“ и “смирно” и докладывает дежурному по воинской части
- Вариант ответа
при выходе дежурного по части на строевой плац
- Вариант ответа
когда дежурный по части выдает пароль
- Вариант ответа
при докладе о смене караулов
- Вариант ответа
при первом прибытии в караул дежурного по части

25. С чего начинается прием дежурства дежурным по роте
- Вариант ответа
со счета кроватей в подразделении
- Вариант ответа
со счета тумбочек в подразделении
- Вариант ответа
с проверки количества оружия и его качественного состояния
- Вариант ответа
с перекура
- Вариант ответа
с убытием на улицу

26. Кто инструктирует дежурного по парку
- Вариант ответа
командир части
- Вариант ответа
начальник штаба в/ч
- Вариант ответа
начальник штаба батальона
- Вариант ответа
командиром батальона
- Вариант ответа
заместителем командира части по вооружению

27. Что не должен принимать дежурный по парку
- Вариант ответа
объекты, охраняемые внутренним караулом
- Вариант ответа
количество деревьев на территории парка
- Вариант ответа
количество автомобильной техники в/ч
- Вариант ответа
состояние деж. тягача
- Вариант ответа
количество и состояние оттисков печатей на хранилищах с техникой

28. Где должно храниться оружие в подразделении
- Вариант ответа
под кроватями
- Вариант ответа
под подушками
- Вариант ответа
за тумбочками
- Вариант ответа
в каптерке
- Вариант ответа
в комнате для хранения оружия, в пирамидах

29. У кого должны храниться ключи от комнаты для хранения оружия
- Вариант ответа
у дежурного по роте
- Вариант ответа
у командира взвода
- Вариант ответа
у командира батальона
- Вариант ответа
у командира роты
- Вариант ответа
у дежурного по части

30. Кто дает разрешение на вскрытие комнате для хранения оружия
- Вариант ответа
старшина роты
- Вариант ответа
командир взвода
- Вариант ответа
заместитель командира роты по воспитательной работе
- Вариант ответа

командир роты
- Вариант ответа
командир части

31. Чьими печатями должна опечатываться комната для хранения оружия
- Вариант ответа
командира части и командира роты
- Вариант ответа
командира роты и дежурного по роте
- Вариант ответа
дежурного по роте и дежурного по части
- Вариант ответа
старшины роты и командира роты
- Вариант ответа
командира роты и дежурного по части

Тесты по медицинской подготовке:

1. Объем первой медицинской помощи с динамическими (механическими) факторами поражения:
- Вариант ответа
временная остановка кровотечения, искусственное дыхание
- Вариант ответа
временная остановка наружного кровотечения, устранение асфиксии, искусственное дыхание, непрямой массаж сердца, введение обезболивающих средств, наложение асептических повязок, транспортная иммобилизация
- Вариант ответа
простейшие противошоковые мероприятия, временная остановка кровотечения, эвакуация
- Вариант ответа
закрытие ран повязками, иммобилизация конечностей табельными и подручными средствами

2. Методы временной остановки наружного кровотечения на месте поражения:
- Вариант ответа
наложение асептической повязки, пальцевое прижатие кровоточащего сосуда, давящая повязка, наложение жгута
- Вариант ответа
наложение кровоостанавливающего жгута, давящая повязка, тугая тампонада раны, форсированное сгибание конечности с последующей фиксацией, пальцевое прижатие кровоточащего сосуда
- Вариант ответа
давящая повязка, наложение жгута, наложение зажима на кровоточащий сосуд, форсированное сгибание конечности
- Вариант ответа

наложение зажима на кровоточащий сосуд, наложение асептической повязки

3. Объем первой медицинской помощи при проникающем ранении живота:
- Вариант ответа
при эвентрации вправление выпавших органов в брюшную полость, наложение асептической повязки на рану, эвакуация в положении лежа
- Вариант ответа
введение анальгетиков, теплое питье, асептическая повязка, эвакуация на носилках
- Вариант ответа
обезболивание, наложение асептической повязки, вынос из очага на носилках, эвакуация в первую очередь
- Вариант ответа
введение аналептиков, теплое питье, асептическая повязка, эвакуация на носилках

