

С И Б И Р С К И Й
Ф Е Д Е Р А Л Ь Н Ы Й
У Н И В Е Р С И Т Е Т

S I B E R I A N
F E D E R A L
U N I V E R S I T Y

УТВЕРЖДАЮ:

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский федеральный университет»

660041, Красноярский край,
г. Красноярск, проспект Свободный, д. 79
телефон: (391) 244-82-13, тел./факс: (391) 244-86-25
http://www.sfu-kras.ru, e-mail: office@sfu-kras.ru

ОКПО 02067876; ОГРН 1022402137460;
ИНН/КПП 2463011853/246301001



Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Сибирский
федеральный университет»

Руслан Александрович Барышев

«*[Signature]*» 11 2023 г.

№ _____
на № _____ от _____

ОТЗЫВ

**ведущей организации на диссертационную работу
Доможирова Дмитрия Викторовича на тему «Развитие методологии
управления качеством минерального сырья путем разработки технологии
и обоснования параметров подготовки к выемке горных пород
сложноструктурных месторождений», представленную на соискание
ученой степени доктора технических наук по специальности
2.8.8. Геотехнология, горные машины**

В федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет» была представлена диссертация, изложенная на 352 страницах машинописного текста, включающая 145 рисунков и 85 таблиц, список использованной литературы из 292 наименований и 3 приложения, состоящая из введения, шести глав, заключения, а также автореферат диссертации. По результатам обсуждения материалов диссертации на заседании кафедры «Открытые горные работы» (протокол № 3 от «15» ноября 2023) принято следующее заключение.

1. Актуальность работы. Диссертация Доможирова Дмитрия Викторовича посвящена актуальной проблеме по управлению качеством минерального сырья при открытой разработке сложноструктурных месторождений на основе реализации предложенных способов и методов обоснования параметров буровзрывной подготовки горных пород к выемке для повышения эффективности функционирования горно-перерабатывающих предприятий.

Открытая геотехнологии в современных условиях характеризуется усложнением горно-геологических и горнотехнических условий, снижением

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»
за № _____
Дата регистрации 05.12.2023
Фамилия регистратора _____

качества полезного ископаемого, возрастаем производственной мощности и увеличением подготавливаемых к выемке объемов горной массы и, как следствие, ростом затрат на добычу и переработку минерального сырья. В свою очередь, современная тенденция развития открытых горных работ направлена на получение недропользователем широкого спектра видов и ассортимента сортов товарной продукции с целью получения максимальной прибыли от реализации готовой продукции с заданными потребительскими и технологическими свойствами.

Повышение экономической эффективности и обеспечение условий безопасного освоения сложноструктурных месторождений потребовало обоснование новой концепции управления качеством минерального сырья на этапе подготовки горных пород к выемке на основе внедрения инновационных геотехнологий. Главным условием управления качеством минерального сырья на сложноструктурных месторождениях является разработка и внедрение новых технологических решений, ранее не характерных для традиционной геотехнологии процесса подготовки на этапе добычи и переработки, либо рассмотрение известных процессов в новом качестве с учетом текстурно-структурных особенностей подготавливаемого сложноструктурного массива горных пород к выемке и ограничивающих факторов. При этом в условиях сложноструктурных месторождений управление качеством минерального сырья, имеющимися технологическими решениями приводит к снижению производительности карьера по полезному ископаемому и сортов товарной продукции и эффективности горнодобывающего предприятия и комплексности освоения запасов, что указывает на актуальность темы диссертационной работы и ее значимость для науки и практики функционирования горнопромышленного комплекса.

2. Общая характеристика работы. Диссертационное исследование посвящено развитию методологии управления качеством минерального сырья на сложноструктурных месторождениях путем разработки технологии и обоснования параметров подготовки к выемке горных пород. Идея работы заключается в совершенствовании технологии подготовки к выемке горных пород сложноструктурных месторождений за счет районирования природных массивов по вещественному составу, свойствам и структурным особенностям и регулирования энергоемкости процессов взрывного разрушения и механического дробления в ходе добычи и переработки для обеспечения требований кондиций и гранулометрического состава.

