

О Т З Ы В

официального оппонента, доктора технических наук Неверова Александра Алексеевича на диссертацию Волчихиной Александры Алексеевны на тему: «Оборудование для сгущения закладочных гидросмесей на финальном участке транспортирования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины.

На отзыв представлена диссертация объемом 182 страницы машинописного текста, состоящая из введения, 4 глав, заключения, списка литературы из 149 наименований, 5 приложений, 16 таблиц и 70 рисунков.

Содержание автореферата изложено на 20 страницах, включая 7 рисунков, и полностью соответствует диссертационной работе.

1. Актуальность темы диссертации

Добыча полезных ископаемых подземным способом с применением геотехнологий с твердеющей закладкой выработанного пространства обеспечивает надежное управление горным давлением, сохранность дневной поверхности и высокое извлечение минерального сырья, в том числе снижение отходов производства и вредного воздействия на окружающую среду. Одним из технологических приемов, в рамках данного класса систем разработки, обеспечивающих эффективность и безопасность горных работ является правильно подобранная качественная характеристика твердеющей смеси, а также безаварийная и бесперебойная работа закладочного комплекса.

В современных условиях большинство действующих рудников для воспроизводства и восполнения запасов вынуждены неуклонно понижать горизонт выемки. В результате чего существенно возрастают разного рода транспортные коммуникации, включая доставку закладочной смеси до погашенного участка. Гидравлическая смесь подается в выработанное пространство по системе трубопроводов благодаря напору, создаваемому на вертикальном участке. Однако потери напора при доставке закладки зависят от множества факторов, таких как участки местного сопротивления, геометрия трассы транспортирования и характеристики гидросмеси. Для повышения пластичности твердеющей закладки, определяющей возможную дальность ее подачи, на горных предприятиях нередко используют смеси с повышенным содержанием несущей среды. В свою очередь применение смесей с низким содержанием наполнителя приводит к повышенной водоотдаче формируемого искусственного массива, снижению его прочностных характеристик, обводнению выработок, образованию пустот, что осложняет управление горным давлением. Однако реализация поэтапной технологии при повышении дальности транспортирования требует разработки нового оборудования, поскольку конструктивные и функциональные параметры существующих комплексов ограничивают их применение. В связи с

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-270 от 04.09.29
АУ УС

чем, все более актуальной становится задача повышения концентрации закладочной гидросмеси перед выработанным пространством, позволяющая увеличить дальность её транспортирования. Поэтому вопросы, рассмотренные в диссертационной работе Волчихиной Александры Алексеевны, посвященной актуальной проблеме повышения эффективности закладочных работ за счет сгущения гидросмесей на финальном участке транспортирования, представляют научный и практический интерес и требуют дополнительного изучения.

2. Научная новизна диссертации

Выводы и рекомендации, полученные в диссертации, обоснованы и могут считаться достоверными, так как основываются на результатах ведущих отечественных и зарубежных ученых в области гидротранспорта закладочных смесей, а также на результатах математического моделирования и экспериментальных исследований, выполненных автором.

Научная новизна проведенных исследований заключается в следующем:

1. Теоретически обосновано и подтверждено, что реализация механизма инерционного взаимодействия потока с гидродинамическим отклоняющим профилем способствует седиментации дисперсной фазы гидросмеси, формируя поток повышенной концентрации, значения которой зависят от скорости потока первичной гидросмеси на входе в рабочую камеру и гранулометрического состава дисперсной фазы. Автор доказал влияние параметров первичной гидросмеси на процесс седиментации, что позволило определить рекомендуемые параметры гидравлической смеси (входную скорость первичной гидросмеси, составившую 2 м/с и крупность частиц дисперсной фазы, равной 3 мм) для повышения эффективности процесса седиментации и формирования сгущенного потока.

2. Установлено, что концентрация формируемого потока находится в квадратичной зависимости от величины поперечного размера отклоняющего гидродинамического профиля, форма которого определяет характерные углы атаки и обтекания потока, а также длины участка взаимодействия дисперсной фазы с поверхностью профиля. Автор показал, что увеличение соотношения габаритных размеров отклоняющего гидродинамического профиля N на 14% способствует увеличению концентрации гидросмеси на 30%. При этом увеличение продольного размера l сопровождается увеличением длины участка взаимодействия, а увеличение поперечного размера k способствует снижению угла обтекания потока и угла атаки.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Научные результаты, полученные в работе, сформулированы диссертантом в двух защищаемых положениях:

1. Эффективность инерционного сгущения гидросмеси определяется входной скоростью потока и траекторией движения частиц, характеризующейся длиной участка взаимодействия L , углом атаки α в диапазоне 110° - 150° и углом обтекания φ в диапазоне 105° - 150° при взаимодействии с

профилем, которые в свою очередь зависят от соотношения его продольного и поперечного размеров.

