

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.423.02,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ  
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 28.11.2024 № 14

**О присуждении Пенькову Павлу Михайловичу, гражданину  
Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.**

Диссертация «Повышение эффективности процесса центробежной сепарации на основе воздушной турбулизации пристеночного слоя и циркуляционно-накопительной технологии» по специальности 2.9.8 - «Обогащение полезных ископаемых» принята к защите 18.09.2024 (протокол заседания № 9) диссертационным советом 24.2.423.02, созданным на базе ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, утвержденным приказом Минобрнауки 12.10.2022 г. № 1194/нк.

Соискатель, Пеньков Павел Михайлович, 2 августа 1990 года рождения, в 2015 году окончил обучение в ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет» по специальности 130405.65 – «Обогащение полезных ископаемых» с присвоением квалификации «Горный инженер», в 2020 году окончил аспирантуру ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет» по направлению подготовки 21.06.01 – «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

Справка о сдаче кандидатских экзаменов по дисциплинам «Французский язык», «История и философия науки (история технических наук)», «Обогащение полезных ископаемых» выдана 10 июня 2024 г. ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет».

Соискатель работает в должности инженера на кафедре обогащения полезных ископаемых ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет».

Диссертация «Повышение эффективности процесса центробежной сепарации на основе воздушной турбулизации пристеночного слоя и циркуляционно-накопительной технологии» выполнена на кафедре обогащения полезных ископаемых ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Морозов Юрий Петрович, профессор кафедры обогащения полезных ископаемых ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет».

Официальные оппоненты:

Федотов Константин Вадимович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», кафедра «Обогащения полезных ископаемых и охрана окружающей среды имени С.Б. Леонова», заведующий кафедрой;

Ефремова Татьяна Александровна, кандидат технических наук, АО «Уралмеханобр» (г. Екатеринбург), лаборатория обогащения руд цветных металлов и техногенного сырья отдела обогащения (наука), старший научный сотрудник дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск в своем положительном отзыве, подписанным Гришиным Игорем Анатольевичем, кандидатом технических наук, заведующий кафедрой ГМД и ОПИ, Горловой Ольгой Евгеньевной, доктором технических наук, профессором кафедры ГМД и ОПИ и утвержденном Терентьевым Дмитрием Вячеславовичем, доктором технических наук, ректором ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», указала, что выбранная тема является актуальной, отметила научную новизну выводов и результатов, практическую значимость диссертационной работы, дала рекомендации по использованию результатов и выводов исследований.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных журналах опубликовано 4 работы и в 2 патентах РФ на изобретения.

#### Наиболее значимые работы

1. Морозов, Ю. П. Изучение возможностей повышения эффективности центробежной сепарации / Ю. П. Морозов, П. М. Пеньков // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2020. – № 3. – С. 80-86.

2. Морозов, Ю. П. Исследование способа повышения технологических показателей центробежной сепарации с пневматической турбулизацией / Ю. П. Морозов, П. М. Пеньков, В. Т. Дмитриев // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2020. – № 4. – С. 62-69.

3. Пеньков, П. М. Влияние вязкостного сопротивления на конечные скорости стесненного движения частиц / П. М. Пеньков, Ю. П. Морозов, С. А. Прокопьев // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2022. – № 11-1. – С. 119-126.

4. Пеньков, П. М. Совершенствование центробежной сепарации на основе пневматической турбулизации пристеночного слоя конуса сепаратора / П. М. Пеньков, Ю. П. Морозов, И. Х. Хамидулин // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2022. — № 12–1. — С. 120—133.

5. Пеньков, П. М. Исследование центробежной сепарации на искусственной смеси магнетита, вольфрама и кварца / П. М. Пеньков // Современные тенденции в области теории и практики добычи и переработки минерального и техногенного сырья: Материалы международной научно-практической конференции, приуроченной к 90-летию со дня основания института "Уралмеханобр", Екатеринбург, 06–08 ноября 2019 года. – Екатеринбург: ОАО "Уралмеханобр", 2019. – С. 189-191

6. Патент РФ №2690590, МПК В03В 7/00. Способ центробежной сепарации. Заявл. 09.08.2018, опубл. 04.06.2019 / Ю. П. Морозов, В. З. Козин, П. М. Пеньков, Е. А. Бекчурина. И. Х. Хамидулин.

7. Патент РФ №2799681, МПК В03В 5/34 В03В 7/00 Способ центробежной сепарации. Заявл. 18.11.2022, опубл. 10.07.2023 / Ю. П. Морозов, П. М. Пеньков, В. З. Козин, И. Х. Хамидулин.

8. Penkov, P. Separation of minerals in a centrifugal field using circulating concentration / P. Penkov, Y. Morozov // E3S Web of Conferences: 18, Ekaterinburg, 02–11 апреля 2020 года. – Ekaterinburg, 2020. – P. 01005. – DOI 10.1051/e3sconf/202017701005

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Д-р техн. наук, Кенжалиев Багдаулет Кенжалиевич, генеральный директор АО «Институт металлургии и обогащения», канд. техн. наук Абдыкирова Гульнар Жанузаковна, ведущий научный сотрудник лаборатории флотореагентов и обогащения АО «Институт металлургии и обогащения», г. Алматы.

– В таблице 7 стр. 15 по всей видимости допущены неточности в массовой доле золота либо в шлихе, либо в хвостах.

– К сожалению, в автореферате не приведен рациональный анализ на золото исходных продуктов и крупность золотин в них.

2. Д-р техн. наук, профессор Курков Александр Васильевич, главный научный сотрудник – советник ген. директора по технологии ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского» (ФГБУ «ВИМС»), г. Москва.

– В работе не нашел отражения вопрос влияния размера пузырьков воздуха при воздушной турбулизации пристеночного слоя на показатели центробежной сепарации.