Поставленная в работе цель достигнута на основе: анализа современного состояния открытой геотехнологии и перспектив развития процесса подготовки горных пород к выемке при разработке сложноструктурных природных массивов; обоснования качества взрывной подготовки с учетом критериев и показателей горно-перерабатывающего производства и требований потребителей готовой продукции; разработки методики оценки потерь и разубоживания полезных ископаемых при подготовке к выемке горных пород месторождений со сложными горно-геологическими условиями; развития методологии и практических рекомендаций по выбору технологии и обоснования параметров подготовки горных пород к выемке на сложноструктурных месторождениях руды, угля и нерудных строительных материалов. Разработан алгоритм и комплексная методика оперативного определения параметров буровзрывной подготовки горных пород сложноструктурных месторождений к выемке, учитывающие конструктивные, геометрические параметры горнотехнической системы, энергетические характеристики скважинного заряда и физико-механические свойства горных пород. Определены и систематизированы масштабные коэффициенты, учитывающие: одновременность наложения прихода возмущений к охраняемому объекту от мгновенно взрывающихся участков массива горных пород в различных разноудаленных блоках при каскадных взрывах; рельеф в зависимости от его неоднородности и расположения заряда ВВ. Автором поставлен и решен комплекс актуальных взаимосвязанных задач, что свидетельствует о завершенности представленной к защите диссертации.

В первой главе проведен анализ современного состояния открытой геотехнологии и перспектив развития процесса подготовки горных пород к выемке при разработке сложноструктурных природных массивов и тенденций развития научно-методических основ обоснования технологии и параметров процессов подготовки пород к выемке с учетом требований к качеству минерального сырья. Определены цель, задачи и методы исследований.

Во второй главе обоснована концепция управления качеством минерального сырья на этапе подготовки к выемке горных пород для повышения эффективности добычи и его переработки. Систематизированы показатели качества минерального сырья сложноструктурных природных массивов и технологий взрывной подготовки. Разработана методика оценки потерь и разубоживания полезных ископаемых при подготовке к выемке горных пород месторождений со сложными горно-геологическими условиями в

зоне контактов со сложноструктурными прослойками и тектоническими нарушениями.

В третьей главе выполнены исследования влияния параметров взрывной подготовки горных пород на сложноструктурных месторождениях к выемке при управлении качеством минерального сырья с учетом типов ВВ, сложности залегания, конструкции заряда ВВ и удельного расхода ВВ. Разработаны номограммы для оперативного расчета параметров буровзрывной подготовки горных пород к выемке минерального сырья на сложноструктурных месторождениях.

В четвертой главе обоснованы технологии и параметры подготовки горных пород к выемке для повышения качества, комплексности и эффективности освоения сложноструктурных месторождений. Разработаны технологии взрывной и механической подготовки для обеспечения требуемого качества товарной продукции и заданного гранулометрического состава с учетом трещиноватости массива. Разработан алгоритм выбора геотехнологии подготовки горных пород к выемке при управлении качеством на сложноструктурных месторождениях.

В пятой главе обосновано развитие методологии выбора технологии и обоснования параметров подготовки горных пород к выемке на сложноструктурных месторождениях для управления качеством минерального сырья с обеспечением сохранности охраняемых объектов. Разработана номограмма по установлению массы одновременно взрываемого заряда для обеспечения ударно-воздушной волновой безопасности при взрывах в каскадах, учитывающая энергетические и конструктивные особенности скважинного заряда.

В шестой главе разработаны практические рекомендации по обоснованию технологии и параметров подготовки горных пород к выемке на сложноструктурных рудных и нерудных месторождениях с оценкой технико-экономической эффективности предлагаемых технологических решений. Сформулированные по результатам исследований выводы и рекомендации научно обоснованы и ясно изложены, обладают значимой научной и практической ценностью. Представленная на рассмотрение диссертация характеризуется единой логикой, непротиворечивостью полученных данных.

