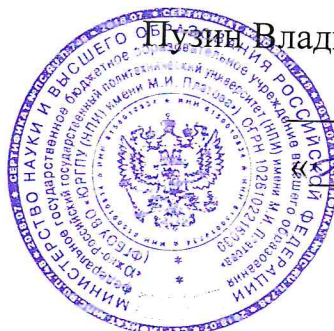


УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и
инновационной деятельности
ФГБОУ ВО "ЮРГПУ (НПИ) имени
М. И. Платова",
канд. техн. наук,

Гузин Владимир Сергеевич



« 06. 2022 г

О Т З Ы В

ведущей организации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» на диссертацию Салахова Ильмира Наильевича на тему «Совершенствование технологии формирования штабеля на основе гидромеханизированного способа намыва для кучного выщелачивания», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

Представленная на рассмотрение диссертация изложена на 139 страницах текста, состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературных источников из 119 наименований, содержит 14 таблиц и 51 рисунок.

Во введении к диссертации и автореферате в сжатой форме раскрывается актуальность избранной темы, степень ее разведанности, изложены цель и основная идея, сформулированы основные задачи исследования, научная новизна, практическая значимость работы, методы диссертационного исследова-

дования, положения, выносимые на защиту. Приведены данные об апробации работы и о публикационной активности соискателя. Позиции автора по всем указанным характеристикам диссертации изложены однозначно, что позволяет дать им соответствующую оценку в процессе рассмотрения.

Первая глава – вводная, написана на основании литературных данных. В ней отражены основные сведения по технологическим операциям кучного выщелачивания, рассматриваются и анализируются основные технические средства по формированию штабелей насыпным способом. Приводятся негативные факторы, возникающие при этом методе, а именно, уплотнение и слеживаемость формируемого массива сухойройным оборудованием, а также образование сегрегации, кольматации, консолидации. Акцентируется внимание на то, что они являются причиной снижения фильтрации и неравномерной проницаемости отсыпаемого штабеля, и как следствие понижение показателей извлечения полезных компонентов.

Во второй главе подчеркивается, что основным фактором гидромеханизированной укладки рудной массы в штабель, является намыв его сгущенной пульпой с объемной концентрацией от 20 % (оптимально более 30 %). Рассматриваются технологические условия для формирования и подачи концентрированной гидросмеси для намыва штабеля: загрузочные аппараты с использованием коаксиально-закрученных струй; пульпоприготовительные установки; безвакуумное устройство непрерывного действия и др. Особое внимание уделяется использованию грунтонасосных установок. Впервые систематизированы, известные в литературных источниках, уравнения пересчета расходно-напорных характеристик грунтонасосов с воды на гидросмесь. Проведен детальный анализ методов расчета и выявлены значительные расхождения полученных значений. Обоснован вывод о проведении тестирования землесоса ЗГМ-2М и грунтонасоса ГрТ-1600/25 в производственных условиях при гидромеханизированной разработке россыпного месторождения. В результате сравнения полученных фактических и расчетных значений расходно-напорных характеристик определена их оптимальная методика

расчета. Предложено использовать уравнение ВНИИ Гидромаш с предложенными автором аппроксимирующими коэффициентами, полученными в результате проведения тестирования с погрешностью 1-3 %.

В третьей главе, основываясь на результатах опытно-промышленных исследований по намыву гидроотвала при торцевом выпуске гидросмеси, выявлены зависимости неравномерного распределения гранулометрического состава твердых частиц по длине намывных отложений. Определены характеристики намывного массива (средневзвешенный диаметр, объемная плотность), оценивается фильтрационная способность в зависимости от параметров гидротранспортирования (удельного расхода и концентрации гидросмеси). Автор приходит к выводу о некачественном формировании массива штабеля кучного выщелачивания при этом способе формирования штабеля, из-за образования транзитных потоков пульпы с высокими скоростями, приводящих к продольному фракционированию по длине гидроотвала.

В четвертой главе исследуются параметры намывных отложений, формируемых рассредоточенным выпуском гидросмеси. Они базируются на результатах лабораторных исследований при работе загрузочного аппарата вихревого пульпоприготовления, новизна которого подтверждена отечественными и зарубежными патентами. Установлены зависимости плотности намывных пород от объемной концентрации и скоростей выпуска гидросмеси. В результате выявлена возможность регулирования режима гидротранспортирования с поддержанием оптимальных скоростей движения и повышенной концентрации гидросмеси при которой формируется разрыхленная структура массива штабеля по всему его объему.

В пятой главе обосновываются две технологические схемы намыва штабеля для кучного выщелачивания: одна – аналогичная традиционному процессу формирования гидроотвала, когда в качестве несущей жидкости используется вода, с последующей укладкой на его поверхности оросительных систем для выщелачивания (точечных, капельных, разбрызгивателей, устройства прудкового орошения); другая – предусматривает подачу раство-

ра реагента с рудной массой в систему загрузочный аппарат – трубопровод – массив штабеля. Эта технология ускоряет не только массообменные реакции при взаимодействии реагента с минеральными частицами, но и сокращает технологические операции – исключает применение оросительных систем.