– Какое максимальное содержание золота может быть получено при использовании накопительной технологии центробежной сепарации?

3. Канд. техн. наук, Мезенин Антон Олегович, руководитель отдела продаж НПК «Механобр-техника» (АО), г. Санкт-Петербург.

– Пояснить какой процент твердого содержится в сливе гидроциклона в схеме цепей аппаратов, расположенной на рисунке 7 автореферата?

– Какова крупность извлекаемого золота?

4. Д-р техн. наук, Битимбаев Марат Жакупович, главный научный сотрудник, РОО «Национальная инженерная Академия РК», г. Алматы.

– Выполнялись ли исследования по турбулизации пристеночного слоя центробежного сепаратора при более высоких давлениях воздуха?

– Требуется уточнения, где происходит смешивание воды и воздуха подаваемых из пневматического и гидравлического турбулизаторов?

5. Канд. техн. наук, Самусев Андрей Леонидович, старший научный сотрудник ФГБУН Институт проблем комплексного освоения недр им. Академика Н. В. Мельникова Российской академии наук, г. Москва.

– Вывод об «уменьшении плотности турбулизируемого материала» (стр.7) основывается только на установленных более низких, по сравнению с теоретическими, значениями давления воздуха необходимого для достижения одинаковой глубины турбулизации слоя при использовании воды, в связи с чем в работе хотелось бы видеть более подробное подтверждение снижения объемной плотности пристеночного слоя (теоретический расчет, экспериментальные данные).

– Из данных таблиц 7-10 трудно оценить вклад воздушной турбулизации в эффективность извлечения золота, поскольку сравнение ведется с режимом гидравлической турбулизации без циркуляционно-накопительной технологии.

– В таблице 8 автореферата данные в пунктах 3,4 целесообразно привести в виде «Количество золота в концентрате шлихового, т/год» и «Количество золота в концентрате после плавки, т/год»

– Оценивалось ли в работе влияние циркуляционно-накопительной технологии с воздушной турбулизацией на эффективность последующей

электрохимической хлоринации хвостов центробежной сепарации (в частности влияния содержания золота в хвостах гравитации)?

6. Д-р техн. наук, Кондратьев Сергей Александрович, главный научный сотрудник ИГД СО РАН, канд. техн. наук Семьянова Дина Владимировна научный сотрудник ИГД СО РАН, г. Новосибирск.

– В автореферате не приведены данные по сходимости результатов математического моделирования циркуляционно-накопительной технологии с данными натуральных испытаний процесса центробежной сепарации.

– В тексте отсутствует ссылка на рисунок 2.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высоким квалифицированным уровнем, наличием научных работ, опубликованных в рецензируемых научных журналах за последние 5 лет и связанных с темой диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработана** новая научная идея использования циркуляционно-накопительной технологии в центробежной сепарации;

**предложен** нестандартный подход использования в центробежной сепарации воздушной турбулизации пристеночного слоя конуса;

**доказана** эффективность использования воздушной турбулизации пристеночного слоя в центробежном сепараторе;

**введено** понятие циркуляционно-накопительной технологии в процессе центробежной сепарации.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

**доказаны** условия эффективного использования циркуляционно-накопительной технологии с воздушной турбулизацией пристеночного слоя центробежного сепаратора;

**применительно к проблематике диссертации результативно** использован комплекс существующих базовых методов исследования, в том

числе методов математической статистики, физического и математического моделирования;

**изложены** новые идеи совместного использования пневматической и гидравлической турбулизации пристеночного слоя конуса центробежного сепаратора;

**раскрыта** связь показателей обогащения с технологическими режимами циркуляционно-накопительной технологии в центробежной сепарации;

**изучены** условия получения высококачественного золотосодержащего концентрата при максимальном извлечении в него золота;

**проведена модернизация** турбулизаторов центробежного сепаратора и технологической схемы обогащения.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

**разработаны** технологические решения центробежной сепарации включающие воздушную турбулизацию пристеночного слоя и циркуляционно-накопительную технологию;

**определены** условия эффективного использования турбулизационной центробежной сепарации;

**создана** технология центробежной сепарации с воздушной турбулизацией пристеночного слоя конуса;

**представлены** рекомендации по получению богатого золотосодержащего концентрата при максимальном извлечении в него золота.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**для экспериментальных работ** результаты получены на сертифицированном оборудовании, показана воспроизводимость результатов исследований;

**теория построена** на известных, проверяемых данных, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

**идея базируется** на анализе и обобщении теории и практики центробежной сепарации обогащения золотосодержащих руд;

**использовано** сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

**установлено** качественное и количественное сравнение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

**использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации.

**Личный вклад соискателя** состоит в: непосредственном участии во всех этапах процесса диссертационного исследования; в определении цели и задачи исследования; разработке методики исследования; организации и непосредственном участии в выполнении исследований; анализе и обобщении полученных результатов; формулировании выводов и написании текстовой части публикаций и докладов; апробации результатов исследования на научных конференциях.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Следовало описать математически зависимости глубины турбулизации слоя кварца в воде.

2. Не рассмотрен критерий перехода из ламинарного режима в турбулентный.

3. Не представлена степень достоверности графиков.

Соискатель Пеньков П. М. ответил на замечание 2, согласился с замечаниями 1 и 3.

На заседании 28.11.2024 диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технико-технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, что соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, присудить Пенькову П. М. ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.8.9 – «Обогащение полезных ископаемых».



При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 5 докторов наук по специальности 2.8.9 – «Обогащение полезных ископаемых», участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель  
диссертационного совета

Лель Юрий Иванович

Учёный секретарь  
диссертационного совета

Пелевин Алексей Евгеньевич

28 ноября 2024 г.