

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Галимьянова Алексея Алмазовича на тему «Обоснование инновационных технологий буровзрывных работ в условиях угольных месторождений криолитозоны», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.6 - Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

### **1. Актуальность темы исследования**

Традиционная технология взрывной подготовки пород к выемке при открытой разработке месторождений полезных ископаемых включает в себя обуривание блока, зарядку скважин и непосредственно взрывание. При этом качество подготовленной взорванной горной массы, которое предопределяет технико-экономические показатели последующих технологических процессов, в значительной степени зависит от качества подготовки блока к взрыву, которое, в свою очередь, связано с устойчивостью во времени и в пространстве проектных параметров буровзрывных работ, определяемых в зависимости от существующих горнотехнических условий.

Значительная часть разрезов, разрабатывающих угольные месторождения Дальневосточного федерального округа, расположены в условиях криолитозоны. Обеспечение качества подготовки блоков к взрыву в этих условиях по традиционной технологии является далеко не всегда возможным из-за неравномерности размещения в рабочем пространстве разреза зон мерзлых горных пород, изменчивости структурных и физико-механических свойств массива, неустойчивости взрывных скважин и, как следствие, неустойчивости во времени и в пространстве проектных параметров буровзрывных работ. В таких условиях приходится, в частности, уменьшать объемы взрывных блоков для снижения времени их обуривания и зарядки, что увеличивает продолжительность простоев оборудования по фактору взрывных работ и негативно сказывается на технико-экономических показателях производства.

Роль угольных месторождений Дальневосточного федерального округа в обеспечении энергетической безопасности региона, выполненный анализ горнотехнических условий их разработки, высокая значимость технологического процесса взрывного разрушения горных пород, результаты анализа состояния научных исследований в области технологии и организации буровзрывных работ в условиях угольных месторождений криолитозоны позволяют считать своевременным. Поиск и обоснование новых инновационных технологических решений в этой области будет способствовать повышению технико-экономической эффективности открытых горных работ на угольных месторождениях региона.

Поэтому соответствующие исследования, выполненные соискателем, являются актуальными.

### **2. Общая характеристика работы**

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы (336 источников), приложений (5), 141 иллюстрации, 68 таблиц. Общий объем – 323 страницы. По теме диссертации опубликовано 65 печатных работ, включая: 2 моно-

графии; 43 статьи в научных изданиях, рекомендованных ВАК (из которых 37 – в изданиях, включенных в международные базы научного цитирования SCOPUS и Web of Science); 20 патентов (13 на изобретения и 7 на полезную модель).

Во **введении** автор обосновывает актуальность темы диссертации, формирует цель и задачи исследования, описывает научную новизну, доказывает практическую значимость полученных результатов и обосновывает их достоверность, обозначает выносимые на защиту положения.

В **первой главе** рассмотрены состояние и перспективы совершенствования буровзрывных работ угольных разрезов Дальневосточного региона, анализ проблемы обеспечения устойчивости проектных параметров буровзрывных работ в зоне мерзлых пород, методы исследования проблем стабилизации заданных параметров буровзрывных работ в зоне мерзлых пород, проблемы обеспечения рационального объема массового взрыва.

Как вывод, автор формулирует цель работы, решаемые противоречия и ставит задачи исследования.

Во **второй главе** рассматриваются вопросы качества зарядов взрывчатых веществ, разработка метода обеспечения устойчивости проектных параметров скважинного заряда из наливных эмульсионных взрывчатых веществ.

**Третья глава** посвящена исследованию особенностей взрывной подготовки многолетнемерзлых гравийно-галечниковых пород. Разработан и обоснован камуфлетно-скважинный метод взрывной подготовки к выемке многолетнемерзлых гравийно-галечниковых пород, повышающий эффективность выемочно-погрузочных работ. Особенности данного метода послужили основанием для научного положения.

В **четвертой главе** представлены результаты исследования эффективности схем монтажа взрывной сети на основе численного моделирования процесса инициирования зарядов и результатов опытно-промышленных взрывов. Полученные данные легли в основу четвертого научного положения.

**Пятая глава** посвящена исследованию вопросов безопасных расстояний по разлету осколков взорванной горной массы для механизмов в зоне мерзлых пород. Обоснована методика расчета безопасного расстояния по разлету отдельных осколков взорванной горной массы для механизмов на угольных разрезах Дальневосточного региона. Разработаны рекомендации по использованию специальных средств укрытия зарядов и выбору схем инициирования для уменьшения радиуса разлета кусков. Представлена методика рационализации объема взрыва. Сформулировано научное положение.

