

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.7
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 16.09.2025 № 32

О присуждении Маккоеву Вячеславу Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обоснование параметров буровзрывных работ на карьерах строительных материалов с учетом волнового предразрушения при взрыве» по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика принята к защите 03.07.2025, протокол заседания № 19, диссертационным советом ГУ.7 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 06.02.2023 № 155 адм, с изменениями от 13.07.2023 № 1090 адм, от 29.12.2023 № 1965 адм, от 11.11.2024 № 1690 адм.

Соискатель, Маккоев Вячеслав Алексеевич, 07 июля 1997 года рождения, в 2021 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по специальности 21.05.04 Горное дело.

С 01.10.2021 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры взрывного дела федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре взрывного дела в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего

образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент **Хохлов Сергей Владимирович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра взрывного дела, доцент.

Официальные оппоненты:

Закалинский Владимир Матвеевич – доктор технических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, отдел Проблем геомеханики и разрушения горных пород, ведущий научный сотрудник;

Реготунов Андрей Сергеевич – кандидат технических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук, лаборатория разрушения горных пород, старший научный сотрудник; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное учреждение науки Хабаровский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук**, г. Хабаровск, в своем положительном отзыве, подписанном Галимьяновым Алексеем Алмазовичем, кандидатом технических наук, ведущим научным сотрудником сектора разрушения горных пород, председателем заседания, Мишневым Владимиром Игоревичем, младшим научным сотрудником того же сектора, секретарем заседания и утвержденном Рассказовым Игорем Юрьевичем, доктором технических наук, академиком РАН, директором, указала, что в диссертационной работе предлагается решение научной и практической задачи – снижение выхода мелкой фракции при добыче щебеночной продукции. Автором проведены полевые и лабораторные эксперименты.

Результаты экспериментов показали, что с уменьшением скорости детонации взрывчатого вещества и с уменьшением диаметра заряда уменьшается степень предразрушения кусков в развале взорванной горной массы, которая определяется количеством микродефектов в выделенном объеме.

Соискатель имеет 4 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 4 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получено 2 патента.

Общий объем – 3,44 печатных листов, в том числе 2,18 печатных листов - соискателя.

Публикации в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. Хохлов, С.В. Исследование вопроса управления и контроля за смещением взорванной рудной массы / С.В. Хохлов, А.В. Баженова, **В.А. Маккоев**, Р.А. Рахманов, И.А. Аленичев // Взрывное дело. – 2021. – № 132-89. – С. 59-76. (№730 Перечня ВАК ред. 12.07.2021 г.).

Соискателем выявлены основные методы оценки начальной стадии смещения горной породы при взрыве: необходимо регистрировать быстротекающие процессы с помощью высокоточной аппаратуры. Выявлены свойства горных пород и взрывчатых веществ, путем взаимного влияния которых можно управлять результатом взрывных работ.

2. **Маккоев, В.А.** О целесообразности использования забойки в условиях взрывания разнопрочных горных пород / **В.А. Маккоев**, С.В.

Хохлов, Ю.И. Суворов, И.А. Сивцев // Взрывное дело. – 2021. – № 133-90. – С. 137-148. (№744 Перечня ВАК ред. 08.12.2021 г.).

Соискателем установлено влияние конструкции заряда на формирование гранулометрического состава взорванной горной массы. Проведены эксперименты, результат которых указывает на отсутствие влияния забоечного материала, на формирование гранулометрического состава взорванной горной массы, а основное воздействие на формирование кусков горной массы оказывает конструкция заряда и его геометрические параметры.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

3. Khokhlov, S.V. The Choice of Optical Flame Detectors for Automatic Explosion Containment Systems Based on the Results of Explosion Radiation Analysis of Methane-and Dust-Air Mixtures / S.V. Khokhlov, Z.A. Abiev, **V.A. Makkoev** // Applied Sciences (Switzerland). — 2022. — Vol. 12, № 3. — P. 1-11.

