



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»  
д-р хим. наук, профессор

Р.А. Апакашев  
«29» 07 2022 г.

## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный горный университет» на диссертацию **Ватлиной Анны Михайловны** «Обоснование параметров и режимов работы насосного оборудования комплекса получения закладочных смесей из текущих хвостов обогащения», представленную на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 - Горные машины.

На отзыв представлена рукопись диссертации полным объемом 104 с., 43 рисунка, 4 таблицы, 2 приложения и список литературы из 107 наименований. Работа содержит введение, четыре главы, заключение и приложение. Автореферат диссертации на 20 с.

### 1. Актуальность темы диссертации

Освоение технологий с закладкой позволяет повысить полноту и качество извлечения запасов, утилизировать отходы различных производств, сохранять гидрологический режим и поверхность регионов, позволяет повысить производительность труда рабочих и уменьшить капитальные затраты на вскрытие месторождений.

В практике разработки месторождений выделяют направление, по которому идет развитие технологии приготовления, транспорта и укладки твердеющих смесей, подразумевающее приготовление литых и пластичных закладочных смесей на поверхностных закладочных комплексах с подачей их к месту укладки с помощью самотёчного или самотечно-пневматического трубопроводного транспорта.

Разработка технологии приготовления закладки на основе песков и шламовой фракции хвостов обогащения позволяет не только снизить издержки производства горных предприятий, но и повысить экологическую безопасность добывающих минеральное сырье регионов. Опыт работы закладочных комплексов рудников России и зарубежья показывает, что наиболее перспективным является подача хвостов от обогатительных фабрик до рудников гидротранспортом с дальнейшим перемешиванием компонентов закладки в гидросреде.

Снизить энергоемкость процессов подготовки закладочных смесей возможно использованием текущих хвостов обогащения, однако изменение концентрации твердого вещества в этих потоках имеет широкие пределы, что

ОТЗЫВ

вх. № 9-388 от 16 АВГ 2022  
А У У С

требует коррекции скорости вращения ротора насоса. При этом области регулирования скорости вращения ротора электродвигателя насосного агрегата не всегда достаточно как по критериям технологического режима, так и с учетом требований к допустимому диапазону частоты вращения. Требуется иной подход, который обеспечивает функционирование насосного агрегата с коэффициентом полезного действия близким к максимальному, что способствует снижению энергетических затрат.

Этому вопросу посвящена, диссертационная работа Ватлиной А.М. – «Обоснование параметров и режимов работы насосного оборудования комплекса получения закладочных смесей из текущих хвостов обогащения», которая является актуальной, и представляет собой как теоретический, так и практический интерес.

## **2 Научная новизна диссертации**

Научная новизна проведенных исследований заключается в том, что в работе предложен алгоритм регулирования скорости ротора насосного агрегата комплекса получения закладочных смесей, обеспечивающего поддержание коэффициента полезного действия насоса максимальным, реализацией последовательного детерминированного регулирования скорости вращения вала насоса с учетом плотности и вязкости перекачиваемой смеси и соответствующим изменением количества твердого в текущих хвостах обогащения введением в сгущаемую пульпу последнего на входе в насосный агрегат.

Разработана имитационная модель регулируемого насоса с фиксацией мгновенной мощности, напора пульпы, а также модель внешних сопротивлений, имитирующих напорный трубопровод при изменениях плотности и вязкости пульпы.

## **3 Степень обоснованности защищаемых положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Диссертационная работа Анны Михайловны, представленная на рассмотрение, по структуре и содержанию полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует паспорту специальности 05.05.06 - Горные машины, а именно области исследования: п.3-«Обоснование и оптимизация параметров и режимов работы машин и оборудования и их элементов».

В диссертации представлены положения, вынесенные на защиту, об алгоритме регулирования скорости ротора насосного агрегата комплекса получения закладочных смесей при заданном КПД насоса близкого к максимальному, что обеспечивает снижение потребления энергии в случае транспортировки гидросмеси закладки при строго определенном добавлении твердого в перекачиваемую пульпу из комплекса сгущения, функционирующего параллельно грунтовому насосу перекачки текущих хвостов обогащения при недостатке в потоке твердого, и соответствующее поступление воды при избытке твердой фазы, а также системе управления насосным агрегатом с центробежным насосом, обеспечивающей корректирующее воздействие на электродвигатель насосного агрегата с минимальными непроизводительными за-

тратами энергии на основе данных о параметрах пульпы, поступающих в систему по обратной связи.

