

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.324.06, СОЗДАННОГО НА
БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МАГНИТОГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Г.И. НОСОВА», МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26.12.2023 № 7

О присуждении Доможирову Дмитрию Викторовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Развитие методологии управления качеством минерального сырья путем разработки технологии и обоснования параметров подготовки к выемке горных пород сложноструктурных месторождений» по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины принята к защите 23 сентября 2023 года, протокол № 2, диссертационным советом 24.2.324.06, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38, приказ № 833/нк от 20.04.2023 года.

Соискатель Доможиров Дмитрий Викторович, «21» марта 1975 года рождения.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Совершенствование технологии взрывных работ для снижения сейсмо-акустического эффекта на карьерах» защитил в 2001 году в диссертационном совете, созданном на базе Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова.

Работает в должности доцента кафедры разработки месторождений полезных ископаемых в ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре разработки месторождений полезных ископаемых ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – профессор, доктор технических наук Пыталев Иван Алексеевич, директор института горного дела и транспорта в ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Официальные оппоненты:

1. Агафонов Валерий Владимирович, доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», профессор кафедры геотехнологий освоения недр;

2. Качурин Николай Михайлович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», заведующий кафедрой геотехнологий и строительства подземных сооружений;

3. Сытенков Виктор Николаевич, доктор технических наук, профессор, ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского», заведующий отделом методических основ оценки проектной и технической документации на разработку месторождений твердых полезных ископаемых

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, в своем положительном отзыве, подготовленном Косолаповым Александром Иннокентьевичем - доктором технических наук, профессором, профессором кафедры «Открытые горные работы» и утвержденном проректором по научной работе Барышевым Русланом Александровичем, указала, что диссертация Доможирова Д.В. «Развитие методологии управления качеством минерального сырья путем разработки технологии и обоснования параметров подготовки к выемке горных пород сложноструктурных месторождений» 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, 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.

Соискатель имеет 46 опубликованных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки опубликовано 16 работ, в изданиях, индексируемых в базах Web of Science и Scopus – 4 работы, в прочих изданиях - 16 работ, 7 учебных пособий, 1 монография, а также зарегистрирована 1 программа для ЭВМ и получен 1 патент РФ.

Наиболее значительные работы по теме диссертации:

1. Повышение качества дробления и оптимизации параметров буровзрывных работ при применении эмульсионных ВВ и высокоуступной технологии добычи на рудных месторождениях / Д.В. Доможиров, И.А. Пыталев, И.И. Носов, В.И. Носов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2016. – № S36. – С. 35-42.

2. Доможиров, Д. В. Обеспечение безопасности буровзрывных работ при взрывании парносближенных скважин высоких уступов на карьерах / Н.В. Угольников, Д.В. Доможиров // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2019. – № 3. – С. 332-343.

3. Application of hydrohammers of heavy class in the development of marble deposits in mining operations / I.A. Pytalev, D.V. Domozhiron, N.V. Ugolnikov, A.A. Prochorov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020; 966(1): 012020.

4. Обеспечение высокого качества взрывной подготовки пород к выемке при открытом способе добычи в сложных горно-геологических условиях и существенном росте масштабов работ / И.А. Пыталев, Д.В. Доможиров, Н.В. Угольников, А.А. Прохоров, В.В. Пронин // Маркшейдерский вестник. – 2021. – № 5-6 (144-145). – С. 116-121.

5. Способ повышения качества подготовки пород к выемке при использовании эмульсионных взрывчатых веществ на карьерах с высокими уступами / И.А. Пыталев, Д.В. Доможиров, Е.Е. Швабенланд, А.А. Прохоров, В.В. Пронин // Горная промышленность. – 2021. – № 6. – С. 62-67.

6. Обоснование области и опыта применения однорядного взрывания в условиях повышенных требований к качеству полезного ископаемого / И.А. Пыталев, Д.В. Доможиров, Е.Е. Швабенланд, В.В. Пронин, А.А. Прохоров // Горная промышленность. – 2022. – № 1. – С. 110-115

7. Обоснование ударно-воздушной волновой безопасности промышленных взрывов больших блоков в каскадах / Д.В. Доможиров, В.Х. Пергамент, А.А. Полинов, И.А. Пыталев // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2023. – № 1. – С. 413-426.

8. Доможиров, Д.В. К вопросу повышения эффективности добычи и переработки минерального сырья за счет управления параметрами буровзрывных работ для достижения требований к качеству / Д.В. Доможиров // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2023. – Т. 21. – №1. – С. 5-14.

9. Влияние рельефа на ударно-воздушный волновой эффект при взрывных работах в карьере / Д.В. Доможиров, В.Х. Пергамент, А.А. Полинов, И.А. Пыталев // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2023. – № 2. – С. 147-157.

В научных работах соискателя отражены: разработанные и обоснованные в диссертации технологии подготовки к выемке горных пород; комплексная методика выбора технологии и оперативного определения параметров подготовки горных пород сложноструктурных месторождений, обеспечивающие повышение качества минерального сырья; установленные зависимости изменения показателей качества минерального сырья и параметров буровзрывной подготовки от приведенной глубины заложения скважинного заряда; результаты апробации разработанных технологических решений на горнодобывающих предприятиях.