4. Первая медицинская помощь при повреждении таза и тазовых органов:
- Вариант ответа
инъекция спазмолитиков, наложение асептических повязок, щадящая эвакуация на носилках на спине, при подозрении на перелом таза - в положении лягушки
- Вариант ответа
инъекция промедола, наложение асептических повязок на раны, дача противобактериальных препаратов, эвакуация в положении лягушки
- Вариант ответа
инъекция морфина, наложение асептических повязок на раны, при кровотечении прием гомеостатических средств, эвакуация на носилках спиной вниз
- Вариант ответа
инъекция морфина, наложение асептических повязок на раны, при кровотечении прием гомеостатических средств, эвакуация на носилках лежа

5. Максимально допустимая длительность клинической смерти:
- Вариант ответа
1-2 минуты
- Вариант ответа
5-7 минут
- Вариант ответа
3-5 минут
- Вариант ответа
10-15 минут

6. Порядок реанимационных мероприятий одним человеком:
- Вариант ответа
2 вдувания + 30 компрессий
- Вариант ответа

1 вдувание + 5 компрессий
- Вариант ответа
3 вдувания + 10 компрессий
- Вариант ответа
5 вдуваний + 20 компрессий

7. Положение рук реаниматора при проведении непрямого массажа сердца:
- Вариант ответа
лучезапястные и локтевые суставы максимально разогнуты
- Вариант ответа
лучезапястные и локтевые суставы максимально согнуты
- Вариант ответа
локтевые суставы согнуты, лучезапястные – разогнуты
- Вариант ответа
локтевые суставы разогнуты, лучезапястные – согнуты

8. Темп непрямого массажа сердца должен составлять в минуту:
- Вариант ответа
5 сжатий
- Вариант ответа
12 сжатий
- Вариант ответа
20 сжатий
- Вариант ответа
100-110 сжатий

9. Реанимация это:
- Вариант ответа
раздел клинической медицины, изучающий терминальные состояния
- Вариант ответа
отделение многопрофильной больницы
- Вариант ответа
практические действия, направленные на восстановление жизнедеятельности
- Вариант ответа
раздел клинической медицины, изучающий термические состояния

10. Реанимация показана:
- Вариант ответа
в каждом случае смерти больного
- Вариант ответа
только при внезапной смерти молодых больных
- Вариант ответа
при внезапно развившихся терминальных состояниях
- Вариант ответа

только при внезапной смерти детей

11. Максимальная продолжительность клинической смерти в обычных условиях составляет:
- Вариант ответа
10-15 мин
- Вариант ответа
5-6 мин
- Вариант ответа
2-3 мин

12. Необходимыми условиями при проведении искусственной вентиляции легких являются:
- Вариант ответа
применение воздуховода
- Вариант ответа
достаточный объем вдуваемого воздуха
- Вариант ответа
валик под лопатками больного
- Вариант ответа
применение воздуховода

13. Первая медицинская помощь при сдавлении конечностей:
- Вариант ответа
новокаиновая блокада, транспортная иммобилизация, введение обезболивающих, сердечных, антигистаминных и противобактериальных средств, прием внутрь соды, ингаляции кислорода
- Вариант ответа
введение промедола, прием внутрь противобактериального средства, тугое бинтование придавленных конечностей от периферии к центру, охлаждение конечности, транспортная иммобилизация
- Вариант ответа
прием внутрь соды и утоление жажды, инъекция атропина, морфия, кофеина и димедрола
- Вариант ответа
иммобилизация транспортными шинами, быстрая эвакуация
личии у них травм позвоночника транспортируются в положении:
- Вариант ответа
на боку на обычных носилках
- Вариант ответа
на животе на обычных носилках
- Вариант ответа
на боку на щите
- Вариант ответа

на спине на щите

14. Шок – это:
- Вариант ответа
острая сердечная недостаточность
- Вариант ответа
острая сердечно-сосудистая недостаточность
- Вариант ответа
острое нарушение периферического кровообращения
- Вариант ответа
острая легочно-сердечная недостаточность

15. При болевом шоке первой развивается:
- Вариант ответа
торпидная фаза шока
- Вариант ответа
эректильная фаза шока
- Вариант ответа
фаза сопротивления
- Вариант ответа
фаза истощения

16. Первое действие при оказании ПМП при синдроме длительного сдавления:
- Вариант ответа
обезболить, наложить жгут
- Вариант ответа
освободить конечность
- Вариант ответа
наложить асептическую повязку
- Вариант ответа
транспортная иммобилизация

17. При сдавливании конечности в течение 4-7 часов возникает:
- Вариант ответа
легкая степень СДР
- Вариант ответа
тяжелая степень СДР
- Вариант ответа
крайне тяжелая степень СДР
- Вариант ответа
средняя степень СДР

18. Какая повязка накладывается при растяжении голеностопных связок:
- Вариант ответа

