

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Геологии и маркшейдерского дела» Горного института ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» Кириченко Юрия Васильевича на диссертационную работу Вильмиса Александра Леонидовича на тему: «Обоснование технологии глубоководного гидроподъема железомарганцевых конкреций грузочными аппаратами с минимальным негативным воздействием на окружающую среду», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)»

Актуальность темы диссертации

На территории Российской Федерации выявлены почти все виды полезных ископаемых. Россия является крупнейшим поставщиком на мировой рынок многих видов минерального сырья, однако по некоторым имеет явный дефицит – в первую очередь это кобальт и марганец.

Крупным производителем кобальта в РФ является ГМК «Норильский никель». Однако, можно отметить, что у компании нет возможности дальнейшего наращивания его производства в ближайшей перспективе.

Российская Федерация обладает крупной сырьевой базой марганцевых руд (входит в десятку мировых держателей запасов), но товарную сырьевую продукцию практически не производит. По импорту марганцевых руд в 2019г. Россия занимала 4-е место в мире. Снижение импортозависимости связывалось с освоением труднообогатимых бедных карбонатных руд крупного Усинского месторождения в Кемеровской области. Однако компания ЗАО «ЧЕК-СУ.ВК», реализовывавшая проект освоения Усинского месторождения, признана банкротом в конце 2017 г.

Имея значительную минерально-сырьевую базу никеля с учетом разведки, переоценки, добычи и потерь при добыче, к концу двадцатых годов этого столетия произошло сокращение запасов категорий А+В+С₁ на 0,1%, категории С₂ - на 3%. При современном уровне добычи выявленный потенциал прироста запасов никеля в России крайне недостаточен.

В диссертационной работе Вильмиса А.Л. показано, что современные и будущие интересы России, связанные с восполнением минерально-сырьевой базы, необходимо решать за счет освоения нетрадиционных видов твердых полезных ископаемых в Международном районе Мирового океана – железомарганцевых и сульфидных руд (железомарганцевых конкреций (ЖМК), кобальтмарганцевых корок (КМК) и глубоководных полиметаллических сульфидов (ГПС)). Эти руды содержат комплекс стратегических металлов – Mn, Ni, Cu, Li, Co, Zn, Au и др., ресурсный потенциал которых значительно превосходит континентальные запасы.

Актуальность освоения глубоководных месторождений твердых полезных ископаемых не вызывает сомнения. Аналитические исследования, приведённые в диссертации, свидетельствуют об интенсификации работ по освоению глубоководных месторождений дна Мирового океана странами, заключившими контракты на разведку и дальнейшую промышленную разработку глубоководных месторождений с Международным органом по морскому дну (МОМД) ООН: США, Китаем, Японией, Великобританией, Францией, Германией и другими. Интенсификация и расширение исследований по освоению твердых полезных ископаемых дна Мирового океана позволит России вернуть передовые позиции в этой области, утраченные после развала СССР.

Общая характеристика оппонируемой диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, и библиографического списка, который включает 103 наименования использованной литературы. Общий объем квалификационной работы составляет 190 страниц. Диссертация и автореферат представлены оппоненту в сроки, установленные Положением о присуждении ученых степеней.

Диссертация характеризуется высокой степенью обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

К основным поставленным и решенным аналитическим и методическим задачам можно отнести:

- анализ различных конструктивных особенностей и работы загрузочных камерных аппаратов по гидродинамическим условиям формирования и разгрузки гидросмеси, их систематизация с учетом разработанного и испытанного в различных горно-технологических условиях, в том числе при натуральных морских испытаниях, аппарата с применением кинетической энергии коаксиально-закрученных струй;
- выявлена гидродинамика возникновения и регулирования псевдооживленного слоя в зоне соосных патрубков в камере загрузочного аппарата;
- установлены значения угла раскрытия коаксиально-закрученных струй и дается сопоставление их с прямоточными течениями, влияющими на формирование двухфазной смеси;
- обоснованы концепции научного подхода к расчетам конструктивных и технологических параметров загрузочных аппаратов с применением кинетической энергии коаксиально-закрученных струй;
- разработаны методические аспекты для расчета технологических параметров предложенной конструкции загрузочного аппарата;
- обоснована малоэнергоёмкая природоохранная технология гидроподъема высоконасыщенной гидросмеси с сепарацией твердой составляющей и укладкой тонких фракций в выработанное пространство;

- аналитические исследования систем глубоководного вертикального транспорта, на основе которой предложена и дополнена систематизация технических средств и способов гидравлического подъема железомарганцевых конкреций;
- на основе анализа известных систем подъема (эрлифтного и с использованием погружных насосов) сделан вывод о целесообразности применения перспективного и технически реализуемого на данном этапе технологического комплекса трубопроводного гидроподъема с использованием загрузочных аппаратов предложенного принципа действия;
- на основе опытных морских испытаний загрузочного аппарата, а также лабораторных исследований сепарационной колонны предложен полифункциональный глубоководный добычный комплекс, состоящий из этих технологических элементов, новизна которого подтверждена патентом РФ.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, состоит в том, что при выполнении исследований получены следующие основные научные результаты.