Общий объем наиболее значительных публикаций составляет 10,51 печатных листов, из них доля автора – 3,79 печатных листа. В публикациях соискателя в полном объеме отражены основные результаты диссертационной работы, выводы и рекомендации. Сведения об опубликованных работах достоверны.

На диссертацию и автореферат поступило 16 отзывов, все положительные:

1. **Рыбин В.В., д.т.н.,** руководитель лаборатории геомониторинга и устойчиво-

сти бортов карьеров; **Билин А.Л., к.т.н.**, ведущий научный сотрудник лаборатории теории комплексного сохранения и освоения недр, Горный институт – обособленное подразделение ФГБУН «Кольский научный центр Российской академии наук» (ГоИ КНЦ РАН), г. Апатиты: 1. Использование в работе узкоспециальных терминов без их разъяснения. Так, на стр. 27 и 38 предлагается применение БВР «с учетом принципа автомодельности» без пояснения, в чем заключается данный принцип. 2. Объединения в диссертации разработок по нескольким направлениям на различных специфических объектах, на наш взгляд рецензентов, приводит к некоторой эклектичности изложения материала. Возможно, данное замечание характерно только для автореферата;

2. **Айнбиндер И.И., д.т.н.**, профессор, генеральный директор, ООО «ГЕОЭКСПЕРТ», г. Москва: 1. В названии диссертационной работы заявлена разработка технологии и обоснование параметров подготовки к выемке горных пород, однако из автореферата, не вполне ясно, какая именно разработана технология и в чем отличие этой технологии от известных и широко применяемых на практике? 2. На рисунке 6, где в автореферате представлена концепция управления качеством минерального сырья при освоении сложноструктурных месторождений на этапе подготовки горных пород к выемке, по сути, в представленных материалах дана структуризация сложноструктурных месторождений по видам полезного ископаемого, их потребителей, факторах, определяющих методы управления качеством полезных ископаемых и показателям их реализации на практике. При этом отсутствуют пояснения к условным обозначениям? 3. Из автореферата не ясно, как пользоваться представленной на рисунке 22 номограммой расчета параметров взрывной подготовки для повышения производственной мощности горного предприятия и управления качеством минерального сырья? 4. К алгоритму, представленному на рисунке 23, также не даны условные обозначения, что затрудняет его понимание;

3. **Дмитрак Ю.В., д.т.н.**, профессор, заведующий отделом №3 «Моделирования и управления горнотехническими системами», ФГБУН «Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова» Российской академии наук (ИПКОН РАН), г. Москва: 1. Формула 18 позволяет определить величину забойки при управлении качеством минерального сырья. Для какого материала забойки или конструкции получена данная зависимость? 2. Предложенная в работе номо-

грамма (рис. 22) достаточно сложно воспринимается и вызывает ряд вопросов: шкалы имеют ограниченный диапазон, следовательно насколько она универсальна; не все шкалы соединены ключом, как их использовать. 3. На стр. 11 неверно указаны единицы измерения площади контакта - м³;

4. **Макаров А.Б., д.т.н.**, профессор, главный консультант по геомеханике, ООО СИЭМТИ Консалтинг, г. Москва: 1. Требуется дополнительное пояснение, чем отличается предложенный в диссертации способ управления качеством минерального сырья в сложных горно-геологических условиях от известных применяемых в настоящее время на практике способов? 2. Следует уточнить, насколько, изменятся размеры зон нерегулируемого дробления горных пород за счет применения рекомендуемой технологии подготовки к выемке горных пород? 3. Из рисунка 2 неясно, что показано на диаграммах: прибыль или область регулирования энергоемкости процессов, что означают позиции 1-4, что указано в мм, не понятно для каких условий и по каким видам минерального сырья получены столь общие значения;

5. **Лапин В.А., к.т.н.**, директор, НЧОУ ВО «Технический университет УГМК», г. Верхняя Пышма: 1. Для единовременной работы по добыче камня и щебня предполагается оставление демпферов (целиков). Учтены ли в работе данные потери как проектные или предполагается их отработка? 2. На участке декоративного камня (рис. 5) не указан вид и источник энергии разрушения.;

6. **Тюпин В.Н., д.т.н.**, профессор, ведущий научный сотрудник; **Яницкий Е.Б., к.г.н.**, заместитель генерального директора по научной работе и развитию ОАО «ВИОГЕМ», г. Белгород: 1. По тексту автореферата достаточно часто встречается словосочетание «природные массивы», а почему не месторождения или массивы горных пород? 2. На рисунке 4 представлена принципиальная модель районирования карьерного поля по качеству сырья. Не понятно, оценена ли экономическая целесообразность реализации предложенного принципа? Все сводится к максимально детальной степени разведанности месторождения, что весьма затратно и не реально на этапе проектного обоснования;

7. **Селюков А.В., д.т.н.**, доцент, заведующий кафедрой «Открытые горные работы», ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово: 1. Каким образом формируется в массиве демпферная

