ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ 212.224.07

ПО ДИССЕРТАЦИИ

НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело №_____

решение диссертационного совета от 29.09.2022, № 40

О присуждении **Ватлиной Анне Михайловне**, гражданство РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обоснование параметров и режимов работы насосного оборудования комплекса получения закладочных смесей из текущих хвостов обогащения» по специальности 05.05.06 - Горные машины принята к защите 07.07.2022 г., протокол №25, диссертационным советом ГУ 212.224.07 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., дом 2, приказ ректора Горного университета от 23.09.2019 № 1233 адм (с изм. от 23.10.2019 № 1413 адм; от 10.07.2020 № 889 адм; от 28.01.2021 № 115 адм; от 14.12.2021 № 2408 адм; от 04.02.2022 № 170 адм; от 22.04.2022 № 711 адм).

Соискатель, **Ватлина Анна Михайловна**, 12 августа 1993 года рождения, в 2017 году окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

С 2018 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры машиностроения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре машиностроения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор **Иванов Сергей Леонидович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», кафедра машиностроения, профессор.

Официальные оппоненты:

Шишлянников Дмитрий Игоревич, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», кафедра «Горная электромеханика», доцент кафедры,

Хайрутдинов Марат Минизяетович, кандидат технических наук, инженерное бюро ARUMtech GmbH, консультант

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный горный университет»** (г. Екатеринбург) в своем положительном отзыве, подписанном профессором кафедры горных машин и комплексов д.т.н., профессором **Комиссаровым Анатолием Павловичем**, заведующей той же кафедры д.т.н., профессором **Лагуновой Юлией Андреевной**, секретарем заседания к.т.н., профессором **Шестаковым Виктором Степановичем**, и утвержденном проректором по научной работе, д.х.н., профессором **Апакашевым Рафаилом Абдрахмановичем**, указала, что 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.

Соискатель имеет 7 опубликованных работ по теме диссертационного исследования, в том числе 5 статей - в изданиях, входящих в международные

базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science; получен 1 патент на изобретение.

Общий объем - 5,19 печатных листов, в том числе - 2,22 печатных листов соискателя.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

1. Bolshunova, O.M. Determination of multicomponent media permittivity by high-frequency method / O.M. Bolshunova, A.A. Korzhev, **A.M. Vatlina**, A.M. Kamyshyan // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2018. - 194(6). - 062004. DOI:10.1088/1755-1315/194/6/062004.

Большунова, О.М. Определение диэлектрической проницаемости многокомпонентных сред высокочастотным методом / О.М. Большунова, А.А. Коржев, А.М. Ватлина, А.М. Камышьян // Серия конференций IOP: Наука о Земле и окружающей среде. - 2018. - 194(6). - 062004. DOI:10.1088/1755-1315/194/6/062004.

Соискателем проведены экспериментальные исследования по использованию диэлькометрического датчика на оборудовании горных предприятий. Подтверждена теория о работоспособности созданного датчика.

2. Korzhev, A.A. Mathematical simulation of transient operation modes of an electric drive of a centrifugal pump for a slurry pipeline/ A.A. Korzhev, O.M. Bolshunova, I.N. Voytyuk, **A.M. Vatlina** // E3S Web of Conferences. - 2019. - 140. - 04012. DOI:10.1051/e3sconf/201914004012.

Коржев, А.А. Математическое моделирование переходных режимов работы электропривода центробежного насоса для грунтового трубопровода / А.А. Коржев, О.М. Большунова, И.Н. Войтюк, А.М. Ватлина // E3S Web of Conferences. - 2019. - 140. - 04012. DOI:10.1051/e3sconf/201914004012.

Соискателем проанализирована работа имитационной модели, включающей центробежный насос с управляемым асинхронным двигателем электропривода. Компьютерная модель проверена для насоса ГРАТ/225/67/3/2,2.

Установлено, что полученная модель эффективна, возможно регулирование насоса с поддержанием его КПД постоянным.

3. Aleksandrov, V.I. Analysis of actual head losses in hydraulic transportation of WMS tailings along steel and polyurethane-lined slurry pipelines at Kachkanarsky GOK / V.I. Aleksandrov, V.A. Atroshchenko, **A.M. Vatlina** // Obogashchenie Rud. - 2021. - Vol. 6. - pp. 53-58. DOI: 10.17580/or.2021.06.09.

Александров, В.И. Определение фактических потерь напора при гидротранспорте хвостов ММС по стальным и футерованным полиуретаном пульповодам на Качканарском ГОКе / В.И. Александров, В.А. Атрощенко, А.М. Ватлина // Обогащение Руд. - 2021. - Т. 6. - с. 53-58. DOI: 10.17580/or.2021.06.09.

Соискателем произведен анализ того, насколько уменьшаются потери напора при гидротранспорте пульпы по трубопроводу стальному с полиуретановым покрытием по сравнению трубопровода стального без покрытия. Выявлено, что снижение общего напора гидротранспортной системы при замене пульповодов без покрытия на пульповоды с полиуретановым покрытием в зимнее и летнее время составляет 20 %. Предложен вариант для проекта реконструкции цеха хвостового хозяйства Качканарского ГОКа.