Хохлов, С.В. Выбор оптических детекторов пламени для автоматических систем локализации взрыва на основе результатов анализа радиации взрыва метановоздушных смесей / С.В. Хохлов, З.А. Абиев, **В.А. Маккоев** // Прикладные науки (Швейцария). — 2022. — Т. 12., № 3. — 11 с.

Соискателем установлено влияние параметров головной части импульса высокой амплитуды на формирование давления и скорость нарастания давления взрыва, обоснован выбор чувствительности датчиков регистрации давления, рассмотрены общие принципы градуировки оборудования. Установлено, что для проведения натурных экспериментов необходимо располагать пьезоакселерометры с меньшей чувствительностью ближе к скважине с взрывчатым веществом, а с большей чувствительностью – дальше от заряда взрывчатого вещества. Для последующей обработки данных по напряжениям, возникающим в горной породе при взрыве, были определены параметры головной части импульса.

4. Хохлов, С.В. Влияние скорости детонации взрывчатых веществ на степень предразрушения горной породы при взрыве / С.В. Хохлов, Ю.И. Виноградов, **В.А. Маккоев**, З.А. Абиев // Горные науки и технологии. — 2024. — Т. 9, №2. — С. 85-96. (№567 Перечня ВАК-МБД (CA(pt), GeoRef, Scopus) ред. 31.12.2023)

Соискателем разработана методика проведения натурных экспериментов, выполнены эксперименты, проведен сбор исходных данных и осуществлена обработка полученных результатов, даны общие рекомендации. Приведены результаты экспериментальных исследований по определению качественных и количественных параметров предразрушения горной породы при взрыве. Определена зависимость концентрации образованных взрывом микротрещин от напряжений, возникающих в горной породе при взрыве.

Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021680786 Российская Федерация. Программа для расчета основных параметров воронки выброса. Заявка № 2021669857: заявл. 07.12.2021: опубл. 14.12.2021 / Ю.И. Виноградов, С.В. Хохлов, **В.А. Маккоев**; заявитель/патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет». — 1 с.: ил. — Текст: непосредственный.

Соискателем адаптирована математическая модель расчета основных параметров воронки выброса, проведен аналитический обзор экспериментальных данных при взрыве сосредоточенных зарядов, расположенных на различных глубинах, апробирована модель на натурном эксперименте.

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023662255 Российская Федерация. Программа для расчета полей напряжений в массиве горных пород при динамическом воздействии. Заявка

№ 2023661213: заявл. 01.06.2023: опубл. 07.06.2023 / С.В. Хохлов, С.Т. Соколов, **В.А. Маккоев**; заявитель/патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет». – 1 с.: ил. – Текст: непосредственный.

Соискателем адаптирован расчет полей напряжений в массиве горных пород при динамическом воздействии. Проведены натурные эксперименты со взрыванием зарядов взрывчатых веществ с измерением ускорений смещения массива при взрыве. Осуществлен перевод ускорений смещения в скорость смещения массива при взрыве посредством интегрирования.

Апробация работы проведена на научно-практических мероприятиях с докладами:

1. IV Международная научно-практическая конференция «Горное дело в XXI в.: технологии, наука, образование» (октябрь 2021 года, г. Санкт-Петербург).
2. XVIII международный форум-конкурс студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования» (май 2022 года, г. Санкт-Петербург)
3. XXXI Международный научный симпозиум «Неделя горняка 2023» (февраль 2023 года, г. Москва)
4. XX Всероссийская конференция-конкурс студентов выпускного курса и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования» (декабрь 2024 года, г. Санкт-Петербург)

В диссертации Маккоева Вячеслава Алексеевича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: заведующего лабораторией разрушения горных пород ИГД УрО РАН, к.т.н. **С.Н. Жарикова**; и.о. главного научного сотрудника лаборатории обогащения полезных ископаемых ХФИЦ ДВО РАН, д.т.н., профессора **Е.Б. Шевкуна**;

президента АНО «НОИВ», д.э.н., к.т.н., **Н.Л. Вяткина**; главного научного сотрудника лаборатории развития горного производства ФГБУН ПФИЦ УрО РАН, д.т.н., доцента **С.Я. Жихарева** и научного сотрудника лаборатории физических процессов освоения георесурсов ФГБУН ПФИЦ УрО РАН, к.т.н. **В.В. Аникина**.

