



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)

Куйбышева ул., д.30, Екатеринбург, 620144, ГСП. Тел./факс:(343)257-25-47/ 251-48-38
E-mail:office@ursmu.ru,http://www.ursmu.ru
ОКПО 02069237, ОГРН 1036603993777, ИНН/КПП 6661001004/667101001

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО « УГГУ »
доктор физико-математических наук



Д.В. Зайцев

« 11 » *декабрь* 2024г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

на диссертацию Боровикова Евгения Васильевича
на тему: «Разработка технологии формирования комбинированного
искусственного массива при освоении крутопадающих рудных тел
средней мощности», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 2.8.8. Геотехнология,
горные машины

В Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный горный университет» представлена диссертация, изложенная на 114 страницах машинописного текста, включающая 60 рисунков, 2 таблицы, список литературы из 123 наименований и состоящая из введения, четырех глав, заключения и автореферата диссертации.

Актуальность темы диссертационной работы.

Диссертация Боровикова Евгения Васильевича посвящена решению актуальной научно-практической задачи, заключающаяся в повышении экономической эффективности очистных работ за счет снижения объема высокочрезвычайно затратных твердеющих смесей при применении камерных систем разработки с искусственным поддержанием выработанного пространства путем инъекционного упрочнения сухой породной закладки.

В настоящее время ведение горных работ подземным способом сопряжено с постоянно ухудшающимися условиями разработки. Все

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»
за № _____
Дата регистрации <u>27.12.2024</u>
Фамилия регистратора _____

сложнее становятся природные горно-геологические условия, обусловленные понижением глубины горных работ и ростом напряженности массива. Очистная выемка ведется в сильнотрещиноватом и мелкоблочном массиве, что не позволяет иметь большие пролеты обнажений. Вместе с природными условиями по мере развития горных работ в геометрической прогрессии ухудшаются горнотехнические условия эксплуатации, связанные с нарушением сплошности массива и перераспределением поля напряжений и их концентрации в районе выработанных пространств. Все это ведет к снижению производительности очистной выемки ввиду отсутствия технологической возможности формирования больших по объемам выемочных единиц, свойственных камерным системам разработки.

Общая характеристика работы.

Диссертационное исследование посвящено решению актуальной научно-практической задачи повышения экономической эффективности очистных работ при применении камерных систем разработки с искусственным поддержанием выработанного пространства путем инъекционного упрочнения сухой породной закладки, имеющей большое значение для науки и практики горнорудной промышленности. В соответствии с поставленной целью разработаны и обоснованы параметры технологии формирования комбинированного искусственного массива, обеспечивающего снижение объема твердеющей закладочной смеси для повышения экономической эффективности отработки месторождений и безопасности ведения горных работ.

В первой главе приведены анализ и обобщение опыта применения камерных систем разработки с различными видами закладки выработанного пространства при подземной добыче руд. Подробно рассмотрены существующие технологии формирования комбинированных закладочных массивов, сформулированы цель, задачи и методы исследований. Рассмотрена возможность использования дробленой породы в качестве закладочного материала, позволяющей обеспечить снижение себестоимости закладочных работ и негативного влияния отходов горного производства на окружающую среду.

Во второй главе изложены результаты исследования процесса инъектирования сухой породной закладки, основных характеристик закладочного материала и свойств раствора. Результаты исследований показали, что инъектируемый слой будет иметь достаточную прочность. Максимальный радиус проникновения раствора составил 5 м, при этом при удалении от инъектора прочность слоя снижалась. Кроме того, взрывание зарядов на зажимающую среду породной закладки обеспечивает ее уплотнение, что повышает устойчивость искусственного массива до 30%. Для недопущения повреждений и растрескивания твердеющего массива первый ряд скважин рекомендуется располагать на расстоянии не менее 1,1 м от упрочняемого слоя.

В третьей главе представлена конструкция варианта камерной системы разработки с упрочнением сухой породной закладки путем инъектирования. Установлено влияние угла наклона камеры на величину бокового давления, а также высоты камеры и глубины ведения горных работ на толщину упрочненного слоя закладочного массива. Определено, что для сохранения устойчивого обнажения висячего бока камеры необходимо обеспечить соотношение площадей укрепленного слоя и сухой породной закладки, равным $1/3$.

