

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д212.121.09,
созданного на базе федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Российский
государственный геологоразведочный университет имени Серго
Орджоникидзе» Министерства науки и высшего образования
Российской Федерации, по диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук.**

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 07.09.2022 № 2

**О присуждении Салахову Ильмиру Наильевичу, гражданину Российской
Федерации, ученой степени кандидата технических наук.**

Диссертация «Совершенствование технологии формирования штабеля на основе гидромеханизированного способа намыва для кучного выщелачивания» по специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)» принята к защите 25.05.2022 (протокол заседания №4/2022) диссертационным советом Д 212.121.09, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23, приказ № 254/нк от 28.02.2020 г.

Соискатель Салахов Ильмир Наильевич, 1994 года рождения, в 2018 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» по специальности 21.05.04 – «Горное дело». С 2018 по 2022 г. соискатель обучался в аспирантуре Российского государственного геологоразведочного

университета имени Серго Орджоникидзе по направлению подготовки 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)».

В период подготовки диссертации соискатель Салахов Ильмир Наильевич окончил очную аспирантуру по специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)», а также работал в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» в должности преподавателя кафедры геотехнологических способов и физических процессов горного производства.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», № 04-30/632 от 05.05.2022.

Диссертация выполнена на кафедре геотехнологических способов и физических процессов горного производства в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Дробаденко Валерий Павлович, профессор кафедры геотехнологических способов и физических процессов горного производства федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе».

Официальные оппоненты:

Багазеев Виктор Константинович, доктор технических наук по специальности 05.05.13 – «Открытая разработка месторождений полезных ископаемых», профессор, профессор кафедры горного дела федерального

государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный горный университет»,

Казаков Владимир Александрович, кандидат технических наук по специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)», доцент кафедры геотехнологии освоения недр федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Дали *положительные* отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск, в своем *положительном* отзыве, подписанном проректором по научной работе и инновационной деятельности, кандидатом технических наук Пузиным Владимиром Сергеевичем, указала, что диссертация Салахова Ильмира Наильевича является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические и технологические решения и разработки по формированию штабеля кучного выщелачивания гидромеханизированным способом, позволяющие интенсифицировать и увеличить эффективность процесса, что имеет существенное значение для расширения минерально-сырьевой базы, развития горнодобывающей отрасли страны. Диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная), а ее автор достоин присуждения ему искомой степени.

Соискатель имеет 13 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 13 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ. Общий объем публикаций составляет 5,07 п. л., вклад соискателя – 2,61.

В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Дробаденко В. П., Салахов И. Н. Особенности определения расходно-напорных характеристик грунтонасосов при работе на гидросмесьях различных плотности и грансостава // Недропользование XXI век. 2020. № 6 (89). С. 122-131.
2. Дробаденко В. П., Луконина О. А., Некоз К. С., Салахов И. Н. Повышение эффективности процесса гидротранспортирования путем контроля рациональных режимов работы грунтонасосов, измеряемых гидродинамическим расходомером переменного перепада давления // Недропользование XXI век. 2021. № 5-6 (92). С. 64-69.
3. Дробаденко В. П., Малухин Г. Н., Луконина О. А., Салахов И.Н. Современное состояние проблем освоения твердых минеральных ресурсов дна морей и океанов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 3-1. С. 99-109.
4. Маркелов С.В., Дробаденко В.П., Вильмис А.Л., Салахов И.Н. Насыщение рудных кусков технологическими растворами в процессе подземного и кучного выщелачивания // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 3-1. С. 307-317.
5. Дробаденко В. П., Салахов И. Н. Обоснование технологии сооружения штабелей кучного выщелачивания методом намыва гидротранспортными установками // Недропользование XXI век. 2022. №2. С. 22-29.

В других изданиях:

6. Салахов И. Н. Анализ технологий формирования штабелей минерального сырья для кучного выщелачивания // В сборнике: Новые идеи в науках о Земле. Материалы XV Международной научно-практической конференции. В 7-ми томах. Москва, 2021. С. 120-123.
7. Салахов И. Н. Технологические аспекты намыва штабеля кучного выщелачивания // В сборнике: Новые идеи в науках о Земле. Материалы XIV Международной научно-практической конференции: в 7-ми томах. 2019. С. 312-315.

