

## ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук, Хайрутдина Марата Минизяетовича на диссертацию Ватлиной Анны Михайловны «Обоснование параметров и режимов работы насосного оборудования комплекса получения закладочных смесей из текущих хвостов обогащения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 – «Горные машины»

На рецензию представлена рукопись диссертации полным объемом 104 с. машинописного текста, в том числе 89 с. занимает основной текст, 43 рисунка, 4 таблицы, 2 приложения и библиография из 107 наименований. Работа содержит введение, четыре главы, заключение. Автореферат диссертации на 20 с.

### 1 Актуальность темы диссертации

Анализ мирового опыта показывает, что до 35 % рудников применяют системы разработки с закладкой. Это связано с углублением горных работ, усложнением горно-геологических условий при подземной разработке месторождений полезных ископаемых, а также с борьбой за полноту извлечения.

Отработка месторождения геотехнологией с закладкой улучшает качественно-количественные показатели извлечения, увеличивает безопасность на участках производства горных работ, в частности и извлечения полезного ископаемого в целом, снижает риски возникновения техногенных аварий на предприятиях горнопромышленного сектора. Техногенные катастрофы на горных предприятиях: провалы; горные удары и техногенные землетрясения, зачастую сопровождаются сейсмической активностью и вибрационными колебаниями.

Для закладочных работ без дополнительной переработки можно использовать текущие хвосты галургического способа обогащения.

Снижение энергоемкость процессов подготовки закладочных смесей, полученных из текущих хвостов обогащения, зависит от концентрации твердой фазы, что влияет на работу насосного агрегата для перекачивания, что требует регулирования работы последнего.

В связи с вышеизложенным, диссертационная работа Ватлиной Анны Михайловны, посвященная обоснованию параметров и режимов работы насосного оборудования комплекса получения закладочных смесей из текущих хвостов обогащения представляет научный и практический интерес и является актуальной.

### 2 Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их новизна

Тема исследования соответствует следующим областям исследования паспорта научной специальности 05.05.06 – Горные машины: п. 3 «Обоснование и оптимизация параметров и режимов работы машин и оборудования и их элементов».

ОТЗЫВ

вх. № 9-462 от 09.09.22  
АУ УС

Научные результаты, полученные соискателем, сформулированы в двух научных положениях, вынесенных на защиту: об алгоритме обеспечения функционирования насосного агрегата в составе комплекса закладки выработанного пространства с минимизацией энергетических потерь путем поддержания КПД насоса близкой к максимальной вне зависимости от концентрации твердого в текущих хвостах обогащения используемых для закладки и системы управления работой насоса, реализующего вышеуказанный алгоритм.

При доказательстве первого положения, определено влияние твердой фазы на напор и расход насоса, в соответствии с чем предложен алгоритм управления грунтовым насосом в системе закладочного комплекса. При доказательстве второго положения было экспериментальным путем выявлено влияние концентрации твердого в перекачиваемой пульпе на показатели работы насоса насосного агрегата.

Степень обоснованности научных положений базируется на планировании экспериментальных исследований, заключающихся в составлении плана эксперимента, обеспечении необходимого количества измерений, статистической обработке результатов измерений; подтверждается согласованностью дополненных оригинальных разработок предложенных автором технических решений.

Выводы, представленные в диссертационной работе, получены соискателем в результате анализа предшествующих разработок и собственных экспериментальных и теоретических исследований. Представленные выводы корректны и соответствуют поставленным задачам.

Новизна диссертационной работы подтверждена патентом № 2770528 Российской Федерации «Система управления центробежным насосом»

### **3 Научные результаты, их ценность**

В ходе решения поставленных задач Ватлиной А.М. были получены ряд новых научных данных. Проведена модернизация существующих моделей, алгоритмов изменения уровня работоспособности насосного агрегата в составе закладочного комплекса, обеспечивающих получение новых результатов по теме исследований.

Наиболее значимыми являются следующие результаты. Во-первых, разработан и представлен алгоритм функционирования насосного агрегата закладочного комплекса, учитывающий варьирование концентрации твердой фазы в перекачиваемой смеси для поддержания КПД насоса в зоне максимально возможных путем реализации детерминировано последовательного управляемого воздействия на скорость вращения вала насоса в комбинации с изменением количества твердого на входе в насосный агрегат. Во-вторых, разработана имитационная модель регулирования насоса с фиксацией мгновенной мощности, напора пульпы, а также внешних сопротивлений, имитирующих напорный трубопровод при изменениях плотности и вязкости пульпы.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 7 печатных, в том числе в 5 работах, опубликованных в рецензируемых научных

изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus.

#### **4 Теоретическая и практическая значимость работы**

Анализ результатов научных исследований, выполненных Ватлиной А.М., позволяет утверждать, что работа имеет теоретическую и практическую ценность, отличается новизной подходов к разработке систем регулирования грунтового насоса комплекса получения закладочных смесей, выявлены закономерности формирования потока закладочной смеси из текущих хвостов обогащения при функционировании центробежного насоса.

Практическая значимость выводов работы заключается в создании научно обоснованного технического решения, позволяющего повысить эффективность работы грунтового насоса при эксплуатации в системах гидротранспорта для перекачки гидросмесей обеспечением комбинации процессов регулирования концентраций твердого в закладочной смеси и функционирования центробежного насосного агрегата при сохранении в заданных пределах производительности последнего.

Результаты диссертационного исследования использованы на предприятии АО ВО «Электроаппарат», г. Санкт-Петербург.