черепашья
- Вариант ответа
восьмиобразная
- Вариант ответа
уздечка
- Вариант ответа
Колосовидная

19. Какая повязка накладывается при ранениях волосистой части головы:
- Вариант ответа
Восьмиобразная
- Вариант ответа
Т-образная
- Вариант ответа
"Чепец"
- Вариант ответа
Уздечка

20. Какая повязка накладывается при обширных повреждениях груди:
- Вариант ответа
окклюзионная
- Вариант ответа
спиральная
- Вариант ответа
восьмиобразная
- Вариант ответа
Колосовидная

21. При повреждении плеча показана повязка:
- Вариант ответа
колосовидная
- Вариант ответа
восьмиобразная
- Вариант ответа
черепашья
- Вариант ответа
спиральная

22. При обширных отморожениях конечностей используют:
- Вариант ответа
рыцарскую перчатку
- Вариант ответа
варежку
- Вариант ответа

термоизолирующую повязку
- Вариант ответа
асептическую

23. Смешанное кровотечение:
- Вариант ответа
при одновременном ранении артерий и вен
- Вариант ответа
при ранениях вен и капилляров
- Вариант ответа
при ранении вен
- Вариант ответа
при ранении артерий

24. Первая медицинская помощь при ранении наружной сонной артерии:
- Вариант ответа
пальцевое ее прижатие
- Вариант ответа
прошивание раны
- Вариант ответа
наложение давящей повязки
- Вариант ответа
наложение стерильной повязки

25. Первая медицинская помощь при закрытых переломах костей конечностей:
- Вариант ответа
наложение транспортной шины
- Вариант ответа
транспортировка без транспортной иммобилизации
- Вариант ответа
транспортировка пешком
- Вариант ответа
транспортировка в «позе лягушки»

26. Мероприятия первой медицинской помощи, проводимые пострадавшему с ожогами:
- Вариант ответа
промывание ожоговой поверхности
- Вариант ответа
обезболивание
- Вариант ответа
инфузионная терапия
- Вариант ответа
наложение клеоловой повязки

27. Общие принципы неотложной помощи при отравлениях:
- Вариант ответа
вызывание рвоты различными методами, зондовое промывание желудка, стимуляция мочеотделения, удаление неабсорбированчых ядов,
- Вариант ответа
прекращение дальнейшего поступания яда в организм, применение антидота, восстановление и поддержание нарушенных функций организма, устранение отдельных симптомов интоксикации
- Вариант ответа
удаление неабсорбированных токсических веществ, форсированный диурез, гемодиализ, слабительные средства, гемоперфузия, полная санитарная обработка, применение антидота
- Вариант ответа
антибиотикотерапия, применение противосудорожных средств

28. Территория, на которой произошел выброс ядовитого вещества в окружающую среду и продолжается его испарение в атмосферу, называется:
- Вариант ответа
очагом экологического заражения
- Вариант ответа
очагом химического заражения
- Вариант ответа
зоной химического заражения
- Вариант ответа
зоной экологического заражения

29. Территория, подвергнутая воздействию паров ядовитого вещества, называется:
- Вариант ответа
очагом химического заражения
- Вариант ответа
зоной экологического заражения
- Вариант ответа
зоной химического заражения
- Вариант ответа
очагом экологического заражения

30. Промывание желудка при отравлениях кислотами и щелочами производится:
- Вариант ответа
после обезболивания рефлекторным методом
- Вариант ответа
противопоказано

- Вариант ответа
после обезболивания зондовым методом
- Вариант ответа
после обезболивания физиологическим методом

31. Промывание желудка при отравлениях кислотами и щелочами производится:
- Вариант ответа
нейтрализующими растворами
- Вариант ответа
холодной водой
- Вариант ответа
водой комнатной температуры
- Вариант ответа
теплой водой

32. Наиболее эффективно удаляется яд из желудка:
- Вариант ответа
холодной водой
- Вариант ответа
горячей водой
- Вариант ответа
при промывании рефлекторным методом
- Вариант ответа
при промывании зондовым методом

33. При наличии в атмосфере паров хлора необходимо перемещаться:
- Вариант ответа
в верхние этажи зданий
- Вариант ответа
на улицу
- Вариант ответа
в нижние этажи и подвалы
- Вариант ответа
на крышу