зона для повышения качества дробления и обеспечения безопасности взрывной подготовки, и каким образом оценивалось ее влияние на указанные параметры? 2. Рассматривалась ли в работе возможность формирования воздушного промежутка или инертной забойки в забое скважины для повышения качества товарной продукции, если да, то оценивалось ли их влияние на результаты взрывных работ, сейсмо- и УВВ безопасность. 3. Каким образом оценивалось влияние УВВ на безопасность охраняемых объектов карьеров;

8. **Глебов А.В., д.т.н.**, заместитель директора по научным вопросам, Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук (ИГД УрО РАН), г. Екатеринбург: 1. Предложенный в качестве критерия эффективности интегральный показатель энергоемкости процессов разрушения в зависимости от поставленных задач может стремиться либо к минимуму, либо к максимуму. Каковы эти задачи? Учитывается ли в предложенном критерии стоимость различных видов энергии? 2. На рисунке стр. 16 автореферата приведена противоречивая и спорная формулировка «В работе применительно к сложноструктурным месторождениям эти два показателя качества необходимо рассматривать в совокупности, поскольку качество горных работ (качество подготовки) определяет качество минерального сырья». Противоречивость заключается в том, что качество горных работ влияет на качество добываемого сырья, в то же время оно не определяет качество минерального сырья в недрах, оно задано природой и определяет технологию отработки, рудоподготовки (селективная выемка, усреднение, преобогащение), параметры оборудования и как функцию качества горных работ. 3. В тексте автореферата методика районирования месторождений по критерию качества товарной продукции встречается дважды (на стр. 1, 2-ой абз. и стр. 37 п.2), но описания, блок-схемы, последовательности действий для получения результата не приведено. По рисунку 4 можно догадываться, что предложен подход на основе блочного моделирования и каких-то итеративных вычислений, но применяемые алгоритмы интер- и экстрополяции, точности прогноза качества, доли текстурно-структурных характеристик, кондиций в комплексном показателе никак не освещены а автореферате;

9. **Ивашов Н.А., к.т.н.**, генеральный директор, ООО «Семеновский Рудник», с. Семеновское республика Башкортостан Замечаний нет;

10. **Сизиков А.В., д.т.н.,** профессор, генеральный директор, АО «Михеевский ГОК», п. Красноармейский: из формулы 10 автореферата непонятно, как при расчетах критических скоростей смещения массива, при действии соответственно сжимающих и растягивающих напряжений оценивается коэффициент динамичности K_d ;

11. **Прохоров А.А., к.т.н.,** директор, ООО «РИФ-Микрорамор», с. Еленинка: 1. На рис.1. представлена систематизация основных факторов, оказывающих влияние на качество минерального сырья и процесс дезинтеграции природных сложноструктурных массивов. Поясните, каким образом вскрытие и подготовка запасов полезного ископаемого, а также структура комплексной механизации оказывают влияние на качество минерального сырья и процесс дезинтеграции массивов. 2. В разработанной концепции управления качеством минерального сырья сложноструктурных месторождений на этапе подготовки горных пород к выемке представленной на рис.6 одним из принципов управления качеством минерального сырья предложено разупрочнение. Поясните, каким образом разупрочнение может оказать влияние на качество минерального сырья;

12. **Рассказов И.Ю., д.т.н.,** член-корреспондент РАН; **Галимьянов А.А., к.т.н.,** ведущий научный сотрудник, Институт горного дела, Дальневосточное отделение Российской академии наук – обособленное подразделение ФГБУН Хабаровского Федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения РАН, г. Хабаровск: 1. В пятом научном положении не учитывается негативный фактор от сейсмического воздействия взрыва посредством усиления интерференционных эффектов сейсмических волн при короткозамедленном взрывании с интервалом замедления менее 20 мс. Согласно п. 794 Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правил безопасности при хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения» при взрывании групп зарядов с замедлениями между взрывами в отдельной группе менее 20 мс, каждую такую группу следует рассматривать как отдельный заряд с общей массой для группы. 2. По нашему мнению, утверждение о том, что оптимальная глубина заложения скважинного заряда, обеспечивающая требуемый грансостав и заданные показатели потерь и разубоживания, не зависят от применяемых типов ВВ, не корректно, так как разные типы взрывчатых веществ обладают разными характеристиками (скорость детона-

ции, плотность, теплота взрыва и т.д.), от которых существенно зависит качество взорванной горной массы. 3. Разработанная методика, позволяющая на этапе проектирования определить параметры скважинного заряда, на основании проведенных исследований и выполненного моделирования колонкового заряда эмульсионных ВВ за счет дифференцирования плотности эмульсионной матрицы, вызывает большие сомнения относительно ее практического применения в настоящее время, однако предложенная методика актуальна в качестве модернизации комплекса БВР в будущем. Это во многом связано с отсутствием эффективных смесительно-зарядных машин, позволяющих оперативно и корректно изменять плотность эмульсионных взрывчатых веществ по колонке заряда;

13. **Лель Ю.И., д.т.н.**, профессор, заведующий кафедрой разработки месторождений открытым способом, ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», г. Екатеринбург Предлагаемая автором методика районирования природных массивов сложноструктурных месторождений требует серьезного приборного и информационного обеспечения, обработки больших массивов исходных данных. На многих предприятиях она вряд ли будет реализована. К сожалению, этим вопросам не уделяется достаточного внимания. 2. По нашему мнению, повышению эффективности подготовки горных пород к выемке при разработке сложноструктурных месторождений будет способствовать внедрение электронных систем инициирования внутрискважинных зарядов (ЭСИ) и переход на электрическое взрывание. В работе этому также не уделено внимания. 3. Не совсем понятно увлечение автором номограммами. Современные информационные технологии позволяют производить расчеты параметров БВР более эффективно;