#### **5 Замечания и вопросы по работе**

5.1 В Таблицах 1.1 (Средневзвешенные параметры гидротранспорта хвостовой пульпы в футерованном пульповоде № 202) и 1.2 (Средневзвешенные параметры гидротранспорта хвостовой пульпы в нефутерованном пульповоде № 203) указаны результаты исследований зависимостей линейных потерь напора от наличия футеровки трубопроводов. Далее ниже в тексте приводятся линейные потери напора абсолютные значения для футерованного 23,5 м.вод.ст./м. ( $I_{фут}$ ) и стального трубопроводов 12 м.вод.ст./м. ( $I_{ст}$ ), а также приводится отношение двух величин линейных потерь  $n = I_{ст} / I_{фут} = 0,0282 / 0,0235$ , что не соответствует указанным данным. Согласно указанной формуле выражение получит следующий вид  $n = I_{ст} / I_{фут} = 0,012 / 0,0235 = 0,51$ , сравнение значений удельных потерь напора в стальном футерованном и стальном Нефутерованном пульповодах показывает, что в Нефутерованном они почти в два раз меньше, чем в футерованном (стр. 21-22).

5.2 Необходимо пояснить, а также указать потери для какого участка длины или скорректировать единицы измерения, так как указываются в Таблицах значения потерь, например 0,0235 м вод. ст./м, что означает потерю напора на один метр длины прохождения пульпы, а в тексте 23,5 м вод. ст./м и 12 м вод. ст./м соответственно также для каждого метра, разница значений 100 раз.

5.3 Выводы по третьей главе следует дополнить важным пунктом доказанным при проведении опытов и отраженных результатов, указанных на Рисунках 3.9-3.10, что с увеличением напряжения сдвига увеличивается градиент скорости практически линейно, или другими словами при увеличении

концентрации твердого в пульпе увеличивается градиент скорости до определенного значения относительно линейно и после определенной концентрации скачкообразно, что дополнительно указывает на максимально возможную концентрацию твердого в пульпе для оптимальной работы насосной линии. То есть дополнительным критерием выбора концентрации является скачкообразный рост напряжения на сдвиг, который приводит к необоснованному «экстремальному» увеличению мощности насоса и малому приросту расхода.

5.4 Рисунок 2.3 (стр. 45) требует пояснения, так как из его рассмотрения не очевидно, что «частотное регулирование позволяет снизить эксплуатационные затраты, связанные с обслуживанием, ремонтом или заменой агрегатов, приводя его режим работы к номинальному ...», как об этом заявляет автор.

5.5 Необходимо расшифровать наименование коэффициентов, определяемых выражениями (2.6)-(2.8) (страница 45).

5.6 Не следует употреблять в научной работе сленговые понятия, типа «механическая мощность» мощность  $P_n$  в выражении (2.9) является номинальной мощностью насоса.

5.7 Подрисуночные подписи рисунков 2.7-2.10 обозначенные как «Характеристики ...», следовало бы назвать изменение соответствующей величины от аргумента представленной функции.

## 6. Заключение

Диссертационная работа Ватлиной Анны Михайловны выполнена на высоком научно-техническом уровне, является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований по выявлению закономерностей формирования потока закладочной смеси из текущих хвостов обогащения при функционировании центробежного насосом для научно обоснованного технического решения комбинирования процессов регулирования концентрации твердого в закладочной смеси и функционирования центробежного насосного агрегата с наперед заданным коэффициентом полезного действия при сохранении в заданных пределах производительности последнего, имеющие существенное значение для развития минерально-сырьевого комплекса страны.

Написанная автором диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты.

Автореферат диссертации отражает ее основные научные положения, выводы и рекомендации, а также научную и практическую ценность работы.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.05.06 – горные машины в части пункту исследования 3.

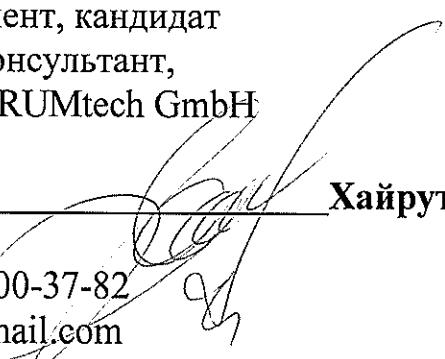
Все защищаемые положения диссертации прошли апробацию на международных конференциях, по теме исследования опубликовано 7 научных трудов, в том числе в 5 работах, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системах цитирования Scopus, Web of Science.

Диссертационная работа «Обоснование параметров и режимов работы насосного оборудования комплекса получения закладочных смесей из текущих

хвостов обогащения», представленная на соискания ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины, соответствует требованиям 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.

Официальный оппонент, кандидат  
технических наук, консультант,  
Инженерное бюро ARUMtech GmbH

«11» августа 2022 г.

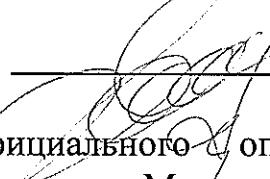
Хайрутдинов Марат Минизяетович

Тел.: тел.: +7 (915) 000-37-82  
e-mail: profmarat@gmail.com

Адрес организации: 45468, Германия, Троостштрасе, 31, г. Мюльхайм на Руре;  
тел. +49 178 170 7548; e-mail: info@arumtech.de;

Я, Хайрутдинов Марат Минизяетович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой докторской диссертации и их дальнейшую обработку

«11» августа 2022 г.

Хайрутдинов Марат Минизяетович

Подпись официального оппонента, кандидата технических наук, консультанта Хайрутдинова Марата Минизяетовича заверяю.

М.П.

Директор, горный инженер

Иван Акиньшин

