

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертационную работу  
**Реготунова Андрея Сергеевича**, выполненную на тему  
**«Выявление закономерностей разрушения скальных горных пород  
буровыми коронками штыревого типа»**, представленной на соискание  
ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 –  
Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и  
горная теплофизика

На отзыв представлена диссертация, состоящая из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 121 наименования и двух приложений. Работа изложена на 160 страницах, включает 71 рисунок и 17 таблиц; автореферат диссертации на 23 страницах, копии опубликованных работ.

### **Актуальность темы**

Актуальность выбранной темы подтверждается тремя важными аспектами, вытекающими из анализа современного состояния проблемы механического разрушения горных пород в процессе бурения шпуров и скважин. Во-первых, промышленное использование уже созданных коронок, основанных на механическом разрушении, осуществляется в недостаточно эффективно. Во-вторых, к настоящему времени не сложилось однозначное представление об ударном механизме разрушения горных пород хотя накоплен значительный опыт исследований в этой области. В – третьих, применение штыревых коронок является одним из способов увеличения эффективности бурения шпуров и скважин в крепких скальных горных породах за счет создания режимов, при которых инструменты осуществляют ее объемное разрушение преимущественно сколом. Для определения энергетических и пространственных параметров, обеспечивающих механизм эффективного скалывания породы в процессе бурения шпуров и скважин диссертант полагает, что необходимо установить закономерности разрушения скальных горных пород буровыми коронками штыревого типа. В связи с вышесказанным актуальность темы и поставленных в данной работе задач вполне очевидна.

## Научная новизна

В отличие от результатов исследований процессов разрушения горных пород буровым инструментом ударного действия, полученных ранее другими исследователями, в представленной диссертации для скальных горных пород (на примере гранита) выявлен ряд новых знаний, заключающихся в:

- установленных закономерностях изменения относительных касательных напряжений для области пространства между инденторами, а также для области, прилегающей к краю свободной поверхности скола в зависимости от расстояния до инденторов.

- установленной закономерности изменения объема разрушенной породы для положения точек удара двух инденторов в удалении от свободной поверхности скола и одиночным индентором вблизи от нее в зависимости от относительного расстояния и энергии удара для первого положения точек удара, от расстояния от индентора до поверхности скола и энергии удара для второго положения точек удара.

- научно обоснованной методике расчета точек размещения инденторов на рабочей поверхности буровой коронки и определения основных параметров режима бурения, совместно обеспечивающих снижение энергоемкости при ударно-поворотном бурении шпуров и скважин.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций и их достоверность**

В диссертационной работе обосновываются два научных положения.

Первое научное положение. Относительные касательные напряжения в скальной горной породе при ударах инденторами в области между ними и в области, прилегающей к поверхности скола, по мере удаления от них инденторов уменьшаются согласно экспериментально установленным экспоненциальным зависимостям с коэффициентом детерминации 0,99 и соответствующими длинами релаксации 0,85 и 9,17, выраженными с учетом положения асимптот напряжений в относительных долях диаметра индентора.

Первое научное положение обосновывается в результате представленного в третьей главе в разделе 3.1 диссертации анализа



закономерностей пространственного распределения напряжений в зависимости от положения точек удара на поверхности забоя шпура (скважины), выраженных экспоненциальными зависимостями с применением метода нелинейной функционально-факторной регрессии. Необходимые данные для выявления указанных закономерностей получены диссертантом в ходе экспериментальных исследований согласно разработанной и представленной им во второй главе работы схемы по измерению и оценке пространственного распределения напряжений в фотоупругих моделях скальной горной породы при различных положениях точек нагружения.

Второе защищаемое положение. Установлено, что наибольший объем разрушений под инденторами, обусловленный вертикальной ударной нагрузкой в положениях точек удара одного индентора вблизи от поверхности скола, составляет 61 %, а двух инденторов в удалении от нее 85 %, зависит от энергии удара и в интервале ее изменения от 16 до 80 Дж выражается степенной функцией с показателями 1,8 и 1,33. Остальной объем разрушений, находящийся вблизи от поверхности скола и в пространстве горной породы между инденторами, происходит сколом под воздействием боковых нагрузок и выражается функцией гауссовой формы с локальным максимумом.

Доказательство второго научного положения основано на результатах, изложенных в главе 3 в разделе 3.3. Автор в результате анализа данных, полученных в процессе экспериментального разрушения скальной горной породы (гранита) ударами одного и двух инденторов, впервые установил закономерности изменения объема разрушений в зависимости от энергии удара  $E$  и относительных расстояний, характеризующих положение точек удара. Далее закономерности с достаточной достоверностью графически описаны моделями нелинейной функционально-факторной регрессии и выражены математически. Анализ математических выражений позволил диссертанту обосновать величины наибольшего объема луночных разрушений в процентном выражении, возникающих при ударах по скальной горной породе при различных схемах их нанесения, определить параметры и тип функциональной зависимости, согласно которой изменяется объем луночных разрушений в исследуемом диапазоне энергии удара. Следует отметить, что применение метода нелинейной функционально-факторной регрессии позволило диссертанту провести обобщение и анализ экспериментальных данных не только с повышенной достоверностью, но также обеспечило ему возможность выявить закономерности разрушений скальной горной породы сколом под воздействием боковых нагрузок и выразить их функциями гауссовой формы с локальным максимумом.



Считаю, что все представленные научные положения, выводы и рекомендации являются обоснованными.

