

О Т З Ы В

официального оппонента, кандидата технических наук Киркина Александра Павловича на диссертацию Рядинского Даниила Эдуардовича на тему: «Управление качеством взрывного дробления сложноструктурных массивов на карьерах строительных материалов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

1. Актуальность темы диссертации

Диссертационное исследование посвящено решению важной производственной задачи – повышению равномерности гранулометрического состава взорванной горной массы при взрывании сложноструктурных массивов на карьерах строительных материалов. Актуальность работы обусловлена тем, что при разработке месторождений строительных материалов, в частности, при производстве гранитного щебня, особенно из пород, имеющих неоднородное залегание в массиве, сложилась устойчивая тенденция получения повышенного выхода негабаритных фракций по результатам ведения буровзрывных работ, особенно по первому ряду скважин. Автор обоснованно связывает эту проблему с отсутствием достаточно точной и оперативной информацией о геологическом строении подготавливаемого к взрыву блока и физико-механических свойствах горных пород, слагающих буровзрывной блок. Тема диссертации соответствует приоритетным направлениям развития горной науки и имеет существенное значение для горнодобывающей отрасли.

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна диссертации заключается в установлении линейной зависимости ЛНС скважин первого ряда от интенсивности трещиноватости, показателя хрупкости и предела прочности пород на сжатие и в установлении количественных зависимостей эффективного радиуса разрушения от предела

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-276 от 01.07.26
АУ УС

прочности пород на сжатие, модуля Юнга, показателя хрупкости и блочности гранитов, определяющие диапазоны значений ЛНС от 3,1 до 5,4 м для скважин первого ряда при взрывании сложноструктурных массивов.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность результатов обеспечена:

- большим объемом экспериментальных данных – проведено 10 опытно-промышленных взрывов на блоках с различными геолого-структурными характеристиками массива горных пород;
- применением таких современных методов как цифровая фотограмметрия с БПЛА, численное моделирование взрывных процессов с использованием программного комплекса Ansys Autodyn;
- сходимостью результатов моделирования и натурных измерений;
- математическими и статистическими методами обработки данных, которые применялись для анализа и интерпретации результатов опытно-промышленных испытаний и статистической обработки данных гранулометрического состава взорванной горной массы.

4. Научные результаты диссертации и их ценность

К научным результатам относится следующее:

- методика цифрового картирования откосов с использованием БПЛА и фотограмметрии, позволяющая оперативно получать данные о трещиноватости и блочности массива на стадии проектирования буровзрывных работ;
- формула для расчета линии наименьшего сопротивления с учетом трещиноватости и прочностных свойств, обеспечивающей индивидуальный подход к каждой скважине первого ряда;
- установление диапазонов эффективного радиуса разрушения для каждого из рассмотренных типов гранитов и состояния их нарушенности.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 4 печатных работах, 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, в 2 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования

(Scopus). Получено свидетельство о государственной регистрации программы на ЭВМ.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая значимость работы заключается в установлении зависимостей ЛНС скважин первого ряда от интенсивности трещиноватости, показателя хрупкости и предела прочности пород на сжатие и эффективного радиуса разрушения от предела прочности пород на сжатие, модуля Юнга, показателя хрупкости и блочности гранитов.

Практическая значимость исследования состоит в:

- разработке программы для моделирования 3D поверхности взрывного блока со сложноструктурным строением массива по облаку точек, полученному при съемке с БПЛА;
- апробированном способе минимизации выхода негабаритной фракции после взрыва в условиях сложноструктурных массивов. Практическое применение результатов работы подтверждено полученными актами внедрения результатов диссертационного исследования в ООО «ГЕОМИКС» и АО «Гавриловское КУ».

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационного исследования могут быть масштабированы на другие месторождения с учетом адаптации коэффициентов в расчетах под местные условия.

Материалы диссертации могут быть использованы высшими учебными заведениями при разработке учебно-методических материалов для подготовки горных инженеров, а также в проектных организациях соответствующего профиля.

7. Замечания и вопросы по работе

- В главе 2 представлена методика по оценке структурных особенностей массива, однако в работе не указан критерий, по которому производилось разделение трещин на природные и техногенные, образованные предыдущими взрывными работами. Например, Д. Хатчинсон при оценке RQD по обнажению горного массива рекомендует исключать трещины длиной менее 30 см, поскольку

они с высокой долей вероятности являются наведенными и не отражают природную структуру массива горных пород.

- В главе 1 автор отмечает важность учета трещиноватости при расчете ЛНС и ссылается на формулу Roy, в которой используется показатель RQD. Однако в экспериментальной части работы определение показателя RQD не производилось, ссылаясь на невозможность его оперативного определения, поскольку требуется бурение керновых скважин. В мировой практике (Пальстрем, Хатчинсон) разработаны методики приближенной оценки RQD по обнажениям горных пород, которые хотя и уступают в точности оценки по керну, но дадут приемлемые результаты в рамках проектирования буровзрывных работ.

- В главе 3 в таблице 3.3 по результатам численного моделирования приведены значения эффективных радиусов разрушения для трех типов гранитов в зависимости от их блочной структуры, однако неясно, как при моделировании была задана структурная нарушенность гранитов, было ли это реализовано в одной модели или же совокупность обработки результатов нескольких моделей.

- В главе 4 в таблице 4.3 автором представлены рекомендуемые значения линии наименьшего сопротивления для скважин первого ряда при различных типах гранита и их различной блочности. При этом указано, что значения откорректированы на поправочный коэффициент сложности, однако не представлено, какой коэффициент сложности для каждой из скважин был применен.

- В главе 4 автором указано, что прогноз гранулометрического состава производился по моделям Kuz-Ram и KCO с последующей калибровкой по фактическим данным. Однако входные параметры этих моделей в тексте не приведены. При этом, одним из параметров этих моделей является показатель A (Rock Factor), который комплексно учитывает трещиноватость, блочность и прочность массива. Он принят единым для всех типов гранитов, или же определен для каждого типа гранитов отдельно?

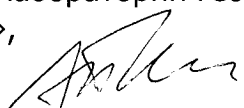
Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку представленной диссертации как научно-квалификационной работы.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Управление качеством взрывного дробления сложноструктурных массивов на карьерах строительных материалов»,

представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор **Рядинский Даниил Эдуардович** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Официальный оппонент,
Старший научный сотрудник лаборатории геотехники
ООО «Институт Гипроникель»,
кандидат технических наук



Киркин Александр Павлович

25.06.2026

Сведения об официальном оппоненте:

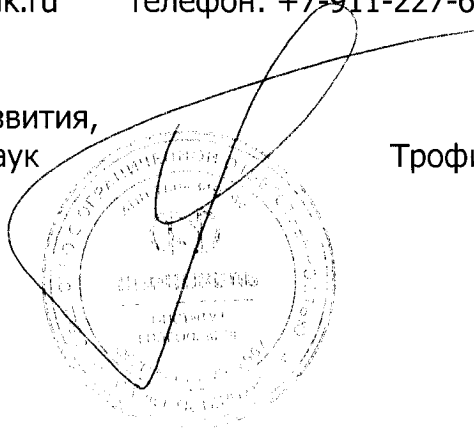
ООО «Институт Гипроникель»

Почтовый адрес: 195220, г. Санкт-Петербург, Гражданский проспект, д. 11

Официальный сайт в сети Интернет: <https://gipronickel.ru>

эл. почта: kirkinap@nornik.ru телефон: +7-911-227-68-33

Директор Департамента
научно-технического развития,
кандидат технических наук



Трофимов Андрей Викторович