В четвертой главе проведены технико-экономическая оценка предлагаемых технологических решений и результаты опытно-промышленных испытаний технологии на примере Сафьяновского месторождения. Расчетами установлено, что при годовой добыче 500 000 тонн руды предлагаемый вариант позволяет сократить эксплуатационные расходы, по сравнению с традиционной этажно-камерной системой разработки с полной закладкой выработанного пространства, на 169,5 млн. рублей или на 12%.

Новизна основных научных и практических результатов

Работа обладает научной новизной и имеет практическую значимость. В диссертации предложен принцип создания комбинированного искусственного массива, основанный на инъекционном упрочнении сухой породной закладки. Научно обоснованы зависимости: толщины укрепленного слоя от длины и высоты камеры, прочности закладочного массива от расстояния удаления инъектора, прочности закладочного массива от водоцементного соотношения. В качестве практических результатов исследований выделяется разработанная новая конструкция варианта этажно-камерной системы разработки с сухой породной закладкой выработанного пространства и инъекционным упрочнением, обоснованы параметры технологии формирования комбинированного искусственного массива, обеспечивающего снижение объема твердеющей закладочной смеси для повышения экономической эффективности отработки месторождения и безопасности ведения горных работ.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность научных положений диссертационного исследования достигается за счет использования комплексного метода исследований, включающего анализ и обобщение практики закладочных работ при отработке рудных залежей камерными системами разработки с закладкой, математическое моделирование напряженно-деформированного состояния элементов конструкции закладочного массива методом конечных элементов, физическое моделирование процесса закладочных работ, аналитические и статистические расчеты, технико-экономический анализ результатов.

Достоверность результатов научных положений диссертационного

исследования обеспечивается надежностью и представительным объемом исходных данных, использованием современных программных средств при разработке и проведении компьютерного моделирования, апробацией результатов исследований на рудниках по добыче руд черных и цветных металлов и подтверждается согласованностью между собой данных, полученных различными методами исследований, с данными практики, положительными результатами применения научно-методических положений диссертации при промышленной апробации разработанных технологических решений.

Значимость для науки и производства полученных автором диссертации результатов

Ценность научной работы заключается в том, что на основании выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований дано решение актуальной научно-практической задачи, посвященной повышению экономической эффективности очистных работ за счет снижения объема высокочрезвычайно затратных твердеющих смесей при применении камерных систем разработки с искусственным поддержанием выработанного пространства путем инъекционного упрочнения сухой породной закладки и имеющей важное значение для науки и практики в горнорудной промышленности.

Научную новизну работы составляет принцип создания комбинированного искусственного массива, основанный на инъекционном упрочнении сухой породной закладки и установленные зависимости: толщины укрепленного слоя от длины и высоты камеры, прочности закладочного массива от расстояния удаления иньектора, прочности закладочного массива от водоцементного соотношения.

Результаты работы отличаются надежностью и представительным объемом исходных данных; использованием современных программных средств при разработке и проведении компьютерного моделирования; подтверждаются согласованностью данных, полученных различными методами исследования, между собой и с данными практики.

Практическая ценность научных работ соискателя состоит в том, что в них отражены основные положения и результаты диссертационного исследования: параметры технологии с инъекционным упрочнением сухого закладочного массива, обоснованные в результате исследований, и установленные зависимости определяют повышение экономической эффективности очистных работ при применении систем разработки с закладкой выработанного пространства. Материалы диссертации использованы при выполнении научно-исследовательской работы «Разработка технологии формирования искусственных массивов с заданными геотехническими характеристиками в условиях Сафьяновского медно-колчеданного месторождения» при подготовке проектной документации.

Также основные научные положения и практические решения диссертации использованы в научно-методическом обеспечении учебного процесса по дисциплинам: «Проектирование рудников», «Процессы подземной разработки рудных месторождений», «Системы разработки рудных месторождений» специальности 21.05.04 – Горное дело, «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых».

О стиле и языке диссертации и автореферата. Соответствие автореферата основным положениям диссертации

Диссертационная работа написана грамотным языком, оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Автор использует общепринятую научную терминологию, что делает работу доступной для восприятия специалистами. Выводы и рекомендации работы изложены четко и лаконично. Структура и содержание автореферата соответствуют основным положениям диссертации.