В заключении диссертации приведены основные результаты работы, соответствующие содержанию исследования и поставленным задачам.

Предложенные автором решения аргументированы и оценены в сравнении с другими известными решениями.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Диссертация достаточно иллюстрирована практическими примерами, написана научно и технически грамотно, содержит доказательства сформулированных автором трех научных положений:

1. Структура массива штабеля формируется способом намыва высоконасыщенной твердыми частицами гидросмесью с объемной концентрацией более 30 % загрузочными аппаратами вихревого пульпоприготовления или грунтонасосами, расходно-напорные характеристики которых рассчитываются по методике ВНИИ Гидромаш, с установленными в работе корректирующими коэффициентами, а также другими гидротранспортными устройствами с учетом вакуумметрической высоты всасывания – подпором столба жидкости.

2. Разуплотненный намывной массив штабеля с приемлемой фильтрационной способностью и равномерной водопроницаемостью достигается регулированием режима гидротранспортирования (удельного расхода и объемной концентрации пульпы) и рассредоточенным выпуском гидросмеси с пониженными скоростями на карты (ярусы) намыва через распределительный пульповод, уложенный на эстакадах или гребне дамбы первичного или попутного обвалования.

3. Интенсификация технологии сооружения штабеля может осуществляться непосредственной загрузкой реагента с рудной массой в гидротранспортную установку, образующую активную рабочую среду, с повышенным массообменом в поточной технологической цепи: установка – трубопровод –

намывной массив; либо гидронамывом с дальнейшим использованием оросительных систем, причем выпуск высоконасыщенной гидросмеси в обоих вариантах осуществляется с чередованием на карты намыва в фильтрационном режиме.

1. Актуальность темы диссертации.

Актуальность выбранной темы диссертационной работы обусловлена истощением на многих месторождениях богатых по содержанию балансовых запасов, уменьшением содержания полезного компонента в руде и ухудшением качественного состава минерального сырья. В этих условиях возникает необходимость разработки новых технологий, позволяющих вовлекать в отработку дополнительное сырье, которым являются отходы горного и обогащенного производства, запасы бедных по содержанию полезного компонента, забалансовые руды. Применение физико-химической технологии кучного выщелачивания позволяет обрабатывать минеральное сырье, находящееся в отвалах карьеров, целиках, забалансовых запасах и небольших месторождениях. Она отличается относительно минимальными затратами и использованием достаточно простого оборудования для извлечения цветных и редких металлов. Однако, полнота извлечения полезного компонента, по сравнению с традиционными технологиями, недостаточно высока (~75 %). Одной из причин этого является сооружение штабелей для кучного выщелачивания насыпным способом, с использованием циклично-работающей сухойройной техникой, которая нередко приводит к уплотнению и слеживанию штабеля, снижению фильтрационных свойств и проницаемости сооружаемого массива для проникновения и контакта выщелачиваемого реагента с рудной массой.

В данной работе предлагается формировать штабель гидромеханизированным способом – намывом. Это обусловлено его известными преимуществами, прежде всего: поточностью технологического цикла; попутным обогащением транспортируемого материала; возможностью высокой степени

механизации и автоматизации процессов; малочисленным обслуживающим персоналом; экологичностью.

Однако, в отличие от известных намывных сооружений (плотин, гидротвалов), для которых по техническим условиям требуется уплотнение укладываемых пород, в данной работе рассматривается и обосновывается задача намыва штабеля для кучного выщелачивания с разуплотненной структурой массива на основе регулируемых параметров гидротранспортирования (удельного расхода и объемной концентрации гидросмеси).

Таким образом, решаемая в диссертационной работе научная задача, связанная с совершенствованием процесса кучного выщелачивания, является весьма актуальной и своевременной для развития отечественной промышленности.

2. Научная новизна полученных результатов исследования.

В работе обосновываются основные параметры трубопроводного транспорта, необходимые для формирования качественной структуры штабеля различными гидротранспортными установками в зависимости от рельефа местности:

- на основе впервые составленной систематизации и анализа всех известных отечественных и зарубежных методик расчета расходно-напорных характеристик и их сопоставления с фактическими данными, полученными при тестировании грунтонасосов в производственных условиях, установлены функциональные зависимости, определяемые обоснованной в работе методикой ВНИИ Гидромаш с аппроксимирующими коэффициентами и погрешностью 1-3%;
- выявлена количественная взаимосвязь скоростей выпуска гидросмеси, а также характеристик грансостава в виде средневзвешенного диаметра $d_{ср}$ и расчетных значений коэффициентов фильтрации K_f , изменяющихся от 1,1 до 36 м/сут, входящих в интервал показателей K_f , рекомендованных при кучном выщелачивании;

- установлены зависимости плотности намывных пород от объемной концентрации и скорости выпуска гидросмеси при рассредоточенном способе для формирования массива штабеля с разрыхленной структурой.