34. При наличии в атмосфере паров хлора дыхательные пути нужно защитить:
- Вариант ответа
ватно-марлевой повязкой, смоченной в растворе питьевой соды
- Вариант ответа
ватно-марлевой повязкой, смоченной в растворе уксусной кислоты
- Вариант ответа
ватно-марлевой повязкой, смоченной кипяченой водой
- Вариант ответа

сухой ватно-марлевой повязкой

35. Пары хлора и аммиака вызывают:
- Вариант ответа
возбуждение и эйфорию
- Вариант ответа
раздражение верхних дыхательных путей
- Вариант ответа
слезотечение
- Вариант ответа
Ларингоспазм

36. Способы защиты пищевых продуктов от заражения, загрязнения* при применении оружия массового поражения:
- Вариант ответа
герметизация складов и других хранилищ пищевых продуктов, дезинфекция
- Вариант ответа
автоклавирование посуды
- Вариант ответа
расфасовка пищевых продуктов в герметическую тару, строительство объектов пищевого надзора за городом, герметизация складов и других хранилищ пищевых продуктов
- Вариант ответа
ассредоточение пищевых продуктов и строительство объектов пищевого надзора за городом, кипячение

37. Средства обеззараживания воды в очагах массового поражения:
- Вариант ответа
гиперхлорирование (с последующим дехлорированием), кипячение, фильтрация, отстаивание, применение перекиси водорода, пергидроля, пантоцида
- Вариант ответа
хлорирование, фильтрация, применение перекиси водорода
- Вариант ответа
хлорирование, использование пергидроля, пантоцида
- Вариант ответа
кипячение, фильтрация, применение перекиси водорода

5. ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*Основы военной подготовки*» 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 ин-

формацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*Основы военной подготовки*».

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.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ

1. Каковы виды стрелкового оружия?
2. Какие бывают боеприпасы?
3. Назовите марки ручных гранат.
4. Из чего состоит организационно-штатная структура общевойсковых подразделений?
5. Перечислите Тактико-технические характеристики (ТТХ) основных образцов вооружения и техники ВС РФ.
6. Каковы основные факторы, определяющие характер, организацию и способы ведения современного общевойскового боя?
7. Перечислите основные инженерно-технических мероприятия.
8. Какие существуют защитные сооружения?
9. Какие бывают виды заграждений?
10. На чем основывается полевое водоснабжение?
11. Каковы емкости РДВ?

12. Назовите назначение ТУФ-200.
13. Назовите назначение МТК.
14. Перечислите ТТХ и ТТД вооружения и боевой техники армии США.
15. Перечислите ТТХ и ТТД вооружения и боевой техники армии Германии.
16. Перечислите общие сведения о ядерном оружии.
17. Перечислите общие сведения о химическом оружии
18. Перечислите общие сведения о биологическом оружии
19. Каковы правила поведения и меры профилактики в условиях радиоактивного заражения?
20. Каковы правила поведения и меры профилактики при применении отравляющих веществ?
21. Каковы правила поведения и меры профилактики в условиях применения бактериальных средств?
22. Какие существуют индивидуальные средства РХБ защиты?
23. Каковы мероприятия радиационной, химической и биологической защиты?
24. Каковы тактические свойства местности, их влияние на действия подразделений в боевой обстановке?
25. Опишите назначение, номенклатура и условные знаки топографических карт.
26. Назовите способы ориентирования на местности по карте и без карты.
27. Что такое номенклатура топографических карт?
28. Как задаются координаты объекта?
29. Что такое уточнение координат по "улитке"?
30. Каковы тенденции и особенности развития современных международных отношений?
31. Назовите место и роль России в многополярном мире.
32. Перечислите основные направления социально-экономического развития России.
33. Перечислите основные направления политического развития России.
34. Перечислите основные направления военно-технического развития России.
35. Какие существуют основные положения Военной доктрины РФ?
36. Назовите правовое положение и порядок прохождения военной службы.
37. Что значит нормативно-правовой акт?
38. Чем определяется порядок прохождения военной службы?
39. Назовите основные задачи укрепления безопасности страны.
40. Чем актуальны положения военной доктрины?
41. Перечислите основные тенденции развития военно-политической обстановки.
42. Какие существуют основные требования и категории военной доктрины России?
43. Как взаимосвязаны военная безопасность и жизненно важные интересы?

44. Напишите методологическое значение определения жизненно важных интересов.
45. Перечислите военно-политические основы военной доктрины РФ.
46. Перечислите военно-стратегические основы военной доктрины РФ.
47. Перечислите военно-экономические основы военной доктрины РФ.
48. Перечислите военно-технические основы военной доктрины РФ.
49. Назовите роль и место вооруженных сил в демократическом государстве.
50. Перечислите особенности гражданского контроля за вооруженными силами в демократических государствах.
51. Какие вы знаете особенности дисциплинарной практики?
52. Что такое «статус военнослужащего»?