14. **Сидоров А.И., д.т.н.**, профессор, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности, **Кравчук Т.С., к.т.н.**, доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск: 1. Целью работы является обоснование технологии и параметров подготовки пород к выемке. При этом объектом исследования является технологический процесс подготовки к выемке пород. Правомерно возникает вопрос, каким образом автору удалось обосновать технологию, если она не является объектом исследования? 2. Исходя из названия работы, ее цели и 5-6 задач исследования, а именно

обоснование технологии и параметров подготовки пород к выемке, не понятно, почему автор ограничился разработкой методики и модели только буровзрывного способа подготовки пород к выемке (что указано в новизне);

15. **Габараев О.З., д.т.н.**, профессор, заведующий кафедрой «Горное дело», ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт» (Государственный технологический университет), г. Владикавказ: 1. На рисунке автореферата 4 представлена модель районирования карьерного поля на примере месторождений строительных материалов, не ясно для каких строительных горных пород (гранит, мрамор, известняк, габбро и т.д.) может использоваться данная модель. 2. На рисунке 5 дано районирование карьерного поля сложноструктурного месторождения по технологическим участкам подготовки горных пород к выемке, а также по видам и сортам товарной продукции, при этом не указывается каким технологическим оборудованием рекомендовано отрабатывать первую и вторую демпферные зоны. 3. В тексте автореферата автор подчеркивает, что алгоритм выбора технологии подготовки горных пород к выемке позволяет на этапе проектирования горнотехнической системы определить параметры горного оборудования, при этом не поясняется каким образом происходит определение приоритетных параметров;

16. **Георгиевский А.Ф., д.г.-м.н.**, доцент, доцент департамента недропользования и нефтегазового дела инженерной академии, **Есина Е.Н., к.т.н.**, доцент, доцент департамента недропользования и нефтегазового дела инженерной академии ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Инженерная академия, г. Москва: 1. Из текста автореферата не понятно, что автор подразумевает под принципом «автомодельности». 2. На рисунке 16 автореферата представлены номограммы расчета параметров буровзрывной подготовки. Следует пояснить, как их использование влияет на управление качеством минерального сырья.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их значительным научно-практическим опытом, высокой квалификацией, известностью научными и практическими достижениями в своей профессиональной области, активной научной позицией, наличием работ, касающихся темы диссертации, опубликованных в рецензируемых научных журналах. Научные труды оппонентов и ведущей организации касаются вопросов в области: интегральных подходов к процессу подготовки кондиций

на полезное ископаемое и повышение технико-экономической эффективности производства угольных разрезов; использования потенциальных возможностей взрывного рыхления пород для повышения эффективности системы «Карьер - обогатительная фабрика»; методов определения полноты и качества извлечения из недр твердых полезных ископаемых на современном этапе; технологий селективной выемки маломощных угольных пластов сложного строения; эффективности комбинирования технологий выемки руд в пределах рудного поля.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная концепция управления качеством минерального сырья сложноструктурных месторождений на этапе подготовки горных пород к выемке, учитывающая принципы разрушения массивов горных пород при формировании в них структурных элементов раскрытия и разделения по критерию оптимальной интегральной энергоемкости процесса подготовки пород на стадиях добычи и переработки;

предложены новые геотехнологические решения по управлению качеством минерального сырья при открытой разработке сложноструктурных месторождений при подготовке горных пород к выемке; методика районирования природных массивов по структурным характеристикам и вещественному составу, типу и сортам товарной продукции, учитывающая при обосновании параметров процессов подготовки и механического дробления горных пород показатель качества массива RQD и трещиноватость; методика выбора технологии и обоснования параметров буровзрывной подготовки горных пород сложноструктурных месторождений к выемке, основанная на установленных зависимостях конструктивных параметров скважинных зарядов от требований кондиций, гранулометрического состава и учитывающая потери и разубоживание полезных ископаемых в зонах структурных нарушений и контактов с вмещающими породами;

доказаны: рациональные параметры буровзрывной подготовки сложноструктурных массивов горных пород для снижения размера зоны нерегулируемого дробления определяются с учетом принципа автомодельности при расчете критических скоростей смещения, генерируемых взрывом и управления качеством минерального сырья и исключения разубоживания, что обеспечивается сочетанием технологий механической

подготовки и однорядного взрывания для уменьшения переизмельчения пород и выхода негабарита;

введены: классификация по сложности структурного строения месторождений (участков) твердых полезных ископаемых и уточненная трактовка понятия сложно-структурного месторождения, под которым предлагается понимать геологическое строение и структурные особенности массивов горных пород по показателю сложности более 0,2 и частоте включений (пересечений) менее 0,8, который учитывает площадь контактов, объем запасов, число пересечений включений пропластов и различных сортов полезных ископаемых;