2. Сгущение закладочной гидросмеси до концентрации в пределах 50% позволяет до 2-х раз снизить величину водоотделения и вертикальной усадки формируемого искусственного массива, при этом прочность при одноосном сжатии повышается более чем на 1,5 МПа, в сравнении с гидросмесью концентрацией в пределах 10%.

Идея работы состоит в использовании закономерностей инерционного взаимодействия потока первичной гидросмеси и отклоняющего гидродинамического профиля, для установления параметров её осаждения на конечном участке транспортирования, обеспечивающих эффективность закладочных работ и качественные характеристики искусственного массива.

При доказательстве первого положения определены рекомендуемые параметры закладки, проведен параметрический анализ размеров отклоняющего гидродинамического профиля и концентрации гидросмеси, получаемой на выходе с патрубка сгущенной среды. Определено соотношение изменения концентрации получаемой сгущенной закладочной смеси от изменения размеров отклоняющего гидродинамического профиля, представленное на разработанной номограмме. Параметрический анализ послужил базой для получения номограммы, ставшей основой методики подбора размеров инерционного сгустителя, разработанной автором.

При доказательстве второго положения диссертантом проведено экспериментальное исследование качественных характеристик образцов закладочных смесей с концентрацией дисперсной фазы 10-50%. В результате выполненных испытаний установлено изменение прочности сформированных экспериментальных образцов закладочных смесей, водоотделения и величины вертикальной усадки.

Все защищаемые научные положения, сформулированные в диссертационной работе, соответствуют теме и цели исследования, опираются на результаты выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований, являются достоверными и обоснованными, а также обладают новизной и могут быть реализованы при совершенствовании, модернизации и строительстве новых закладочных комплексов на месторождениях.

4. Научные результаты, их ценность

Выводы и результаты диссертации обладают научной и практической ценностью. Полученные автором зависимости, номограммы и методика позволяют подобрать размеры инерционного сгустителя при заданной концентрации и варьировании требуемого расхода.

Ценность научных результатов заключается в интенсификации процесса транспортирования твердеющей закладки на значительные расстояния за счет повышенного содержания несущей среды в ней и сгущения первичной гидросмеси с низким содержанием дисперсной фазы на финальном участке доставки перед закладываемым выработанным пространством.

Результаты выполненных исследований в достаточной степени освещены в 12 печатных работах, в том числе в 5 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и систему цитирования Scopus. На мой взгляд, особо нужно выделить, получение автором 2-х патентов и акта о внедрении результатов диссертации, что, безусловно, идет в разряд её достоинств.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

1. Обоснован рациональный интервал скорости первичной гидросмеси на входе в рабочую камеру инерционного сгустителя для сгущения закладочной смеси заданной концентрации, определяемый на основании метода конечных элементов Эйлера-Лагранжа при имитационном моделировании.

2. Разработаны рекомендации по подбору значений конструктивных параметров отклоняющего гидродинамического профиля инерционного сгустителя для формирования гидравлической смеси с концентрацией не менее 50%, учитывающие влияние гранулометрического состава дисперсной фазы и входную скорость первичной гидросмеси, используемой для закладки выработанного пространства.

3. Обосновано влияние концентрации формируемого потока гидросмеси на качественные характеристики закладочного массива, а именно, на его прочностные характеристики, величину усадки и параметр водоотделения.

4. Результаты диссертационных исследований приняты к внедрению в деятельности АО «Гипроцветмет» при проработке технических решений в части проектирования технологических схем и регламентации производства закладочных работ на горнодобывающем предприятии (месторождение Кумроч в Усть-Камчатском муниципальном районе Камчатского края), что подтверждается актом об использовании результатов кандидатской диссертации от 03.05.2024 г.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты работы целесообразно использовать на рудниках, применяющих технологии с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями, а также в деятельности проектных организаций.