Степень обоснованности научных положений базируется на планировании экспериментальных исследований, заключающихся в составлении плана эксперимента, получения и обработки результатов экспериментальных исследований, подтверждается применением комплексного подхода, включающего научный анализ и обобщение ранее опубликованных исследований; обработку и анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований в области горных машин; оценку состояния участков, входящих в закладочный комплекс, необходимых при транспортировке пульпы для закладки и факторов, влияющих на надежность системы транспортировки гидросмеси; результаты лабораторных экспериментальных исследований по выявлению закономерностей изменения режима работы грунтового насоса от концентрации твердой фазы в перекачиваемой смеси, и компьютерное моделирование.

Полученные результаты обосновываются корректностью использования известных, проверяемых данных и согласуются с опубликованными исследованиями по теме диссертации и по смежным областям. Выводы базируются на известных теоретических моделях, разработанных на основе анализа практики горных машин. Установлено количественное совпадение результатов, полученных с помощью аналитических, экспериментальных и численных методов.

Основные положения работы, вынесенные на защиту, результаты теоретических и экспериментальных исследований докладывались и получили положительную оценку на международных конференциях.

#### **4 Научные результаты, их ценность**

В диссертационной работе, автором были получены новые научные результаты, к числу которых следует отнести:

- Предложен алгоритм функционирования насосного агрегата закладочного комплекса, учитывающий варьирование концентрации твердой фазы в перекачиваемой смеси и обеспечивающего поддержание КПД насоса максимальным, реализацией последовательного детерминированного регулирования скорости вращения вала насоса и изменением количества твердого на входе в насосный агрегат.

- Разработана имитационная модель регулируемого насоса с фиксацией мгновенной мощности, напора пульпы, а также модель внешних сопротивлений, имитирующих напорный трубопровод при изменениях плотности и вязкости пульпы, обеспечивающих при моделировании снижение непроизводительных затрат энергии, используя данные о вязкости пульпы и содержания в ней твердого.

Научная ценность разработанного алгоритма управления грунтовым насосом в системе закладочного комплекса заключается в том, что на основе выполненных исследований по оценке концентрации твердого в текущих хвостах обогащения выявлены закономерности, реализация которых, позволяет осуществлять поэтапно сначала ограниченное управляемое воздействие на электродвигатель и дополнительно подключать байпасные линии по воде или твердому веществу (в случае слишком густой либо обводненной гидросмеси) при сохранении КПД насосного агрегата неизменным.

В целом достоверность подтверждается корректным использованием современных методик сбора и обработки исходной информации, представительными выборочными совокупностями с обоснованием подбора объектов наблюдения, с удовлетворительной сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований.

В работе использованы сравнения авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике, установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках.

## **5 Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации**

Разработанные автором теоретические положения, а также методические и практические рекомендации являются результатом самостоятельного исследования и представляют собой научно-квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные технические решения и разработки по решению актуальной задачи - обоснование параметров и режимов работы насосного оборудования комплекса получения закладочных смесей из текущих хвостов обогащения, имеющая существенное значение для развития горной отрасли страны.

Автором обоснована возможность повышения эффективности работы насосного оборудования и поддержания максимального КПД с отклонением хода рабочей точки в диапазоне 5-10 %. Разработана система регулирования грунтового насоса комплекса получения закладочных смесей. Проведены экспериментальные исследования, отражающие зависимость напора насоса от концентрации. Предложены научно обоснованные технические решения, позволяющие повысить эффективность работы грунтового насоса при эксплуатации в системах гидротранспорта для перекачки гидросмесей. Результаты исследований использованы в разработке системы управления электродвигателя насосного агрегата в АО ВО «Электроаппарат», г. Санкт-Петербург.