В **шестой главе** представлена совокупная технико-экономическая оценка результатов исследований, направленных на повышение уровня безопасности и эффективности БВР в условиях исследуемого объекта, за счет снижения удельного расхода ВВ, снижения опасных расстояний по сейсмическому воздействию взрыва и разлету отдельных кусков породы, повышения объемов взрывных блоков и выхода горной массы с одного метра скважины, а также стабилизации скорости детонации ВВ.

В соответствии с разработанной автором детальной методикой оценки технико-экономических показателей по совокупности трех анализируемых разрезов, при условии достижения минимального суммарного годового объема ВГМ, экономический эффект составил около 2 млрд руб. в год.

В этом разделе представлена укрупненная методика планирования затрат на БВР с учетом увеличения глубины разработки и усложнения условий производства работ, связанных, в частности, с увеличением крепости вскрышных пород и наличием зон мерзлоты.

*Структура диссертации имеет внутреннее единство. В ходе исследований автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций.*

### **3. Новизна исследования и полученных результатов**

1. Выполнено исследование и установлено количественное влияние на фактические отклонения параметров БВР от проектных значений фактора неустойчивости взрывных скважин в зонах мерзлоты в следующем составе:

- закономерность процесса обрушения стенок взрывных скважин различной высоты, заключающаяся в установленной их зависимости от высоты столба и времени обрушения стенок скважин от долей скважин, подверженных данному процессу;

- установлена корреляционная зависимость между объемом зарядной полости скважин и уровнем воды в них, которая положена в основу методики оптимизации процесса обустройства 10-метрового уступа;

- обоснованы принципы применения максимального фактического значения диаметра заряда для расчета безопасных расстояний от воздействия взрыва с учетом максимально возможного значения объема зарядной полости;

- установлена взаимосвязь между изменчивостью объема зарядных полостей и снижением детонационных показателей зарядов из наливных эмульсионных взрывчатых веществ, которая обуславливает зависимость между увеличением выхода негабарита от 2 до 7% и временем нахождения данных ВВ в скважине

2. Научно обоснован камуфлетно-скважинный метод для взрывной подготовки к выемке гравийно-галечниковых пород, позволяющий повысить производительность экскаватора в 1,3 раза при снижении глубины промерзания пород в 1,9 раза.

3. Разработан и внедрен метод параметрической устойчивости скважинных зарядов в условиях зоны мерзлых полускальных пород и межмерзлотных вод, позволяющий стабилизировать основные проектные параметры БВР (сетка скважин, высота и диаметр заряда) для повышения безопасности и эффективности взрывной отбойки.

4. Разработана технология взрывания под отдельным укрытием при ведении БВР по мерзлым гравийно-галечниковым породам с применением камуфлетно-скважинного метода, позволяющая увеличить единичный объем взрывного блока за счет удлинения общего времени замедления взрыва более чем на 200 мс и сократить безопасное расстояние по разлету кусков взорванной горной массы в 4 и более раз.

### **4. Обоснованность и достоверность научных положений**

Диссертантом сформулированы пять научных положений, отражающих содержание диссертации и автореферата.

*В первом научном положении утверждается, что отклонение фактического значения объема зарядных полостей взрывных скважин от проектного, обусловленное деформацией стенок внутрискважинного пространства в условиях прерывистого распространения многолетней мерзлоты, приводит к негативным последствиям, заклю-*

чающимся в: увеличении зоны разлета осколков взорванной горной массы на 71% и усилении сейсмического эффекта взрыва на 6%; повышении удельного расхода ВВ на 19,3% и снижении выхода взорванной горной массы с 1 м бурения на 9,4%.