3. Новизна исследований полученных результатов, выводов и рекомендаций. Основные научные результаты, полученные автором:

1. Установлено, что управление качеством минерального сырья достигается районированием природных массивов сложноструктурного

месторождения по текстурно-структурным особенностям с учетом оптимальной интегральной энергоемкости процессов подготовки и механического дробления минерального сырья в ходе добычи и переработки для обеспечения заданного требования кондиций и гранулометрического состава

2. Доказано, что эффективность процесса управления качеством минерального сырья определяется оптимальной интегральной энергоемкостью дезинтеграции пород в ходе добычи и переработки полезного ископаемого, учитывающей удельную химическую энергию взрывной подготовки и удельную электрическую энергию процессов дробления на обогатительном переделе, что достигается оптимальной областью приведенной глубины заложения скважинного заряда в диапазоне 0,9-1,1 м/кг^{1/3}, зависящей от энергетических, конструктивных и геометрических параметров буровзрывных работ: массы и конструкции зарядов, сетки скважин и схемы их коммутации

3. Установлено, что в процессе подготовки горных пород сложноструктурных месторождений к выемке снижение переизмельчения и увеличение выхода негабарита приводит к повышению объема товарной продукции высокой степени чистоты, снижению потерь и разубоживанию вредными включениями.

4. Доказано, что повышение качества минерального сырья достигается снижением зоны нерегулируемого дробления горных пород путем обоснования оптимальных параметров БВР с учетом принципа автотельности при расчете критических скоростей смещения, генерируемых взрывом, характеристик проводящей среды, вещественного состава и качественные показатели товарной продукции.

4. Значимость для науки и производства полученных автором результатов. К наиболее значимым научным и практическим результатам диссертации в области геотехнологии относятся следующие:

1. Предложено развитие методологии управления качеством минерального сырья заключается в учете принципов разрушения природного массива путем формирования структурных элементов раскрытия и разделения по критерию оптимальной интегральной энергоемкости процесса подготовки на стадиях добычи и переработки.

2. Обоснована и разработана методика районирования природных массивов сложноструктурного месторождения на участки по структурным характеристикам и вещественному составу, типу и сортам товарной продукции, учитывающая показатель качества пород RQD и трещиноватость на этапе

определения технологических параметров процессов подготовки и механического дробления.

3. Обоснована модель и разработана методика расчета параметров буровзрывной подготовки пород к выемке для повышения качества минерального сырья, увеличения спектра товарной продукции и полноты освоения запасов месторождения, отличающаяся учетом оптимальной области приведенной глубины заложения скважинного заряда ($h_{пр} = 0,9-1,1 \text{ м/кг}^{1/3}$), технологических, качественных, ограничивающих факторов и масштабных поправок на сейсмоакустические условия безопасности для охраняемых объектов.

4. Разработана классификация месторождений (участков) полезных ископаемых и видов добываемого сырья по сложности структурного строения, учитывающая показатели его изменчивости, физико-механические характеристики, позволяющая с учетом разработанных принципов управления качеством минерального сырья обосновывать методы управления качеством подготовки горных пород к выемке.

5. Разработана методика обоснования технологии и параметров подготовки пород к выемке сложноструктурных месторождений, базирующаяся на установленных зависимостях конструктивных и геометрических параметров скважинных зарядов от требований кондиций, гранулометрического состава и безопасности, с использованием разработанных номограмм.

Вышеуказанные результаты позволяют уверенно прогнозировать эффективность использования научно-технических решений по обоснованию технологии и параметров подготовки пород к выемке при управлении качеством минерального сырья в условиях сложноструктурных месторождений.

Практическая значимость результатов исследования состоит в разработке технологических рекомендаций по выбору и обоснованию параметров технологии подготовки к выемке минерального сырья при открытой разработке сложноструктурных месторождений рудных, угольных, декоративного камня и строительных материалов.

5. О стиле и языке диссертации и автореферата. Соответствие автореферата основным положениям диссертации. Диссертация 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 к пониманию широким кругом специалистов. Выводы

и рекомендации работы изложены четко и лаконично. Структура и содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

6. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Полученные в диссертации результаты, оформленные в виде соответствующих методик и процедур, рекомендуется использовать:

1. В проектной документации при производстве массовых взрывов на сложноструктурных месторождениях для управления качеством минерального сырья и получения максимального спектра видов и сортов товарной продукции, и обеспечения их максимального выхода с заданным гранулометрическим составом горной массы при минимальных потерях и разубоживания. Заинтересованными предприятиями и учреждениями могут быть научно-исследовательские и проектные институты горного профиля, а также научно-производственные отделы горнодобывающих предприятий, разрабатывающих сложноструктурные месторождения твердых полезных ископаемых.