Обоснованность положений и выводов оппонируемой диссертации также подтверждается опубликованием ее результатов в научной печати, обсуждением диссертационных материалов на научно-практических конференциях

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, полученных диссертантом подтверждается корректностью постановки задач, сходимостью экспериментальных данных и результатов физического моделирования, экспериментальными исследованиями, выполненными в достаточном объеме с оценкой полученных результатов методами математической статистики.

### **Оценка содержания диссертации и автореферата**

В первой главе диссертации рассмотрено современное состояние техники и инструмента для ударно-поворотного способа бурения шпуров и скважин. Приведены результаты анализа закономерностей разрушения скальных горных пород буровым инструментом и анализ факторов, влияющих на эффективность ударных способов бурения, сформулированы цель и задачи диссертационного исследования.

Во второй главе диссертации предложен и обоснован теоретический механизм разрушения скальных горных пород при ударно-поворотном способе бурения коронкой штыревого типа, приведена схема экспериментов по измерению и оценке пространственного распределения напряжений и объемов разрушения скальной горной породы при различных положениях точек удара.

В третьей главе диссертации представлены результаты обобщения и анализа данных экспериментальных исследований пространственного распределения напряжений и объемов разрушения при ударах сближенных инденторов на значительном удалении и вблизи от свободной поверхности скола.

В четвертой главе диссертации представлена методика расчета рационального размещения штырей (инденторов) на рабочей поверхности коронки и определения основных параметров режима бурения ударно-поворотным способом, обеспечивающих снижение энергоемкости процесса бурения.



Тема диссертации соответствует научной специальности. Выводы и рекомендации изложены в соответствии с полученными результатами.

Содержание автореферата и диссертации изложено понятным и доступным языком. Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.11-2011, написаны в требуемом объеме. Автореферат полностью отражает содержание диссертации и дает полное представление об объеме проведенных исследований.

По теме диссертации опубликовано 12 работ, из них 4 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Количество публикаций по материалам диссертации является достаточным и отвечает требованиям ВАК Минобрнауки РФ. Публикации дают возможность широкой научной общественности и специалистам по вопросам разрушения горных пород ознакомиться с основными результатами исследований, представленных в диссертации. Основные положения диссертации прошли апробацию на 13 конференциях в РФ.

### **Практическая и научная ценность работы**

Результаты работы, несомненно, имеют практическую ценность, заключающуюся в разработке методики определения рационального размещения инденторов на рабочей поверхности буровой коронки штыревого типа, учитывающей возможность создания дополнительных напряжений и объемов разрушения скальной горной породы при обеспечении рациональной ударной нагрузки по забою шпура (скважины).

В совокупном виде ценность диссертации Реготунова Андрея Сергеевича для науки можно определить как формирование теоретической базы для создания буровых инструментов, позволяющих усовершенствовать механизм разрушения скальных горных пород при ударно-поворотном способе бурения шпуров и скважин и повысить эффективность процесса бурения.

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы**

Результаты работы представляют интерес для работников горных предприятий как методическая основа при разработке новых и совершенствовании применяемых конструкций бурового инструмента штыревого типа, выявлении и реализации резервов экономии затрат энергии



в комплексе буровзрывных работ, а для машиностроительных предприятий - как возможность создания нового поколения бурового инструмента, соответствующего многообразным горно-геологическим условиям разработки полезных ископаемых и позволяющего снизить энергоемкость процесса бурения.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. В описании схемы проведения экспериментов (глава 2, п. 2.2.2) следовало детальнее изложить суть и порядок применения метода нелинейной функционально-факторной регрессии.
2. В четвертой главе представлена методика расчета точек рационального размещения инденторов на рабочей поверхности коронки и определения основных режимных параметров. Желательно было бы провести сопоставление расчетных данных, полученных с помощью предложенной методики с фактическими данными, полученными в процессе бурения.
3. Не приведен экономический расчет эффективности применения буровой коронки штыревого типа с рациональным размещением инденторов.

Однако отмеченные недостатки и замечания не снижают значимости исследования и не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации

### **Заключение**

Диссертация Реготунова Андрея Сергеевича на тему «Выявление закономерностей разрушения скальных горных пород буровыми коронками штыревого типа», представленная к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика, является самостоятельно выполненной, обладающей внутренним единством научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная для развития горного дела в направлении разрушения горных пород бурением научная задача. По своей актуальности, научной новизне, практической значимости полученных результатов, личному вкладу автора в науку представленная диссертация соответствует требованиям пп.9-11,13,14 «Положения о порядке присуждения степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор достоин присуждения степени кандидата

технических наук по специальности 25.00.20 - Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Старший научный сотрудник  
отдела проблем геомеханики и  
разрушения горных пород №5  
федерального государственного  
бюджетного учреждения науки  
Института проблем комплексного  
освоения недр Российской  
академии наук (ИПКОН РАН),  
кандидат технических наук,

Никита Николаевич Ефремовцев

Почтовый адрес организации (места работы автора отзыва): 111020, Россия, г. Москва, Крюковский туп., д.4  
тел.: 8-495-360-85-28 ; 8-909-159-15-41  
e-mail: noee7@mail.ru

Подпись старшего научного сотрудника отдела проблем геомеханики и разрушения горных пород №5, кандидата технических наук Ефремовцева Никиты Николаевича удостоверяю:

Ученый секретарь  
Института



МП

Начальник отдела кадров

МП

 Вартанов А.З.

 Островская М.И.

«11» ноября 2016 г.