В отзывах дана положительная оценка диссертационного исследования, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования, логическое построение работы с использованием актуальной научной и статистической информации, однако отмечены замечания:

1. Рисунок 3. Из текста автореферата не ясно у какого ВВ зафиксирована скорость детонации 2000 м/с и чем это объясняется. Все указанные в автореферате взрывчатые вещества по ТУ должны иметь более высокую скорость детонации. (к.т.н. **С.Н. Жариков**);

2. Рисунок 5. На самом рисунке нет указания, что ноль является относительным. Это затрудняет восприятие материала. (к.т.н. **С.Н. Жариков**);

3. Формулировка второго защищаемого положения имеет глобальный характер. Однако, основано оно на изучении пород лишь одного месторождения. На других месторождениях или в группе месторождений это будет не так. Неудачная формулировка. (к.т.н. **С.Н. Жариков**);

4. Третье защищаемое положение. Из автореферата не ясно к какому процессу относится примененный термин «вторичное дробление». К дроблению при взрыве, или в дробилке при переработке кусков в щебень? Если при взрыве, тогда термин применен некорректно. При взрыве вторичное дробление – это разделка негабарита. (к.т.н. **С.Н. Жариков**);

5. Термин «предразрушение» в терминологическом словаре (Горное дело: Терминологический словарь. – М.: Изд-во «Горная книга», 2016. – 635 с.) отнесен к области бурения, а во взрывном воздействии на массив горных

пород рекомендовано использовать термин «взрывная активизация трещин» (с. 58). (д.т.н. **Е.Б. Шевкун**);

6. Нет обоснования почему критерием предразрушения принято именно 15% от величины сжимающих напряжений. (д.т.н. **Е.Б. Шевкун**);

7. Не описан процесс подсчета микротрещин (ручной, автоматизированный) при использовании рентгеновской микротомографии, как отличали наведенные взрывом микродефекты от природных? (д.т.н. **Е.Б. Шевкун**);

8. Не проведена работа по оценке качества продукции с позиции формы кусков (лещадная/кубовидная). (д.э.н., к.т.н. **Н.Л. Вяткин**).

9. Нет оценки затрат на переоборудование карьеров станками меньшего диаметра и перехода на другое взрывчатое вещество с более низкой скоростью детонации. (д.э.н., к.т.н. **Н.Л. Вяткин**).

10. Не представлен расчет мелкой фракции, получившейся непосредственно после взрыва, меняется ли она при регулировании размеров зон предразрушения? (д.э.н., к.т.н. **Н.Л. Вяткин**).

11. На стр. 11 указано, что при каждом взрыве регистрировалась скорость детонации ВВ, но при этом ничего не написано про методы и оборудование, используемое при измерении скорости детонации. (д.т.н. **С.Я. Жихарев**, к.т.н., **В.В. Аникин**).

12. В работе не указано, как учитывалась анизотропия горного массива, которая существенно влияет на скорость распространения продольных волн C_p , величина которой использована при расчете напряжений в горной породе по формуле (1), стр. 12. (д.т.н. **С.Я. Жихарев**, к.т.н., **В.В. Аникин**).

13. В автореферате не показана оценка надежности коэффициента корреляции для зависимостей, представленных на рис. 3, 5 (стр. 13, 14) полученных, соответственно, по 3 и 4 точкам. (д.т.н. **С.Я. Жихарев**, к.т.н., **В.В. Аникин**).