введен новый показатель - интегральная энергоемкость процессов разрушения горных пород, являющийся суммой энергоемкости процессов подготовки горных пород при добыче и переработке, как критерий эффективности процессов подготовки в соответствии с целевой функцией, значение которой в зависимости от поставленных задач должно стремиться к минимуму при достижении максимального объема товарной продукции без учета возможного количества сортов, либо с учетом всех возможных типов и сортов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, расширяющие существующие представления об управлении качеством минерального сырья сложноструктурных месторождений путем районирования карьерного поля и последующего обоснования технологии и параметров подготовки горных пород к выемке с учетом оптимизации интегральной энергоемкости процессов подготовки и механического дробления пород с достижением минимальных потерь и разубоживания полезных ископаемых и расширением спектра видов и сортов товарной продукции горного предприятия;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс методов исследований, включающий: анализ литературных источников, патентов и обобщение опыта подготовки горных пород к выемке при открытой геотехнологии на месторождениях со сложными горно-геологическими условиями, систематизацию результатов исследований в области управления качеством минерального сырья при подготовке на стадиях добычи и переработки, проведение лабораторных и опытно-

промышленных исследований, физического и математического моделирования технико-экономическую оценку результатов;

изложены научно-методические положения теории управления качеством минерального сырья сложноструктурных месторождений на этапе подготовки горных пород к выемке, определены механизмы разрушения сложноструктурного массива согласно волновой и динамической теории взрыва с учетом гипотез дробления горных пород энергией взрыва, оказывающие влияние на селективное разрушение при условии равенства или превышения критических значений скоростей смещения массива горных пород, генерируемых взрывом с учетом применения принципа автомодельности;

раскрыта концепция управления качеством минерального сырья при подготовке горных пород сложноструктурных месторождений к выемке, раскрывающая дополнительный потенциал для производства товарной продукции высокого качества и декоративных свойств;

изучены закономерности формирования показателей качества подготовки горных пород к выемке для достижения заданных требований к качеству товарной продукции в зависимости от коэффициента крепости взрываемого массива и приведенной глубины заложения скважинного заряда ВВ;

проведена модернизация методики селективного разрушения (дезинтеграции) горных пород на стадиях добычи и переработки за счет управления и оптимизации параметров буровзрывных работ и механического разрушения при обеспечении требований качества минерального сырья с учетом ограничивающих факторов;

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

разработаны и апробированы технические решения по выбору технологии и обоснования параметров подготовки горных пород сложноструктурных месторождений к выемке при открытой геотехнологии, оптимизирующие интегральную энергоемкость и приведенную глубину заложения скважинного заряда и позволяющие обеспечить повышение качества и расширение номенклатуры товарной продукции при комплексном освоении месторождений твердых полезных ископаемых с соблюдением требований промышленной и экологической безопасности;

определена область использования результатов работы: разработка типовых проектов производства буровзрывных работ для сложноструктурных месторождений угля, руды, декоративного камня и строительных материалов; подготовка инженеров по специальности «Горное дело»;

создана система практических рекомендаций по выбору технологии и обоснованию параметров подготовки к выемке горных пород сложноструктурных месторождений, обеспечивающих эффективность функционирования горнодобывающих предприятий в условиях динамичного изменения внутренних и внешних факторов и вызовов;

представлены технологические рекомендации по совершенствованию открытой геотехнологии и обоснованию проектных решений в части взрывной и механической подготовки горных пород при освоении запасов сложноструктурных месторождений рудных, угольных и строительных материалов на горнодобывающих предприятиях Урала и Сибири с оценкой их экономической эффективности.

Разработанные технологические решения по обоснованию технологии и расчета энергетических, конструкционных и геометрических параметров подготовки к выемке горных пород использованы при освоении Еленинского, Полоцкого, Кизильского и Абзаковского месторождений и приняты к внедрению на ООО «ЕЛЕНА», ООО «КВАРЦ» и ООО «БЛАСТИНГ ИЕТЕР СОЛЮШНС».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ получены результаты с использованием достоверных исходных данных, апробированных методов исследования, методик аналитических расчетов и сертифицированного оборудования и сопоставлены с достоверной сходимостью данными практики эксплуатации месторождений;

теория обеспечивается представительностью и надежностью исходных данных для анализа и расчета, корректностью постановки задач исследований и согласуется с опубликованными результатами теоретических и практических исследований других авторов;

идея базируется на результатах анализа и обобщения отечественного и зарубежного опыта технологий подготовки к выемке горных пород при открытой разработке сложноструктурных месторождений;

использовано сравнение авторских данных с практикой работы горнодобывающих предприятий, ведущих разработку сложноструктурных месторождений, а также с результатами исследований других авторов;

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

использованы методики моделирования и практических экспериментов в полупромышленных и промышленных условиях с использованием инструментальных замеров и обработкой результатов методами математической статистики и технико-экономического анализа.