*Представленные в научном положении относительные значения результатов взрыва получены на основе сравнения проектных и фактических параметров БВР, имеющих место после дозарядки скважин, с последующим применением нормативных формул при оценке показателей опасных факторов.*

*Такой подход не вызывает возражений по отношению к достоверности полученных результатов.*

*Во втором научном положении утверждается, что стабилизация базовых проектных параметров БВР (сетки скважин и конструкции заряда) в зоне мерзлых полускальных пород достигается поэтапным заряданием рассредоточенного полым цилиндром скважинного заряда из эмульсионных ВВ: патронированных в нижней и наливных в верхних частях заряда. Формирование нижнего заряда и устройства рассредоточения осуществляется непосредственно вслед за бурением, а верхнего заряда – в специальный полимерный рукав проектного диаметра.*

*Положение обосновано разработкой специальной конструкции рассредоточенного заряда и метода поэтапного зарядания скважин патронированными и наливными эмульсионными ВВ, которые внедрены на разрезах АО «Ургалуголь», что подтверждено соответствующим актом.*

*Третье научное положение доказывает, что устойчивость проектных параметров БВР при взрывной подготовке к выемке массива мерзлых гравийно-галечниковых пород обеспечивается применением рассредоточенного камуфлетно-скважинного взрывания, реализуемого тепловым дезинтеграционным воздействием продуктов детонации заряда камуфлета, взрываемого с минимальной 24-часовой задержкой относительно инициирования верхнего заряда, с учетом временного интервала, достаточного для эффективного растепления изолированных от верхней, нижней и средней частей уступа.*

*Особенностью взрывного воздействия на многолетнемерзлые гравийно-галечниковые породы (МГП) является их последующее относительно быстрое смерзание. С учетом этого факта разработан камуфлетно-скважинный метод (КСМ) взрывной подготовки к выемке МГП, основанный на тепловом воздействии продуктов детонации на мёрзлую породу.*

*Эффективность метода и, соответственно, достоверность тепловой дезинтеграции части массива воздействием продуктов детонации заряда подтверждается опытом применения КСМ в условиях угольных разрезов АО «Ургалуголь», что отражено в имеющихся актах.*

*Четвертое научное положение посвящено результатам исследования эффективности схем монтажа взрывной сети. Введены новые понятия: суммарного межскважинного интервала замедления (СМИЗ), диагонального замедления и показателя относительной сейсмобезопасности. По результатам численного моделирования моментов инициирования зарядов с учетом времени отклонения срабатывания детонаторов неэлектрических систем инициирования от номиналов и результатов опытно-промышленных взрывов установлено, что уровень сейсмобезопасности повышается по мере увеличения суммарного времени замедления.*

*Количественную и качественную достоверность этого утверждения следует принимать для рассмотренных схем инициирования и условий опытно-промышленных взрывов.*

Практически полезный результат данного подхода заключается в том, что он свидетельствует о снижении сейсмического воздействия взрыва при увеличении номиналов поверхностных замедлений.

*Пятое научное положение:* снижение в 1,5 раза и более значения безопасного расстояния по разлету осколков взорванной горной массы для механизмов относительно значений, рассчитанных по нормативной формуле, достигается введением в данную формулу дополнительного понижающего коэффициента, учитывающего расстояние от заряда ВВ до устья скважины и особенности горно-геологических условий зоны мерзлых пород.

*Формулировку научного положения нельзя назвать удачной. Введение понижающего коэффициента в нормативную формулу не является средством снижения безопасного расстояния по разлету осколков взорванной горной массы для механизмов, как это следует из приведенной формулировки. Понижающий коэффициент является средством расчета рекомендуемого расстояния для оборудования и механизмов.*

*С учетом такой редакционной поправки достоверность результатов этой части раздела диссертации следует оценивать по качественной и количественной достоверности понижающего коэффициента. Проведенные опытно-промышленные взрывы и их результаты дают основание считать понижающий коэффициент достоверным.*

*Целесообразность учета этого коэффициента обусловлено также тем, что в Федеральных нормах отсутствуют рекомендации по оценке безопасных расстояний для оборудования, механизмов и особо охраняемых объектов.*

## **5. Практическая значимость.**

Работа имеет выраженную практическую направленность. Результаты всех разделов исследования могут быть положены в обоснование принимаемых технических решений по повышению эффективности взрывной подготовки вскрышных работ на разрезах.

В целом практическая значимость состоит в создании научно обоснованных и экспериментально апробированных методов повышения эффективности и безопасности буровзрывных работ на угольных разрезах Дальневосточного региона в условиях мерзлых осадочных пород, основанных на повышении эффективности использования взрывных скважин.

**6. Личный вклад автора.** Автор лично участвовал во всех этапах разработки, апробации и практической реализации результатов научных исследований, представленных в диссертации, осуществлял обработку и интерпретацию полученных исследовательских данных.