14. Из текста (стр. 14) не ясно, какие результаты представлены на рис. 4. (д.т.н. **С.Я. Жихарев**, к.т.н., **В.В. Аникин**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея по снижению степени предразрушения кусков взорванной горной массы за счет уменьшения диаметра заряда и применения взрывчатых веществ с пониженной скоростью детонации;

предложен нетрадиционный подход к формированию гранулометрического состава взорванной горной массы на карьерах строительных материалов;

доказано влияние предразрушения кусков взорванной горной массы на выход отсевных фракций щебня при последующем дроблении кусков в дробилке;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, раскрывающие механизм формирования размера зон предразрушения при ведении буровзрывных работ на карьерах строительных материалов;

применительно к проблематике диссертации результативно **использован** комплекс апробированных методов, позволяющий выполнить оценку состояния горной массы после взрыва, включающий экспериментальные лабораторные и натурные исследования параметров предразрушения кусков горной породы, статистическую обработку данных экспериментов, аналитические зависимости, определяющие концентрацию микротрещин как функцию напряжений, возникающих в горной породе при взрыве, а размер зоны предразрушения от диаметра заряда и скорости детонации взрывчатого вещества;

изложены подходы к снижению выхода отсевов дробления при переработке взорванной горной массы на щебень;

раскрыты закономерности формирования предразрушенной горной массы после взрыва в зависимости от параметров буровзрывных работ, применяемых в конкретных условиях;

изучен генезис процесса образования микротрещин при ведении буровзрывных работ в условиях ведения работ на карьерах по добыче строительных материалов;

проведена модернизация существующей экспериментальной методики определения напряжений, возникающих в горной породе при взрыве за счет перевода ускорений смещения горной массы при взрыве в значения напряжений.

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

разработаны и внедрены в 2024 году в проектной деятельности АО «Полюс Алдан» (акт внедрения от 05.07.2024 г.) и АО «ЭВОБЛАСТ РУС» (акт внедрения от 24.05.2024 г.) способы управления размерами зон предразрушения при буровзрывных работах, основанные на вариации основных параметров буровзрывных работ и применяемых взрывчатых веществ;

определены перспективы практического использования разработанных рекомендаций по обоснованию параметров буровзрывных работ для снижения выхода отсевных фракций щебня;

создана система практических рекомендаций для проектирования буровзрывных работ на карьерах по добыче щебеночной продукции, включающая в себя учет размеров зоны предразрушения;

представлены рекомендации по выбору взрывчатого вещества и параметров буровзрывных работ на этапе подготовки горной массы к выемке для снижения выхода отсева при переработке горной массы на щебень.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены по апробированным методикам на сертифицированном оборудовании, обеспечивающем их воспроизводимость, проведенная калибровка акселерометров научно обоснована и неоднократно проверена на практике;

теория построена на современных представлениях о разрушении горных пород взрывом, включая данные об особенностях прохождения волн напряжения в массиве горных пород и изменениях характеристик волны напряжений при вариации параметров буровзрывных работ, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на обобщении передового опыта ведения буровзрывных работ в условиях разработки месторождений строительного камня, а также на анализе статистических данных наблюдений и инструментальных измерений;

использованы комплексные методы и подходы, заключающиеся в анализе существующих решений поставленной задачи, разработке методики полевых и лабораторных экспериментов, проведении экспериментов, обработке данных и обобщении результатов;

установлено соответствие полученных результатов поставленной цели исследования и отсутствие противоречий выводов и рекомендаций соискателя положениям теоретической и методологической базы по теме диссертации;

использованы современные методики сбора и обработки данных параметров волн напряжений, обоснован выбор измеряемых параметров волны напряжений.

Личный вклад соискателя состоит во включенном участии на всех этапах написания диссертации: проведении анализа технической и научной литературы, разработке методики исследования, подготовке и проведении полевых испытаний, проведении лабораторных исследований, сборе, анализе и обобщении результатов, формулировании защищаемых научных положений и выводов; обработке и интерпретации результатов полевых испытаний по определению параметров взрывных волн и размеров зон

предразрушения в условиях действующего месторождения «Бурное»; подготовке публикаций по теме исследования.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Маккоев Вячеслав Алексеевич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию по обоснованию положений диссертационной работы.

На заседании 16 сентября 2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Маккоеву В.А. ученую степень кандидата технических наук за решение актуальной научной задачи снижения выхода некондиционной фракции щебня на карьерах по добыче щебеночной продукции, что имеет важное значение для развития горно-строительного комплекса.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 4 доктора наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – нет, ~~недействительных бюллетеней – нет.~~

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Протосеня
Анатолий Григорьевич

Афанасьев
Павел Игоревич

16.09.2025 г.