4. Kuskildin, R.B. Method of accelerated industrial testing of hydroabrasive wear of polymer coatings of steel pipes / R.B. Kuskildin, **A.M. Vatlina** // Journal of Physics: Conference Series. - 2021. - 1728(1). - 012029. DOI: 10.1088/1742-6596/1728/1/012029.

Кускильдин, Р.Б. Способ ускоренных промышленных испытаний на гидроабразивный износ полимерных покрытий стальных труб / Р.Б. Кускильдин, А.М. Ватлина // Физический журнал: Серия конференций. - 2021. - 1728(1). - 012029. DOI: 10.1088/1742-6596/1728/1/012029.

Соискателем произведен обзор и анализ литературы, посвященной проблеме выбора защитного покрытия для внутренних стенок шламового трубопровода горнодобывающих предприятий. Стандартизированные методы испытаний не учитывают характер потока, температуру и прочие параметры, позволяющие оценить долговечность покрытий. Для оценки износостойкости

покрытий проводятся испытания, но это не очень информативно из-за использования одного и того же гранулометрического состава пульпы и ее концентрации. Предлагается использовать метод ускоренных испытаний на износ, основанный на сравнении износа прямого участка трубопровода и с поворотной вставкой под углом 90°.

5. Bolshunova, O.M. Power stabilization system for the regulated electric drive of transport vehicles / O.M. Bolshunova, A.A. Korzhev, **A.M. Vatlina** // Journal of Physics: Conference Series. - 2021. - 1753(1). - 012014. DOI:10.1088/1742-6596/1753/1/012014.

Большунова, О.М. Система стабилизации мощности для регулирования электропривода транспортных машин / О.М. Большунова, А.А. Коржев, А.М. Ватлина // Физический журнал: Серия конференций. - 2021. - 1753(1). - 012014. DOI:10.1088/1742-6596/1753/1/012014.

Соискателем предложен способ регулирования привода грунтового насоса и компьютерная модель системы стабилизации мощности привода. Сравнены теоретическая механическая характеристика привода насоса с полученной экспериментальной механической характеристикой. Проверена работоспособность предложенной модели при введении разных значений концентрации пульпы. Оценена эффективность предлагаемого способа регулирования привода грунтового насоса на основании полученных результатов.

Публикации в прочих изданиях:

6. Большунова, О.М. Влияние концентрации гидросмеси на энергоэффективность работы системы насос-пульпопровод / О.М. Большунова, **А.М. Ватлина**, А.А. Коржев // Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2021. Сборник тезисов VIII Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2021. С. 147-149.

Соискателем проанализированы факторы, влияющие на режим работы грунтового насоса при различных концентрациях гидросмеси. Получена структурная схема на основании формулы определения коэффициента полез-

ного действия, учитывающая относительный расход и скорость вращения вала насоса. Предложен алгоритм расчёта коэффициента полезного действия в зависимости от концентрации пульпы. Предложена методика оценки влияния концентрации гидросмеси на энергоэффективность работы системы.

7. Большунова, О.М. Исследование приборов для контроля влажности при транспортировке жидких и сыпучих материалов / О.М. Большунова, А.А. Коржев, **А.М. Ватлина** // Инновации на транспорте и в машиностроении: Сборник трудов IV международной научно-практической конференции. Ответственный редактор И.В. Павлов. 2016. С. 18-21.

Соискателем проведены экспериментальные исследования с емкостным датчиком, входящим в комплекс оборудования горных предприятий. Подтверждена целесообразность использования емкостного датчика с целью повышения качества транспортируемого сырья.

Патенты:

8. Патент № 2770528 Российская Федерация, МПК F04D 15/00 (2006.01). Система управления центробежным насосом: № 2770528: заявл.08.12.2021, опубл. 18.04.2022 / Александров В.И., Коржев А.А., **Ватлина А.М.**; заявитель Санкт-Петербургский горный университет. Бюл. №11 - 6 с.: ил.

Соискателем предложена система управления центробежным насосом, в режиме работы которого учитывается значение концентрации перекачиваемой пульпы.

Апробация основных положений и результатов исследований диссертационной работы проведена на научно-практических мероприятиях с докладами: Международная конференция EECE 2019, (г. Санкт-Петербург, 2019 г.); Международная научно-техническая конференция «Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME», (г. Санкт-Петербург, 2020-2021 г.).

В диссертации **Ватлиной Анны Михайловны** отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: ведущего инженера-проектировщика ЭЛ ООО «ПБ Р1», к.т.н. **В.А. Соловьева**; начальника отдела оборудования и НТИ АО «Механобр инжиниринг», директора проекта, к.т.н. **Л.Н. Пашкина**; руководителя по технологии добычи и обогащения минерального сырья ООО «ЕвроХим-Проект» в г. Санкт-Петербурге **П.А. Семенова**; генерального директора ООО «ЭИС», к.т.н. **С.Е. Лозовского**; доцента кафедры «Горная электромеханика» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», к.т.н. **А.К. Муравского**; директора по инновациям АО ВО «Электроаппарат» **А.Л. Карпова**.