8. Салахов И. Н. Анализ методов пересчета расходно-напорных и мощностных характеристик насосов с воды на гидросмесь // Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых. Материалы 14 Международной научной школы молодых ученых и специалистов. 2019. С. 168-170.
9. Салахов И. Н. Анализ способов формирования штабелей минерального сырья для кучного выщелачивания // Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых. Материалы 15 Международной научной школы молодых ученых и специалистов. 2021 С. 120-123.
10. Салахов И. Н., Дробаденко В.П. Обоснование применения землесоса ЗГМ-2М для намыва штабеля горной массы при кучном выщелачивании // В сборнике: Молодые - Наукам о Земле. Материалы IX Международной научной конференции молодых ученых. В 7-ми томах. Редколлегия: В.А. Косьянов, В.Ю. Керимов, В.В. Куликов. 2020. С. 277-280.
11. Дробаденко В. П., Вильмис А. Л., Луконина О. А., Салахов И. Н. Технология сооружения штабеля кучного выщелачивания средствами гидротранспортирования // В сборнике: Стратегия развития геологического исследования недр: настоящее и будущее (к 100-летию МГРИ–РГГРУ). Материалы Международной научно-практической конференции. В 7-ми томах. 2018. С. 30-32.
12. Маркелов С. В., Вильмис А. Л., Салахов И. Н. Локальное движение технологических растворов при насыщении рудных кусков в процессе выщелачивания // В книге: Новые идеи в науках о Земле. Материалы XIV Международной научно-практической конференции: в 7 томах. 2019. С. 56-58.
13. Дробаденко В. П., Малухин Г. Н., Салахов И. Н. К вопросу пересчета паспортных характеристик грунтонасосов с воды на гидросмесь // В книге: Новые идеи в науках о Земле. Материалы XIV Международной научно-практической конференции: в 7 томах. 2019. С. 178-181.

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов, все положительные. Среди них 6 отзывов с замечаниями:

Отзывы прислали:

1. Сержан Сергей Леонидович, кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических процессов и машин ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет» Отзыв на автореферат содержит оценку актуальности проблемы, основные практические результаты, новизну и значимость полученных результатов. Отмечается, что в работе обосновываются параметры гидротранспортирования, при которых достигается качественное формирование штабеля. Замечания: 1) Чем обусловлен выбор грунтового насоса ГрТ-1600125 и землесоса ЗГМ-2М для проведения тестирования при эксплуатации с целью получения реальных расходно-напорных характеристик? 2) При тестировании указанных насосов не представлено сведений о сроках их эксплуатации и степени износа основных элементов. В гидротранспортных установках перекачивающих пульпу высока степень и интенсивность гидроабразивного износа. Поэтому напорно-расходная характеристика может отличаться от заводской, в том числе из-за этого фактора. 3) В уравнение для пересчета расходно-напорной характеристики включен $K_{\text{попр}}$, который определен по экспериментальным данным и рекомендован для конкретной модели насоса, крупности твердого и концентрации. Т.е. для каждого вновь используемого насоса необходимо этот коэффициент определять экспериментально?

2. Авдеев Павел Борисович, доктор технических наук, профессор, декан горного факультета ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет». Отзыв содержит оценку актуальности исследования, практическую значимость, краткую характеристику работы. Отмечается, что диссертация является законченным научным исследованием, а текст автореферата достаточно полно отражает основные положения, актуальность, новизну и практическое значение. Замечание: в работе предлагается применять для намыва штабеля гидротранспортное оборудование, в т. ч. грунтонасос ГрТ-1600/25 и землесос ЗГМ-2М для чего разработана методика расчета их расходно-напорных характеристик. Следовало бы рассмотреть возможность применения методики для других грунтонасосных агрегатов.

3. Лушников Ярослав Владимирович, кандидат технических наук, главный инженер проекта ООО «Геотехпроект». В отзыве отмечается, что резервом для повышения количественных показателей извлечения являются технологии, связанные с подготовкой штабеля кучного выщелачивания, при его намыве, когда структура массива формируется однородной, вследствие чего повышается проницаемость. Дается оценка рассмотренному оборудованию, технологии и схемам формирования штабеля. Замечания: 1) не указывается в каких объемах в штабель укладывается порода, и какая технология намыва применяется в зависимости от грансостава (суглинки, песчано-гравелистые и другие). 2) не приводятся возможные производительности гидротранспортных устройств для намыва штабеля и их технические характеристики.