## **7. Замечания по диссертационной работе**

1. Метод рационализации объема взрывного блока с учетом влияния межскважинного интервала замедления на относительную сейсмобезопасность носит обоб-

щенный характер и является весьма громоздким для меняющихся горнотехнических и климатических условий (смоделировать около 300 схем сети, произвести 10 экспериментальных взрывов с фиксацией показателей сейсмического воздействия и производительности экскаватора и др.).

Учитывается ли при этом фактор смерзаемости уже взорванной горной массы?

Отсутствует иллюстрация метода по определению объема блока.

2. Потенциал расчетной модели, учитывающей случайные отклонения моментов инициирования пиротехнических устройств замедления от их номиналов реализован не в полной мере, поскольку при численном моделировании рассмотрены только пять вариантов схем инициирования.

**В связи с этим вопрос:** в какую сторону может измениться показатель безопасности (в большую или меньшую), если схему 42\*67 заменить на схему 67\*42?

3. Оценку частоты колебания массива в основании охраняемых объектов по постоянной величине одного межскважинного замедления нельзя считать достаточно корректной, поскольку НСИ предусматривают, по крайней мере, два поверхностных номиналов, а развитие процесса инициирования во времени всей системы зарядов является случайным. В этом случае инициируемые взрывом возмущения не постоянны по частоте и амплитуде.

4. Среднесуточная производительность ЭАК зависит не только от качества взрывного дробления горной массы. Влияние оказывают также укомплектованность транспортом, схема экскавации, нерегламентированные простои. В диссертации отсутствуют пояснения по данному обстоятельству.

5. Уменьшение коэффициента разрыхления при камуфлетно-скважинном методе вряд ли следует рассматривать как положительный результат взрыва. Более благоприятные условия для процесса экскавации и, в частности, процесса черпания имеют место при увеличении коэффициента разрыхления.

6. Камуфлетно-скважинный метод реализуется путем взрывания отдельных относительно небольших частей всего экскаваторного блока. Это приводит к увеличению продолжительности простоев по фактору взрывных работ для всего оборудования, находящегося в опасной зоне. Как это обстоятельство учитывалось при оценке эффективности метода?

7. Из каких соображений определялись геометрические размеры той части массива, которая названа зоной выброса?

8. В расшифровках некоторых формул не указана размерность величин. Других замечаний по оформлению материала нет.

## **8. Оценка языка, стиля диссертации и автореферата**

Оформление работы выполнено аккуратно и хорошо иллюстрировано. Язык и стиль диссертации и автореферата соответствуют принятым в научно-технической литературе нормам.

## **9. Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации**

Содержание автореферата **полностью** соответствует содержанию диссертации. Научные положения и основные результаты в полной мере отражены в публикациях.

## 10. Заключение

Сформулированные замечания не оказывают влияния на общую положительную оценку диссертации.

Диссертационная работа Галимьянова Алексея Алмазовича, является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения по повышению эффективности взрывного разрушения вскрышных пород в условиях угольных месторождений криолитозоны, внедрение которых вносит значительный вклад в энергобезопасность Дальневосточного региона РФ.

Рецензируемая работа соответствует паспорту заявленной специальности по пункту 10. «Воздействие взрывов на массив горных пород, горные выработки, подземные и наземные сооружения, на окружающую среду» для учёной степени доктора наук

Диссертация соответствует критериям, установленным пп. 9-14 "Положения о присуждении учёных степеней" для учёной степени доктора наук, а ее автор Галимьянов Алексей Алмазович достоин присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.8.6 - Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Официальный оппонент,  
доктор технических наук, профессор,  
научный консультант лаборатории  
безопасности взрывных работ



Сысоев  
Андрей  
Александрович

АО «Научный центр ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности в горной отрасли», Кемерово, ул. Институтская, зд. 3, помещ.1 Телефон: 8(3842) 64-30-99 Телефон/факс: 8(3842) 64-44-42 e-mail: [main@nc-vostnii.ru](mailto:main@nc-vostnii.ru)  
Электронная почта Сысоева А. А.: [ia\\_sys@mail.ru](mailto:ia_sys@mail.ru)

Подпись Сысоева А.А. заверяю

*Качаевский*  
*Отдел кадров*



*М. П. Волобуев*