7. Замечания и вопросы по работе

По диссертационной работе имеется ряд замечаний редакционного и технического рода.

1. В горном деле нет понятия закладочные системы (стр. 10), есть системы разработки с закладкой выработанного пространства (или с искусственным поддержанием выработанного про-

странства). На Казском месторождении, системы разработки с твердеющей закладкой нет, на руднике используется геотехнология с обрушением (думается автор сделал опечатку, так как данные взяты с рудников Горной Шории). В автореферате не охарактеризован показатель N – отношение каких размеров профиля. Также, на мой взгляд, желательно было показать в автореферате, как автор решал численную задачу, (расчетная схема, постановка задачи, краевые условия).

2. Что явилось обоснованием при выборе конструкции инерционного сгустителя со скошенным дном рабочей камеры? Какие основные показатели рассматривались при обосновании геометрии инерционного сгустителя?

3. При разработке численной модели автор утверждает, что для дискретизации использовались тетраэдры, призмы и квадраты (на рисунке визуально показаны только тетраэдры). Также сопоставление размеров частиц в потоке с разбивкой среды (пространства) на конечные элементы КЭ (см. рис. 2.3) показывает, что автору следовало бы с большей степенью сгустить сетку КЭ (более основательно уменьшить размер КЭ), от этого выиграли бы качество и корректность полученных результатов.

4. Хотелось бы более подробно ознакомиться с расчетной схемой, с постановкой задачи и краевыми (начальными и граничными) условиями при математическом моделировании, т.е. не совсем ясно какие условия (параметры) задавались на входе и выходе, а также при взаимодействии потока с корпусом сгустителя. Зачем автору плотность стали в качестве начальных параметров в численной модели (см. табл. 2.1)?

5. См. рис. 2.5. Если смотреть на рисунок, то визуально видно приблизительно равенство поперечных размеров впускного патрубка и размера между наклонным дном камеры и отклоняющим гидродинамическим профилем, почему скорости здесь разные, ведь гидросмесь можно отнести к несжимаемой или малосжимаемой?

6. Автор утверждает, что она разработала математическую модель процесса седиментации частиц дисперсной фазы и формирования сгущенного потока. Так как отсутствует формализованный вид этой модели, предположу, что диссертант всё же разработал численную модель в которой исследуемый процесс описывается решением системы существующих (классических) дифференциальных уравнений в частных производных.

7. Необходимо пояснить, по какой причине в ходе экспериментального исследования наблюдается снижение массы закладочной смеси при увеличении содержания дисперсной фазы?

Выделенные замечания и суждения не снижают общей научной и практической ценности диссертационной работы и относятся, в основном, к форме представления результатов, требующих, в некоторых случаях, пояснения. Исследования оцениваются положительно, изложены технически грамотно и корректно, хорошо оформлены, характеризуются новизной и перспективностью для

практического освоения в условиях действующих рудников и шахт, что является важнейшим фактором прикладной реализации.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Оборудование для сгущения закладочных гидросмесей на финальном участке транспортирования», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8 – «Геотехнология, горные машины» полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а её автор Волчихина Александра Алексеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8 – «Геотехнология, горные машины».

Официальный оппонент

Ведущий научный сотрудник лаборатории подземной разработки рудных месторождений, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела им. Н.П. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук (ИГД СО РАН), 630091, Россия, Новосибирск, Красный проспект, 54, тел. +7 (383) 205–30–30, доб. 129
доктор технических наук,
e-mail: nnn_aa@mail.ru, тел. 89232200279

Неверов Александр Алексеевич
27.08.2024 г.

Я, Неверов Александр Алексеевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

Неверов Александр Алексеевич
27.08.2024 г.

Подпись официального оппонента, д.т.н., ведущего научного сотрудника лаборатории подземной разработки рудных месторождений Неверова Александра Алексеевича заверяю

Зам. директора ИГД СО РАН по научной работе
(технологическое направление), к.т.н.



Гаврилов Владимир Леонидович
27.08.2024 г.

Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела им. Н.П. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук (ИГД СО РАН)

Почтовый адрес: 630091, г. Новосибирск, Красный проспект, д. 54.

Официальный сайт в сети Интернет: <https://www.misd.ru/>

эл. почта: mailigd@misd.ru

телефон: +7 (383) 205-30-30