4. Протасов Сергей Иванович, кандидат технических наук, директор Новационной фирмы «КУЗБАСС-НИИОГР». В отзыве отражается актуальность работы, научная и практическая значимость. Отмечается, что исследования автора доведены до практической реализации. Замечания: 1) в автореферате отмечено, что в производственных условиях Сусуманского ГОКа определены расходно-напорные характеристики грунтонасоса ГрТ-1600/25 и землесоса ЗГМ-2М и разработаны собственные зависимости по их расчету, на основе методики ВНИИ Гидромаш, но будут ли эти вновь разработанные уравнения действительны для других месторождений и других типов землесосов. 2) в автореферате не отражена технология создания непроницаемого основания под рудный штабель для приема сгущённой гидросмеси.

5. Тальгамер Борис Леонидович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой разработки месторождений полезных ископаемых ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет». В отзыве рассматриваются преимущества технологии формирования штабеля гидромеханизированным способом в сравнении с традиционными способами, дается оценка научной новизны. Отмечается, что диссертация соответствует требованиям ВАК. Замечания: 1) из текста

автореферат не ясно, в какой степени уменьшается плотность намытой руды в штабеле по сравнению с отсыпанной традиционными способами (обычно плотность пород, уложенных гидронамывом более высокая) 2) в автореферате не указана область применения предлагаемых технологий, в т. ч. не приведен гранулометрический и минеральный состав складываемый в штабель руды.

6. Дьяченко Александр Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой химии и технологии радиоактивных элементов. Отмечается, что диссертация соответствует требованиям ВАК, а предлагаемая технология позволяет увеличить минерально-сырьевую базу страны. Замечание: в работе отсутствуют конкретные рекомендации автора при подборе гранулометрического состава пород для намыва штабеля

Отзывы без замечаний прислали:

7. Кириченко Юрий Васильевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры геологии и маркшейдерского дела ФГАОУ ВО «МИСиС», Горный институт. В отзыве отмечается, что полученные автором результаты являются новыми научными знаниями в горно-геологической отрасли. Достоверность теоретических и научно-практических результатов исследования подтверждается экспериментальными данными, представленными в работе. Замечание: в работе отсутствуют конкретные рекомендации автора при подборе гранулометрического состава пород для намыва штабеля

8. Семенова Ксения Михайловна, кандидат технических наук, специалист отдела оценки новых проектов Управления геологических исследований по зарубежным проектам. В отзыве отмечается, что предлагаемая технология формирования штабеля гидромеханизированным способом позволит повысить качество извлечения ценных компонентов. Дается оценка обоснованию параметров гидротранспортирования (удельный расход и концентрация гидросмеси), которые позволяют формировать разуплотнённую структуру и равномерно укладывать минеральные частицы по всему объёму массива.

На все поступившие замечания соискателем даны исчерпывающие ответы.

Выбор официальных оппонентов обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы, их компетентностью и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Выбор ведущей организации обосновывается широкой ее известностью своими научными достижениями в вопросах, касающихся исследований по открытой геотехнологии, включающих процессы гидротранспортирования, а также факторы, определяющие эффективность кучного выщелачивания.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработана научная концепция нового типа гидротехнического сооружения – намывного штабеля кучного выщелачивания с гидроизолирующим основанием, отличающимся от известных (намывных плотин, гидроотвалов и других) разуплотненной структурой массива и укладываемым определенными технологическими операциями и схемами с учетом морфологии рельефа местности.

Предложены две технологии формирования штабеля кучного выщелачивания: первая - предусматривает проведение процесса при подаче горной массы совместно с реагентом в гидротранспортную установку для намыва массива, исключая при этом технологическую операцию орошения, вторая – аналогичная процессу гидроотвалообразования, когда несущей средой твердого материала является напорный поток воды, образующий при выпуске намывной массив с последующей укладкой на его поверхности оросительных систем.

Доказана перспективность и эффективность формирования равномерной структуры намывного штабеля с повышенной проницаемостью

высоконасыщенными гидросмесями (30% и более по объему) и малыми расходами (скоростями) выпуска.

Введены термины: «растворонамыв», «намывной массив штабеля».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Доказаны экспериментально-аналитические взаимосвязи фильтрационного и скоростного режимов с распределением средневзвешенного диаметра намытых пород по всему объему штабеля, которые согласуются с техническими рекомендациями изложенными в литературе по оптимальным значениям коэффициентов фильтрации.

Применительно к проблематике диссертации разработан и результативно использован экспериментальный технологический многофункциональный гидрокомплекс для намыва, включающий загрузочный аппарат вихревого пульпоприготовления, оснащенный современной контрольно-измерительной аппаратурой.