1. Выявлено, что основной конструктивной особенностью предложенного загрузочного аппарата в отличие от других камерных питателей, является возможность стабильного пульпоприготовления за счет создания зоны псевдооживления возле узла разгрузки (вытеснения) и подачи в транспортный трубопровод высоконасыщенной гидросмеси (~35% и более твердого).
2. Установлены основные принципы методологии технических и геометрических параметров загрузочных аппаратов по аналогии с теорией центробежной насадки Г.Н. Абрамовича, однако основным отличительным признаком является генерация в кольцевом пространстве соосных патрубков закрученного потока жидкости за счет тангенциального подвода к ним напорной воды. При этом в плоскости разгрузки при ее взаимодействии с твердыми частицами формируется псевдооживленный слой, влияющий на стабильность и объемную концентрацию гидросмеси.
3. Аналитическими исследованиями закрученной струи в соосных патрубках установлено, что коэффициент заполнения сечения не однозначно влияет на коэффициент расхода μ , поэтому автором определена максимальная пропускная способность камеры закручивания и установлена графическая зависимость коэффициента расхода μ от коэффициента заполнения сечения ε .
4. Четвертое научное положение трактуется на результатах опытных зависимостей распространения затопленных струй, исследованных и экспериментально подтвержденных известными учеными: Л.Г. Лойцянским В.А. Жученко, И.М. Коноваловыми др. При этом допускается, что струя, отраженная от стенки воронки локального размыва является касательной к

размываемой породе и ее можно считать аналогией тангенциальной скорости, которая касательна по отношению к породе в камере аппарата. На этом основании устанавливается уравнение (4.62) основного параметра, характеризующего объемную плотность формируемой гидросмеси, то есть расстояния L между плоскостями начального истечения кольцевой струи и разгрузочного отверстия пульповода.

5. На основе оригинальных лабораторных исследований гидродинамики коаксиально-закрученных струй жидкости методом лазерного светового ножа установлено, что угол раскрытия их образует гиперboloид вращения и значения его (примерно 90^0 и более) намного превышают прямоточные затопленные струи ($12-24^0$). Это резко интенсифицирует массообмен между струей и окружающей средой и является основным фактором формирования высоконасыщенной твердым двухфазной смеси (более 35%) и в конечном итоге значительно увеличивает производительность установки по горной массе.

Значимость результатов диссертации, для науки и практики

Научные результаты и выводы диссертации Вильмиса А.Л. могут быть использованы при разработке исходных данных для проектирования технологических гидрокомплексов по освоению глубоководных месторождений железомарганцевых конкреций и других твердых полезных ископаемых глубоководных месторождений в целях обеспечения лидирующей позиции Российской Федерации по освоению минеральных ресурсов Мирового океана. Результаты работы могут быть также реализованы образовательными организациями в учебном процессе при освоении общеобразовательных программ специальностей «Горное дело» и «Физические процессы горного или нефтегазового производства».

Замечания по диссертационной работе

1. В рамках обзора необходимо было бы отметить роль созданной в МГИ первой в нашей стране и мире проблемной лаборатории по освоению ресурсов Мирового океана.
2. Необходимо было бы расширить оценку энергетических показателей различных технических средств.
3. На многих рисунках, изображающих схему загрузочного аппарата для гидроподъема, показаны различные конфигурации – сферические, цилиндрические, коноидальные (рис. 5.1, 5.3, 5.4. диссертации). Непонятно, чем это обосновано.
4. При описании результатов экспериментальных исследований по выносу тонких фракций от скорости загрузки аппарата, с учетом глинистости загружаемой горной массы, не приводится методика исследования, а также

не раскрывается полученное уравнение для допустимых скоростей выноса шламовых минеральных частиц, формула 5.1 диссертации.

5. Автором предлагается два технологических варианта подъема железомарганцевых конкреций, отличающихся: без применения (1-я схема, рис. 5.6) и с использованием пульсационной колонны (2-я схема, рис. 5.12), однако нет конкретного обоснования, для каких условий предложена каждая из них.

6. Не полно раскрывается вопрос, по которому соискатель делает вывод, что затопленная струя, отраженная от стенки воронки локального размыва, является касательной к породе, и она аналогична тангенциальной скорости в камере аппарата.

Имеется также ряд мелких замечаний редакционного характера, которые в целом не влияют на научную ценность работы.

Общее заключение по содержанию диссертации

Полученные автором научные и практические результаты достоверны, сформулированные выводы и заключения аргументированы.

Диссертационная работа оформлена согласно требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук. По каждому разделу и работе в целом сделаны исчерпывающие и обоснованные выводы. Содержание диссертационной работы соответствует формуле и пунктам области исследования Паспорта специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)». Диссертационное исследование выполнено в соответствии с пунктами:

п.3. Исследование и оптимизация параметров физико-технических, физико-химических и строительных технологий.

п.4. Создание и научное обоснование технологии разработки природных и техногенных месторождений твердых полезных ископаемых.

п.6. Разработка и научное обоснование критериев и технологических требований для создания новой горной техники и оборудования.

п.9. Научное обоснование параметров горнотехнических сооружений и разработка методов их расчета.

Полученные результаты связаны с решением научных и технических проблем данной специальности, а именно обоснованием технологии глубоководного гидроподъема железомарганцевых конкреций, а также других разнородных полезных ископаемых грузочными аппаратами с минимальным негативным воздействием на окружающую среду.

Автореферат диссертации даёт полное представление о выполненной диссертационной работе, содержит в сжатом виде необходимую информацию. Оппонируемая диссертационная работа является законченной

научно квалификационной работой, выполненной автором на высоком научном уровне.

Таким образом, диссертация Вильмиса Александра Леонидовича является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по научной специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)».

Официальный оппонент

Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Геологии и
маркшейдерского дела», ФГАОУ
ВО «Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС»

Горный институт  Кириченко Ю.В.

Я, Кириченко Юрий Васильевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Горный институт.

119049, г. Москва Ленинский проспект, д. 4, тел. +7 495 955-00-32

e-mail:kancela@misis.ru

Подпись Кириченко Юрия Васильевича заверяю

Проректор по науке и инновациям
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС»


07.04.21.