2. В учебном процессе при изучении студентами специальности 21.05.04 – Горное дело, специализации «Открытые горные работы» дисциплин «Управление качеством рудопотока на открытых горных работах», «Планирование открытых горных работ», «Технология и безопасность взрывных работ», «Рациональное использование природных ресурсов», «Разработка рудных и угольных месторождений», которые регламентированы действующими Федеральными образовательными стандартами.

7. Замечания по диссертации и автореферату. Рассматриваемая диссертация, безусловно, имеет практическую значимость для горно-перерабатывающих предприятий и представляет определенный интерес в научном плане. Однако по содержанию работы имеются следующие замечания:

1. На рисунках 1 и 6 автореферата (рис. 2.3 и 2.10 диссертации) не расшифрованы обозначения.

2. Не понятно, почему часть материала, представленного в п. 1.4 диссертации (Классификация по сложности структурного строения месторождений (участков) твердых полезных ископаемых), является результатом выполненных автором исследований по обобщению опыта разработки сложноструктурных месторождений, представлена в первой главе, являющейся обзорной.

3. Непонятно, является ли авторской методика расчета величины потерь, представленная на рис. 8 автореферата (рис. 2.16 диссертации).

4. В автореферате не расшифрованы некоторые использованные аббревиатуры ЛСПП (рис. 12) и УВВ (рис. 21).

5. В работе отсутствует оценка возможности применения предлагаемых технологических решений на других месторождениях, например, железорудных и цветных металлов.

6. В списке литературы имеются источники, которые расположены не в алфавитном порядке.

Отмеченные замечания не снижают теоретической значимости и практической ценности работы.

8. Заключение. Представленная на отзыв диссертационная работа «Развитие методологии управления качеством минерального сырья путем разработки технологии и обоснования параметров подготовки к выемке горных пород сложноструктурных месторождений» выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной и практической ценностью.

В диссертации в полном объеме реализованы и отражены в результатах и публикациях цель работы – обоснование технологии и параметров подготовки к выемке пород сложноструктурных природных массивов для повышения качества минерального сырья при комплексном освоении месторождения с обеспечением эффективности функционирования горнопромышленного комплекса.

Основные результаты, положения и рекомендации диссертации широко апробированы и получили одобрение горной общественности на международных конференциях и симпозиумах, опубликованы в 46 научных работах, из них: 16 статей в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ; 4 – в изданиях, индексируемых в базах Web of Science и Scopus; 16 – в прочих изданиях; 7 учебных пособий и 1 монография, а также зарегистрирован 1 патент на изобретение и 1 свидетельство программы для ЭВМ. Разработанные в диссертации технологические рекомендации эффективно использованы в проектных решениях для взрывной и механической подготовки в период строительства и эксплуатации карьеров ПАО «ММК», АО «Галдинская горная компания», АО «Орское карьероуправление», АО «ЮГК», ООО «РИФ» и ООО «РИФ-Микрорамор» и ряда других.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации по всем квалификационным признакам: целям, задачам, пунктам научной новизны, практической значимости, положениям; выносимым на защиту.

Диссертация Доможирова Д.В. является законченной научно-квалификационной работой, в которой обоснована совокупность технологических решений по управлению качеством минерального сырья при

открытой разработке сложноструктурных месторождений на основе реализации предложенных способов и методов обоснования параметров буровзрывной подготовки горных пород к выемке, что имеет важное социально-экономическое значение для развития горнодобывающей промышленности России.

В целом, представленная диссертация соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждения ученых степеней» ВАК РФ, а её автор, Доможиров Дмитрий Викторович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины.


Диссертация рассмотрена, а отзыв утвержден на заседании кафедры «Открытые горные работы» (протокол № 3 от «15» ноября 2023 г.).

Председатель семинара,

доктор технических наук, профессор
кафедры

«Открытые горные работы»  Александр Иннокентьевич Косолапов

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет»
660041, Красноярский край, г. Красноярск, пр. Свободный, 79
контактный телефон: +7 (391) 206-22-22; 244-86-25,
E-mail: office@sfu-kras.ru

Я, Косолапов Александр Иннокентьевич, согласен на обработку персональных данных  Косолапов А.И.