В отзывах дана положительная оценка проведенных исследований, отмечена актуальность темы, степень проработки вопроса и профессиональный подход к решению поставленных задач, однако имеется ряд замечаний:

1. отсутствие описания принципов работы алгоритма и системы управления грунтовым насосом. Без пояснения не очень ясно, как они работают (к.т.н. **В.А. Соловьев**);

2. в автореферате не упомянуты экспериментальные исследования на реальном предприятии (к.т.н. **Л.Н. Пашкин**);

3. на рисунке 3 автореферата представлен алгоритм управления насосом, однако следовало бы дать описание его работы с учетом надежности работы последнего (**П.А. Семенов**);

4. необходимо пояснить допущение, принятое при оценке надежности рассматриваемой системы: если среднее время восстановления значительно меньше средней наработки на отказ, можно считать, что время восстановления имеет экспоненциальное распределение (стр. 12) (к.т.н. **С.Е. Лозовский**);

5. на рис. 3, стр. 14 показан алгоритм управления грунтовым насосом в системе закладочного комплекса. Необходимо пояснить условия управления насосом для обеспечения максимального КПД (к.т.н. **С.Е. Лозовский**);

6. положения, вынесенные на защиту, выглядят громоздкими и многословными. По теме исследования не проанализированы работы Б.А. Борзаковского и В.Ф. Кудрявцева (к.т.н. **А.К. Муравский**);

7. в автореферате не приведены результаты имитационного регулирования, что не дает наглядности по оценке эффективности предложенного способа (**А.Л. Карпов**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью оппонентов в соответствующей отрасли науки и наличием у них публикаций в сфере исследования, а также широкой известностью ведущей организации своими достижениями по соответствующей теме исследования отрасли наук и способностью определить научную и практическую значимость диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея процесса регулирования концентрации твердого в закладочной смеси на входе в насосный агрегат с обратной связью детерминированным увеличением концентрации твердой фазы в флюиде при ее недостаточном количестве в смеси или соответствующим поступление воды при избытке твердой фазы в флюиде при сохранении в заданных пределах производительности насосного агрегата с одновременным удержанием коэффициента полезного действия в наперед заданных пределах;

предложены оригинальные суждения по заявленной тематике и нетрадиционный подход по регулированию насосного оборудования комплекса получения закладочной смеси из текущих хвостов обогащения;

доказана перспективность использования новой идеи в практике транспортирования пульпы к закладочному комплексу посредством управляемого насосного агрегата с обратной связью по количеству твердого в закладочной смеси;

введены измененные трактовки старых понятий «байпасные линии» и «комбинированный способ регулирования с обратной связью».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения об обеспечении поддержания КПД 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, а также о создании модели внешних сопротивлений, имитирующих напорный трубопровод при изменениях плотности и вязкости пульпы;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс существующих базовых исследований;

изложены факты регулирования насосных агрегатов для транспортировки гидросмесей;

раскрыты существенные проявления теории: противоречия выбора параметров и режимов работы насосного оборудования в системе комплекса закладочных смесей при изменяющемся в широком диапазоне содержания твердого в пульпе текущих хвостов обогащения;

изучены факторы, влияющие на перекачивание закладочной смеси с заданными реологическими параметрами;

проведена модернизация существующих алгоритмов для регулирования насосного оборудования, обеспечивающих получение новых результатов по теме диссертации.

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

разработаны и внедрены результаты диссертационной работы использованы при разработке системы управления электропривода насосного агрегата АО ВО «Электроаппарат», г. Санкт-Петербург в виде эскизных проектов, методик расчета и моделирования, технических предложений по выполнению конструктивных схем;

определены пределы и перспективы использования практического использования теории перекачивания гидросмесей на практике транспортирования закладочных смесей закладочных комплексов;

создана система практических рекомендаций по обоснованию параметров и режимов работы насосного оборудования комплекса получения закладочных смесей из текущих хвостов обогащения;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию режимов работы насосного оборудования комплекса получения закладочных смесей.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании и поверенными приборами, показана воспроизводимость результатов исследования;

теория построена на известных, проверяемых фактах и согласуется с опубликованными экспериментальными данными наблюдений по теме диссертации;

идея базируется на обобщении передового опыта работы насосного оборудования комплекса получения закладочных смесей;

использованы сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад автора заключается во включенном участии на всех этапах процесса, непосредственном участии в получении исходных данных и научных экспериментах; личном участии в апробации результатов исследования; разработке экспериментальных стендов и имитационных моделей, обработке и интерпретации экспериментальных данных, выполненных лично автором; подготовке основных публикаций по выполненной работе.

На заседании 29.09.2022 года диссертационный совет принял решение присудить **Ватлиной Анне Михайловне** ученую степень кандидата техниче-

ских наук за новое научно обоснованное техническое решение комбинирования 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 насосного оборудования комплекса получения закладочных смесей из текущих хвостов обогащения, имеющим существенное значение для развития страны.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве - 15 человек, из них 5 - докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании из - 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 15, против - нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета Максаров Вячеслав Викторович

Ученый секретарь
диссертационного совета Звонарев Иван Евгеньевич

29.09.2022 г.