Личный вклад автора состоит в: постановке цели и задач исследования; проведении теоретического анализа современного состояния открытой геотехнологии и перспектив развития процесса подготовки горных пород к выемке при разработке сложноструктурных месторождений, доказательстве гипотез и механизмов разрушений горных пород; разработке концепции управления качеством минерального сырья на этапе подготовки горных пород к выемке с учетом требований кондиций и технических условий; разработке методики оценки показателей потерь и разубоживания минерального сырья сложноструктурных месторождений (участков); постановке и проведении экспериментов; обработке экспериментальных данных и инструментальных замеров воздействия взрывных волн; анализе и обобщении результатов исследований; разработке алгоритма выбора технологии и параметров подготовки пород к выемке с учетом качества полезных ископаемых и расширением спектра товарной продукции с обеспечением требований безопасности; в разработке и технико-экономическом обосновании эффективности внедрения технологических рекомендаций. Все результаты, приведенные в диссертации, получены лично автором и при его непосредственном участии.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания.

В отзыве ведущей организации:

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.

В отзыве официального оппонента В.В. Агафонова:

1. В диссертации на рис. 2.2 рассмотрено управление качеством минерального сырья на сложноструктурных месторождениях и с простым геологическим строением, где указано, что затраты процессов выемки и подготовки для условий сложноструктурных месторождений являются условно-постоянными. На наш взгляд, необходимо было привести примеры, доказывающие данное утверждение.

2. В работе при обосновании концепции управления качеством минерального сырья сложноструктурных месторождений на этапе подготовки горных пород к выемке на рис. 6 автореферата (рис. 2.3 диссертации) указаны не все сочетания показателей качества и методов управления качеством горных работ на этапе подготовки горных пород к выемке для разных видов полезного ископаемого.

3. В работе для оценки качества горных работ применяется коэффициент изменения (снижения) качества e^I (формула 3 автореферата и 2.29 диссертации), который является обратным показателем коэффициента разубоживания P (формула 4 автореферата и 2.30 диссертации). Это общеизвестный показатель и факт, что нового Вами предложено?

4. В работе указана себестоимость добычи на уровне 400 руб/т, однако данное значение будет корректным только для добычи щебня, а для добычи декоративного камня себестоимость будет значительно выше (рисунок 2.15 диссертации и рисунок 7 автореферата).

5. Глава 4, стр. 239 диссертации: на рисунке 4.26 (рис. 20 автореферата) представлен алгоритм выбора технологии подготовки горных пород к выемке при открытой геотехнологии разработки сложноструктурных месторождений. Почему два варианта выхода?

6. Из работы не ясно, проводил ли автор исследования влияния БВР на выход блоков при комплексной разработке месторождения в границах одного участка.

7. В работе выполнено обоснование мощности горизонтального и вертикального демпфера. Почему автор работы не рассмотрел применение горизонтального контурного взрывания, а ограничился лишь его обоснованием.

8. В работе при оценке УВВ безопасности и определении приведенного расстояния R и квадратичного приведенного расстояния \hat{r} дублируются формулы 5.5 (5.12) и 5.21 (5.25) соответственно.

В отзыве официального оппонента Н.М. Качурина:

1. Согласно разработанной методики расчета величины потерь, представленной на рис. 8 автореферата (рис. 2.16 диссертации), получается, что минимальная ширина взрывного блока ограничена параметрами технологии однорядного взрывания, как можно снизить потери?

2. В автореферате не расшифрованы обозначения и некоторые использованные аббревиатуры (рис. 1, 6, 12 и 21).

3. В представленной вами «классификации по сложности структурного строения месторождений (участков) твердых полезных ископаемых» таблица 1 (с.12 автореферата) на наш взгляд надо было привести примеры характерных месторождений распространенных твердых полезных ископаемых.

4. В работе отсутствует технико-экономическая оценка возможности применения предлагаемых технологических решений на традиционных рудных месторождениях.

5. Расчеты по общеизвестным методикам параметров массовых взрывов в разделе 5.1. (стр. 251-254 диссертационной работы) без ущерба для содержания можно было бы вынести в приложение.

6. В новизне и заключении заявлена «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», а в диссертации раздела с таким же названием нет.

В отзыве официального оппонента В.Н. Сытенкова:

1. Желательно чтобы каждому научному положению, выносимому на защиту, соответствовала своя «индивидуальная» научная новизна, что способствует повышению восприятия научных идей. Наряду с этим, в рассмотренной диссертационной работе весьма доказательно раскрыты все представленные научные положения.

2. В диссертационной работе большой объем исследований посвящен механизму разрушения горных пород взрывом, в то время как цель и идея работы заключается в развитии методологии управления качеством минерального сырья за счет совершенствования технологии подготовки к выемке горных пород сложноструктурных месторождений.

3. Не ясно, как согласно ф.5 автореферата (ф.1.15 диссертации) определены весовые доли интегральной энергоемкости рис. 5 автореферата (рис. 2.22 диссертации)?

4. Графические материалы (рис. 5 автореферата и рис. 2.22 диссертации), на котором представлено районирование карьерного поля сложноструктурного месторождения по технологическим участкам подготовки горных пород к выемке, по видам и сортам товарной продукции, на наш взгляд, несколько сложно, особенно в части сортности и контактных зон. Связано это с большим объемом информации и желанием обобщить все возможные варианты районированных участков сложноструктурного массива. На наш взгляд необходимо было дифференцированно выполнить районирование месторождений по типам и видам добываемого полезного ископаемого.