Изложены методы тестирования грунтонасосов ГрТ-1600/25 и ЗГМ-2М в производственных условиях, результаты которых позволили оценить аналитически расходно-напорные характеристики и предложить оптимальную методику.

Раскрыты на основе анализа и составленной систематизации уравнений расходно-напорных характеристик грунтонасосов, их значительные количественные расхождения, что не позволяет установить рациональный режим их эксплуатации на повышенных концентрациях гидросмеси.

Изучен высокотурбулентный режим перемешивания раствора с рудной массой, позволяющий ликвидировать лимитирующие пленки внешней диффузии и инициирующий процессы внутренней диффузии в порах обрабатываемого материала в гидротранспортной системе при подаче сгущенной смеси в массив штабеля в фильтрационном режиме.

Проведена модернизация систематизации намывных гидротехнических сооружений, с включением в нее нового типа – намывного массива штабеля.

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

Определены перспективы использования полученных результатов для проектных организаций при разработке техногенных и небольших месторождений, забалансовых запасов и другого бедного минерального сырья.

Создана технология подготовки непроницаемого основания под штабель при подаче сгущенной гидросмеси со специальными кольматирующими добавками или реагентами, обеспечивающими быстрое твердение уложенного материала и надежное предохранение его от протечек.

разработаны и внедрены новые разделы в дисциплины учебного процесса, а также технологический многофункциональный гидрокомплекс для проведения лабораторных исследований и учебных практик.

Представлены рекомендации для эксплуатации грунтонасосов с оптимальными расходно-напорными характеристиками с повышенными концентрациями гидросмесей, определяемыми по предложенным уравнениям с аппроксимирующими коэффициентами, подтвержденными в производственных условиях, с погрешностью 1-3%.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использовалось современное сертифицированное оборудование научно-учебной лаборатории «новые гидротехнологии» кафедры геотехнологических способов и физических процессов горного производства – «Полифункциональная установка на основе использования кольцевых закрученных потоков (эффекта искусственного смерча) для гидротранспорта высоконасыщенных смесей на дальние расстояния, а также интенсификации массообменных процессов при извлечении ценных компонентов в гидрометаллургическом переделе (зарегистрирована Роснаукой, № 4-73);

теория построена с учетом гидродинамических факторов, присущих намывным сооружениям, приведенных в научной литературе зарубежных и

отечественных ученых и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации.

идея базируется на разработанном патенте РФ кафедрой геотехнологических способов и физических процессов горного производства МГРИ, а также на опыте проведения намыва плотин, гидроотвалов и других намывных гидротехнических сооружений, но отличается от них технологическим формированием разуплотненной структуры массива для повышенной проницаемости, а также равномерной и приемлемой фильтрационной способности по всему его объему

использованы экспериментальные данные опытно-промышленных исследований по намыву гидроотвалов, общим объемом более 360 тыс. м³, а также лабораторных исследований по намыву массива штабеля на разработанном гидродинамическом комплексе.

Установлена аналогичная достоверность результатов теоретических и экспериментальных исследований автора с результатами, полученными другими научными коллективами и отдельными исследователями;

Использованы современные методики сбора исходной информации и обработки экспериментальных данных математическими методами

Личный вклад соискателя состоит в:

обзоре, анализе и обобщении отечественного и зарубежного опыта в области формирования штабеля кучного выщелачивания и его фильтрационных характеристик; выполнении теоретических и экспериментальных исследований; обработке и интерпретации результатов опытно-промышленных и лабораторных исследований по формированию намываемых массивов; разработке контрольно-измерительного стенда для лабораторного многофункционального гидрокомплекса.

В ходе защиты диссертации критических замечаний не было высказано.

Соискатель Салахов Ильмир Наильевич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и в обоснование привел собственную аргументацию.

На заседании 07.09.2022 диссертационный совет принял решение за новые научно-обоснованные технические и технологические рекомендации по совершенствованию процесса кучного выщелачивания на основе формирования штабеля гидромеханизированным методом намыва, повышающие качественные и количественные показатели извлечения ценных компонентов, имеющие существенное значение для развития горно-геологической отрасли страны присудить Салахову Ильмиру Наильевичу ученую степень кандидата технических наук по научной специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 6 докторов наук по научной специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 12, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного
совета, докт. техн. наук, проф.

Ученый секретарь диссертационного
совета, докт. техн. наук



В. В. Куликов

А. Л. Вильмис

07.09.2022 г.