Представленная диссертация может быть квалифицирована как самостоятельное законченное научно-квалификационное исследование, соответствующее паспорту специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины, а именно п.5 (способы вскрытия шахтных (карьерных) полей, их подготовки, системы разработки, комплексная механизация, технологические процессы добычи твердых полезных ископаемых) и п.7 (способы управления состоянием подрабатываемых породных массивов, исключая критические деформации земной поверхности и опасные проявления горного давления при разработке месторождений твердых полезных ископаемых и освоении подземного пространства, в том числе с использованием крепей различных конструкций).

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы в проектно-исследовательских организациях при составлении проектной документации для разработки рудных месторождений, выполнении предпроектных научных исследований, а также на горных предприятиях при разработке эксплуатационных и инструктивных материалов. Целесообразно использовать результаты исследований при подготовке горных инженеров по специальности «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых». Очевидна связь полученных в работе результатов с основными направлениями исследований в смежных отраслях науки, такими как геомеханика, геология, экономика.

Приведенные выше соображения дают основания утверждать, что рассматриваемая диссертационная работа, безусловно, имеет практическую значимость и представляет научный интерес.

7. Замечания по диссертации и автореферату:

Рассматриваемая диссертация, безусловно, имеет практическую значимость для горнодобывающих предприятий и представляет определенный интерес в научном плане. Однако, по содержанию работы имеются следующие замечания:

1. Каковы параметры обнажения при определении мощности защитного слоя в зависимости от прочности закладки?

2. Работа безусловно имеет оригинальный характер. Однако, в работе не представлены дальнейшее возможное развитие данного направления.

3. Возможна ли укрепление слоя сухой породной закладки другими способами, не через скважины?

4. Уравнение для нахождения ширины укрепленного слоя, полученное на статистическом материале, следовало сопроводить ожидаемой погрешностью.

5. Какие меры предусматриваются для недопущения оставления твердеющего материала в закладочных скважинах?

Отмеченные замечания не снижают высокой теоретической значимости и практической ценности работы.

Заключение по диссертации и автореферату

Представленная диссертация «Разработка технологии формирования комбинированного искусственного массива при освоении крутопадающих рудных тел средней мощности», выполнена на актуальную тему, обладает новизной и практической ценностью. Основные результаты опубликованы в научно-технической литературе, обсуждены на научно-технических совещаниях и конференциях и симпозиумах, раскрыты в 5 научных работах, в том числе 4 статьях, опубликованных в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Российской Федерации, рецензируемых в международных базах Scopus и Web of Science. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Представленная Боровиковым Е.В. к защите диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной научно-практической задачи повышения экономической эффективности очистных работ за счет снижения объема высокочрезмерных твердеющих смесей при применении камерных систем разработки с искусственным поддержанием выработанного пространства путем инъекционного упрочнения сухой породной закладки, имеющей важное значение для науки и практики горнорудной промышленности.

В целом, представленная работа соответствует требованиям п.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013), а ее автор, Боровиков Евгений Васильевич, заслуживает присуждения ученой степени

кандидата технических наук по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины.

Диссертация, автореферат и отзыв рассмотрены на заседании кафедры горного дела Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный горный университет» 17.12.2024 г., протокол № 4.

Профессор кафедры горного дела
ФГБОУ ВО «УГГУ»,
кандидат технических наук, доцент



В.Д. Пропп

тел. +7 (343) 283-09-62
e-mail: gtf.gd@m.ursmu.ru

Отзыв составил:

Пропп Владимир Давыдович – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры горного дела ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет». Специальность: «Геотехнология, горные машины».

Пропп В.Д. согласен на обработку персональных данных.

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный горный университет»

Адрес: 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева 30.

Телефон, факс +7(343) 257-25-47

E-mail: rector@m.ursmu.ru

Подпись профессора кафедры горного дела, кандидата технических наук, доцента Проппа В.Д. заверяю.

Начальник отдела кадров ФГБОУ ВО «УГГУ»  Т.Б. Сабанова

17.12.2024