5. При обосновании методики расчета величины потерь, представленной на рис. 8 автореферата (рис. 2.16 диссертации), автором рассмотрено несколько вариантов развития фронта работ и соотношения угла откоса уступа и падения пропласта вредных включений. Возможно ли применять разработанную методику при наличии системы пропластов с разными углами падения относительно развития фронта работ?

6. На рис. 23 автореферата (рис. 5.9 диссертации) представлен алгоритм определения параметров БВР с учетом геометрических условий, требований к качеству минерального сырья и виду (ассортименту) товарной продукции и ограничивающих факторов безопасности, где одним из ограничивающих факторов является газовый, по которому каких-либо результатов исследований в работе не приведено.

7. В заключении диссертации не сформулирован обоснованный вывод по выявленному работой целесообразному направлению дальнейших исследований.

В ходе заседания диссертационного совета:

1. Как и какие удалось установить закономерности для столь разных типов месторождений?

2. Что вы понимаете под методологией и какой вклад вами внесен в развитие методологии?

3. Судя из идеи вашей работы, что вы расширяете область применения энергетического критерия?

4. Как удалось установить такие плотные связи в полученных зависимостях?

5. Как вам удалось сопоставить данные геологических изысканий для пород I-III категории по трещиноватости с показателем RQD которые достигают 100%.

6. Какие результаты вашей работы можно использовать в контурных зонах?

7. Какие параметры являются варьируемыми в представленной функции изменения энергоемкости и прибыли от среднего размера куска разрушенной горной породы?

8. Каким образом была получена формула для определения оптимальной приведенной глубины заложения и как она зависит от величины скважинного заряда?

9. Как учитываются погодные условия при распространении ударной воздушной волны?
10. Какой смысл вложен в слово «модель» в п. 3 новизны? В чем особенность этой модели?
11. Что вами понимается под понятием «геометрические условия»?
12. Что такое принцип автомодельности, что под этим понимается?
13. На сколько и какими характеристиками отличались типы ВВ которые принимались для моделирования?
14. Как объем ковша влияет на удельный расход ВВ?
15. Насколько быстрее осуществляется порядок расчетов с использованием номограмм?
16. Почему вами не разработаны программные комплексы?
17. Чем Вы оперировали при формулировке методологии работы? Как при этом учитывался принцип соподчиненности?
18. Что такое в вашем понимании качество минерального сырья?
19. Почему в вашей работе такое большое внимание уделено месторождениям мрамора?
20. На каких сложноструктурных месторождениях возможно применение вашей методологии?
21. В работе много представленного материала по научной специальности геомеханика и разрушение горных пород, почему Вы решили защищаться по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины?

Соискатель Доможиров Дмитрий Викторович ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

В работе для обоснования технологии подготовки горных пород к выемке выполнена систематизация физико-механических свойства различных видов полезного ископаемого сложноструктурных месторождений. Разработана методика определения параметров технологии подготовки, учитывающая функциональные зависимости оптимальной приведенной заложения, конструкции скважинного заряда и интегральную энергоемкость процесса разрушения. Под интегральной энергоемкостью разрушения в работе понимается сумма энергоемкости процессов подготовки гор-

ных пород на стадиях добычи и переработки. В работе определено направление развития методологии управления качеством минерального сырья, основанное на принципах разрушения природного массива на структурные элементы раскрытия и разделения по критерию оптимальной интегральной энергоемкости процесса разрушения на стадиях добычи и переработки за счет обоснования технологии и параметров взрывной подготовки пород к выемке и механического дробления при снижении потерь и разубоживания в условиях ограничивающих факторов. Идея работ заключается в развитии методологии управления качеством минерального сырья путем регулирования энергоемкости процессов взрывного разрушения и механического дробления с учетом текстурно-структурных особенностей массива и с обеспечением требований кондиций и гранулометрического состава для роста эффективности производства. На этапе проектирования технологии буровзрывной подготовки предложена методика расчета их параметров, определяющая распределение гранулометрического состава по фракционному составу, ее апробация на сложноструктурных месторождениях железорудных и строительных материалов показала высокую сходимость результатов опытно-промышленных испытаний с коэффициентом корреляции равным 95,7%. С целью управления качеством минерального сырья в условиях сложноструктурных месторождений необходимо выполнять районирование карьерного поля на этапе эксплуатационной разведки по показателю качества породы RQD, а в период эксплуатации уточнять и корректировать геологическую модель по коэффициенту трещиноватости. В работе для эффективности освоения запасов сложноструктурных месторождений с категорией трещиноватостью от I до III и наличием двух и более сортов товарной продукции обосновано применение защитных экранов в виде горизонтального и вертикального демпфера, позволяющих повысить нарушенность массива и сейсмическую безопасность ведения взрывной подготовки. Безусловно, работа имеет и практическое назначение. Эффективность подготовки достигается в соответствии с целевой функцией, либо стремящейся к минимуму, либо к максимуму. Минимум при достижении максимального объема товарной продукции без учета возможного количества сортов и максимум при максимальной совокупной стоимости товарной продукции с учетом всех возможных типов и сортов. Варьируемыми параметрами в данной целевой функции являются физико-механические свойства и требования к качеству, которые связываются между собой через весовые коэффициенты. Установ-