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Общевоинские уставы Вооруженных сил Российской Федерации : курс лекций / составители В. А. Борисов, И. Е. Акулов, В. К. Фоменко. — Томск : Томский политехнический университет, 2019. — 87 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/106173.html (дата обращения: 25.04.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	Эл. ресурс
2	Основы огневой подготовки : учебное пособие / А. В. Рыжов, В. М. Коняев, С. В. Пожидаев, Д. В. Горденко. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 110 с. — ISBN 978-5-4497-1170-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/109245.html (дата обращения: 25.04.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: https://doi.org/10.23682/109245	Эл. ресурс
3	Огневая подготовка : учебное пособие / В. В. Белевцев, Д. В. Горденко, Д. Н. Резеньков, Е. В. Кособлик. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 132 с. — ISBN 978-5-4497-1289-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/109244.html (дата обращения: 25.04.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: https://doi.org/10.23682/109244	Эл. ресурс
4	Общевоенная подготовка. В 2 частях. Ч.1 : учебное пособие / А. Г. Борисов, К. В. Анистратенко, Е. Ю. Лубашев [и др.] ; под редакцией А. Г. Борисова. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2022. — 414 с. — ISBN 978-5-9275-4192-8 (ч.1), 978-5-9275-4191-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/127091.html (дата обращения: 25.04.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. -	Эл. ресурс
5	Общевоенная и тактическая подготовка : учебное пособие / С. А. Чеховский, В. Н. Алёшичев, А. С. Евтехов, С. К. Бушанский. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2021. — 280 с. — ISBN 978-5-7433-3472-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/124344.html (дата обращения: 25.04.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI:	Эл. ресурс

	https://doi.org/10.23682/124344	
6	Баранов, А. Р. Военная топография в служебно-боевой деятельности оперативных подразделений : учебник для курсантов и слушателей военных учебных заведений / А. Р. Баранов, Ю. Г. Маслак, В. И. Ягодинцев. — Москва : Академический проект, 2020. — 159 с. — ISBN 978-5-8291-2944-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/110047.html (дата обращения: 25.04.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.	Эл. ресурс
7	Оказание первой доврачебной помощи в образовательных организациях : учебно-методическое пособие / Ю. В. Азизова, С. К. Касимова, А. В. Трясучев [и др.]. — Астрахань : Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2020. — 70 с. — ISBN 978-5-9926-1188-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/108843.html (дата обращения: 25.04.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	Эл. ресурс
8	Маслова, Л. Ф. Первая помощь пострадавшим : учебное пособие / Л. Ф. Маслова. — Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2020. — 40 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/121690.html (дата обращения: 25.04.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	Эл. ресурс
9	Кутепов, В. А Тактическая подготовка. Радиационная, химическая и биологическая защита : учебное пособие / В. А Кутепов, А. Б. Адемченко, С. В Ковалев. — Омск : Омский государственный технический университет, 2017. — 226 с. — ISBN 978-5-8149-2523-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/78509.html (дата обращения: 25.04.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	Эл. ресурс
10	Техническое обеспечение средств радиационной, химической и биологической защиты : учебное пособие / А. В. Шаламов, С. Р. Ахметов, Н. Р. Минуллин [и др.]. — Казань : Издательство КНИТУ, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-7882-3135-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/129262.html (дата обращения: 25.04.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	Эл. ресурс
11	Боевой устав по подготовке и ведению общевойскового боя. Часть 2. Батальон, рота. — Саратов : Вузовское образование, 2023. — 286 с. — ISBN 978-5-4487-0918-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/127500.html (дата обращения: 23.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	Эл. ресурс
12	Боевой устав по подготовке и ведению общевойскового боя. Часть 3. Взвод, отделение, танк. — Саратов : Вузовское образование, 2023. — 224 с. — ISBN 978-5-4487-0917-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/127501.html (дата обращения: 23.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	Эл. ресурс
13	Баранов, А. Р. Тактико-специальная подготовка войскового разведчика внутренних войск : учебно-практическое пособие / А. Р. Баранов, Ю. Г. Маслак ; под редакцией Ю. Г. Маслак. — Москва : Академический Проект, Трикста, 2015. — 368 с. — ISBN 978-5-8291-1490-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/36874.html (дата обращения: 16.05.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	Эл. ресурс