Научные результаты диссертации изложены в 13 работах, в том числе 5 – в изданиях, рецензируемых научных журналах (из перечня Минобрнауки России).

3. Обоснованность и достоверность работы.

Обоснованность полученных результатов подтверждается значительным объемом фактических данных, полученных автором при анализе:

- патентных исследований;
- отечественной и зарубежной литературы по кучному выщелачиванию и гидротранспортированию;
- опытно-промышленных исследований по намыву гидроотвалов;
- проведенных лабораторных экспериментов на оборудовании, оснащеном современной контрольно-измерительной аппаратурой.

Достоверность результатов исследований обеспечивается проведением необходимого объема теоретических и экспериментальных исследований, обработкой и интерпретацией результатов опытно-промышленных и лабораторных исследований.

4. Научная и практическая значимость.

Научная значимость заключается в разработке концепции намывного массива штабеля для кучного выщелачивания как специального типа гидротехнического сооружения, сформированного рассредоточенным намывом высоконасыщенной гидросмесью с объемной концентрацией >30%, обеспечивающего разуплотненную структуру массива с равномерной повышенной водопроницаемостью и приемлемой фильтрационной способностью по всему его объему.

Практическая значимость работы заключается в обосновании способа намыва штабеля для кучного выщелачивания как специального гидротехнического сооружения с гидроизолирующим основанием, уложенными определенными технологическими операциями и схемами с учетом морфологии рельефа местности.

Результаты исследований нашли применение в производственных условиях при гидротранспортировании хвостов обогащения на Верхне-Днепровском ГМК, Иршинском и Сусуманском ГОКах, а также на кафедре геотехнологических способов и физических процессов горного производства МГРИ при проведении лекционных занятий, выполнении лабораторных и практических работ по дисциплинам «Гидротранспорт и складирование горной массы» и «Скважинная геотехнология».

5. Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации.

Результаты диссертации рекомендуется использовать:

- проектным организация разработанные соискателем методические рекомендации пересчета расходно-напорных характеристик грунтонасосов с воды на гидросмесь;
- при разработке рудных месторождений России - поточную технологию сооружения штабеля для кучного выщелачивания растворонамывом при подаче реагента непосредственно в гидротранспортную установку и далее в пульповод с режимами движения гидросмеси.

6. Замечания по работе.

1. Не рассматриваются технологии намыва отложений в зависимости от гранулометрического состава пород (суглинки, песчано-гравелистые и другие).
2. Технология загрузки горной массы в гидротранспортную установку указана схематично. Не даются технологические элементы этой операции, не указывается тип предлагаемого оборудования.

3. Не даются возможные технические характеристики предлагаемых гидротранспортных установок (загрузочных аппаратов, ППУ, безвакуумного гидротранспортного устройства типа ГУБС и др.) предлагаемых для сооружения штабеля.

4. Отсутствуют выводы по первой главе.

5. Не рассматривается при каких уклонах намываемой поверхности производится сооружение массива штабеля.

6. В автореферате и диссертации ряд рисунков, таблиц и формул оформлены не по ГОСТу Р7.0.11-2011. Так, например, в автореферате (Рис. 6.1, формула на стр. 13) в диссертации (Рис. 1.8, Таблица 2.1., формула 2.1).

Указанные замечания не изменяют общую положительную оценку научно-квалификационной работы, так как не ставят под сомнение основные положения и выводы диссертации, а также научную и практическую значимость полученных И.Н. Салаховым результатов.

7. Заключение

Представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук диссертационная работа И.Н. Салахова «Совершенствование технологии формирования штабеля на основе гидромеханизированного способа намыва для кучного выщелачивания» является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки по формированию штабеля кучного выщелачивания, позволяющие увеличить эффективность процесса формирования штабеля для кучного выщелачивания, что имеет существенное значение для расширения минерально-сырьевой базы, развития горнодобывающей отрасли страны.

Название и содержание работы соответствуют паспорту научной специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

Диссертационная работа отвечает критериям Положения о присуждении ученых степеней (в том числе п.п. 9-14), предъявляемым к диссертациям

на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Салахов Ильмир Наильевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

Диссертационная работа Салахова Ильмира Наильевича рассмотрена, обсуждена и отзыв утвержден на заседании кафедры «Горное дело» (протокол № 11 от 21.06.2022 г.)

Доктор технических наук,
доцент, заведующий кафедрой
«Горное дело» ФГБОУ ВО
"ЮРГПУ (НПИ) имени М. И. Платова"



Белодедов Андрей
Алексеевич

Подпись Белодедова А.А. заверяю:

Ученый секретарь ученого совета
ЮРГПУ (НПИ)




Холодкова Н.Н.

Сведения:

Организация - федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова».

Почтовый адрес:

346428, Ростовская область, г. Новочеркасск, ул. Просвещения 132.

Электронная почта: v.puzin@srspu.ru.

Тел.: 8(863) 525-54-33