лено, что оптимальная приведенная глубина заложения находится в диапазон 0,9-1,1 кг/м^{1/3}, что обеспечивает необходимое распределение грансостава и заданные показатели потерь и разубоживания и не зависит от применяемых типов ВВ. Оптимальная приведенная глубина заложения определяется конструктивными и энергетическими параметрами взрывной подготовки, а именно масса заряда в скважине. При этом тротилловый эквивалент является энергетическим показателем характеризующим все промышленные типы ВВ, вариация которого составляет 15-20 %. В работе, для обеспечения безопасности при распространении ударной воздушной волны, учтены ранние исследования на предмет влияния погодных условий, это наличие низкой облачности. В диссертации предложена методика определения коэффициента рельефа, которая дополнительно учитывает морфометрические параметры рельефа и абсолютную высотную отметку ведения взрывных работ и базируется на классическом определении эквивалентного накладного заряда, распространяющегося в безграничном полусферическом пространстве. Отмечено, что спецификой производства буровзрывных работ в условиях сложноструктурного массива является наличие значительного количества свободных поверхностей, что приводит к эффекту усиления отраженных волн сжатия и растяжения и затухания за счет их преломления, поэтому рассмотрена и принята модель распространения ударной взрывной волны в дискретных средах. В работе, при разработке технологии подготовки пород к выемке, обосновываются параметры: геометрические (линия сопротивлений по подошве и сетка скважин), конструктивные (величина и конструкция скважинного заряда) и энергетические (вес заряда и удельный расход). Установлено, что сегодня буровзрывная подготовка оценивается следующими основными критериями: минимальными энергетическими затратами, обеспечением требуемого грансостава и минимального размера куска с учетом применяемого горно-транспортного оборудования. Так, в работе с целью компенсации снижения производительности карьера по полезному ископаемому обосновано применение выемочного оборудования различной единичной мощности с учетом оптимальных конструктивных, геометрических и энергетических параметров взрывной подготовки, что привело к снижению удельного расхода ВВ до 8 %. В современных условиях на ряде предприятий подготовку горных пород к выемке передают на аутсорсинг, что требует контроля за качеством минерального сырья и взрывных работ. С целью оперативного расчета параметров технологии буровзрывной подготовки в поле-

вых условиях при управлении качеством минерального сырья на сложноструктурных месторождениях, в работе разработаны номограммы, учитывающие высоту уступа, конструктивные, геометрические и энергетические параметры скважинного заряда, а также физико-механические свойства всех видов полезного ископаемого. В диссертации с целью реализации потенциала сложноструктурных месторождений, принципов разрушения и технологических схем управления качеством минерального сырья была обоснована концепция управления качеством минерального сырья на этапе подготовки горных пород к выемке. Следует отметить, что качество минерального сырья - это свойство или совокупность свойств минеральных образований, определяющих степень пригодности продукции горной промышленности для потребностей общества. При этом качество горных работ - это технический, технологический и организационный уровень горного производства, соответствующий специфическим условиям разработки месторождения. Для условий месторождений с простым геологическим строением, где природное качество минерального сырья является относительно стабильным, управление качеством горных работ осуществляется с целью обеспечения производительности карьера по полезному ископаемому. На сложноструктурных месторождениях на качество минерального сырья, с учетом разносортности и наличия контактных зон, существенное влияние оказывают показатели потерь и разубоживания, величина которых обусловлена применяемой технологией подготовки горных пород к выемке. В работе эти два показателя связаны, поскольку качество горных работ (качество подготовки) определяет качество минерального сырья. При проектировании и эксплуатации месторождений качество горных работ оценивается коэффициентом изменения (снижения) качества (e^1), который является обратным показателем коэффициента разубоживания (P). В работе при расчете показателей разубоживания в условиях сложноструктурных месторождений предлагается определять ценность добытого полезного ископаемого и в недрах с учетом его типа и сортности. В работе с учетом особенностей сложноструктурного массива (наличие дополнительно большого количества дополнительных свободных поверхностей), обосновано применение принципа автомодельности, учитывающего текстурно-структурные особенности и селективное разрушение среды при условии равенства или превышения скоростей смещения критических значений, генерируемых взры-

вом напряжений. С целью эффективного использования химической энергии взрыва в работе при определении параметров взрывной подготовки и расчетах критических скоростей смещения массива, дополнительно предлагается учитывать показатели: акустическая жесткость вредных включений и трещиноватость массива. Характерным примером сложноструктурных месторождений являются месторождения мрамора с двумя и более видами и сортами товарной продукции и с разными технологиями подготовки при комплексном освоении на одном участке недр. Разработанные технологические решения являются универсальными для сложноструктурных месторождений рудных, угольных и строительных материалов с соответствующей корректировкой в зависимости от физико-механических свойств, текстурно-структурных особенностей и вещественного состава.

На заседании 26 декабря 2023 года диссертационный совет принял решение за разработку новых научно обоснованных 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, присудить Доможирову Дмитрию Викторовичу ученую степень доктора технических наук.

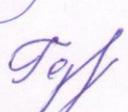
При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 10 докторов наук по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 16, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель
диссертационного совета



 Гавришев Сергей Евгеньевич

И.о. ученого секретаря
диссертационного совета

 Горлова Ольга Евгеньевна

26.12.2023 г.