## **6 Рекомендации по использованию результатов работы**

Результаты диссертационной работы целесообразно использовать в компаниях: ПАО «Уралкалий», АО «Русская медная компания», АО «Южуралзолото Группа Компаний», а также ПАО «КАВКАЗЦВЕТМЕТПРОЕКТ».

Развитие идеи комбинации процессов регулирования концентрацией твердого в закладочной смеси и функционирования центробежного насосного агрегата при сохранении в заданных пределах производительности последнего с одновременным удержанием коэффициента полезного действия в наперед заданных пределах является перспективным направлением в дальнейшем развитии функционирования насосного оборудования комплекса получения закладочных смесей из текущих хвостов обогащения, позволяя снизить затраты на функционирование закладочного комплекса.

## **7. Замечания и вопросы по работе**

1. В разделе 2.1 говорится о зависимости КПД насоса, но не упомянуто, каким он должен быть, и не приведен вид области нахождения рабочей точки

насоса в зависимости от расхода и напора для насоса ГрАТ-225/67/3/2,2.

2. Модели в программе Scilab правильнее называть аналоговыми, а не имитационными.

3. В разделе 2.3 описана реализация представленного в работе алгоритма в условиях проведенного эксперимента, однако дано лишь качественное описание без представления каких-либо цифр, в частности, не указаны изменения величины КПД насоса при изменении концентрации перекачиваемой пульпы.

4. В разделе 2.4 представлен теоретический подход к оценке надежности системы транспортирования гидросмеси, дана оценка эффективности резервирования с учетом технического обслуживания насосных агрегатов, но, к сожалению, не представлена численная оценка изменения уровня надежности для конкретной схемы.

5. В главе 3 представлены результаты моделирования и дано описание лабораторной экспериментальной установки, получены опытные данные. Логично было бы поменять разделы местами и результаты моделирования показать после проведенного эксперимента.

Замечания по диссертационной работе не снижают ее научной и практической ценности, не носят принципиального характера и не обесценивают результатов выполненных исследований.

#### **Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней**

Диссертация выполнена на современном уровне, соответствует установленным требованиям, написана технически грамотным языком. Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание.

По теме диссертационной работы опубликовано 7 печатных работ, в том числе, 5 статей в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus; получен патент на изобретения, содержание которых полностью отражает основные научные и практические результаты.

В целом диссертационная работа по актуальности темы, постановке и решению задач исследований, научным результатам и практическому выходу представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, в виде научно-обоснованного технического решения по управлению насосным агрегатом комплекса получения закладочных смесей из текущих хвостов обогащения.

Диссертационная работа на тему «Обоснование параметров и режимов работы насосного оборудования комплекса получения закладочных смесей из текущих хвостов обогащения» соответствует п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 11.09.2021), предъявляемым к кандидатским диссертациям, и раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного

университета от 20.05.2021 № 953 адм., а ее автор - **Ватлина Анна Михайловна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 - Горные машины.

Отзыв на диссертацию **Ватлиной Анны Михайловны** на тему «Обоснование параметров и режимов работы насосного оборудования комплекса получения закладочных смесей из текущих хвостов обогащения» заслушан на заседании кафедры «Горные машины и комплексы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный горный университет» (протокол № 12 от 25.07.2022 г.).

Отзыв подготовил:

профессор кафедры горных машин и комплексов, д-р техн. наук, профессор

  
Комиссаров Анатолий  
Павлович

Председатель:

заведующая кафедрой горных машин и комплексов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный горный университет», д-р техн. наук, профессор

  
Лагунова  
Юлия Андреевна

Секретарь заседания:

профессор, канд. техн. наук, профессор

  
Шестаков  
Виктор Степанович

Подписи А.П. Комиссарова, Ю.А. Лагуновой,  
В.С. Шестакова удостоверяю:  
начальник ОК ФГБОУ ВО «УГГУ»

  
Сабанова  
Татьяна Борисовна

#### **Сведения о ведущей организации:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный горный университет», 620144, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, д.30, [www.ursmu.ru](http://www.ursmu.ru), тел: +7 (343) 257-45-25, 283-01-12, e-mail: [office@ursmu.ru](mailto:office@ursmu.ru)

