

ОТЗЫВ
ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию **Нутфуллоева Гафура Субхоновича**
«ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ДРОБЛЕНИЯ МАССИВА
РАЗНОПРОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД КУМУЛЯТИВНЫМИ ЗАРЯДАМИ
ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ФОСФОРИТОВ»
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная
аэрогазодинамика и горная теплофизика

Актуальность избранной темы.

Взрывание разнопрочных горных пород представляет особую сложность при пректировании и выполнении взрывных работ. Как правило, крепкие пропластки являются трудновзрываеомой зоной и источником выхода негабаритных фракций при взрыве. Автором, на основе выполненного анализа литературы и опыта практической работы на горном предприятии, было выбрано направление исследований, направленное на повышение эффективности взрывных работ в сложных горно-геологических условиях. Необходимо отметить, что определение рациональных параметров БВР при разрушении массива разнопрочных горных пород скважинными зарядами с использованием кумулятивного эффекта, позволяющих обеспечить равномерность дробления сложноструктурного массива, снизить удельный расход взрывчатых веществ (ВВ) и затраты на бурение взрывных скважин, является актуальной научной задачей. Результаты представленных исследований имеют важное теоретическое и практическое значения.

Обоснованность и достоверность защищаемых научных положений, выводов и рекомендаций в диссертации подтверждается:

- корректностью постановки задач; достаточным и статистически обоснованным объёмом натурных измерений, сходимостью теоретических расчётов с фактическими результатами промышленных испытаний действия укороченных скважинных зарядов ВВ с кумулятивной выемкой внутри

твёрдого включения с погрешностью, не превышающей 10%; положительными результатами внедрения результатов диссертации, полученными при практической проверке в промышленных условиях разработанных способов взрывания и эффективных параметров БВР, а так же достигнутой технико-экономической эффективностью предложенных способов взрывного дробления массива разнопрочных горных пород;

- комплексной методикой работ, включающей обзор, анализ и обобщение теоретических исследований, экспериментальных полигонных и опытно-промышленных взрывов в скальном сложноструктурном массиве горных пород, использованием при обработке результатов измерений методов математической статистики и сравнительного анализа результатов исследований с натурными данными;

- сходимостью результатов выполненных теоретических и экспериментальных исследований по разрушению скальных горных пород с крепкими включениями;

- положительными результатами апробации и внедрения на производстве разработанного способа взрывания скальных горных пород, обеспечивающего заданное качество дробления взорванной горной массы;

- использованием результатов исследований и рекомендаций автора при составлении проектов БВР для карьера Ташкура Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов.

Результаты выполненных автором инструментальных измерений гранулометрического состава взорванной горной массы подтверждают эффективность разработанного способа взрывания с использованием кумулятивного эффекта с управляемым действием кумулятивной струи при разрушении крепких включений на карьерах.

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

- определен эффективный радиус дробящего действия скважинного заряда эмульсионного взрывчатого вещества(ЭВВ) с кумулятивным эффектом в массиве разнопрочных горных пород, который

зависит от массы и плотности заряда взрывчатого вещества и изменяется от этих факторов по степенной зависимости;

- установлена зона разрушения горной породы кумулятивной струей в зависимости от ее длины и размеров образующей конуса кумулятивной выемки, плотности взрываемого массива горных пород, а также относительной сжимаемости массива разнопрочных горных пород;

- на основе использования законов кумуляции зарядов взрывчатых веществ установлена максимальная скорость кумулятивной струи в массиве разнопрочных горных пород в зависимости от физико-технических характеристик массива и детонационных характеристик используемых взрывчатых веществ.

Практическое значение работы заключается:

- в разработке метода взрывания скальных горных пород с применением укороченных скважинных зарядов с кумулятивным эффектом, позволяющим по результатам внедрения на карьере Ташкура Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов на 30% расширить сетку взрывных скважин и снизить удельный расход ВВ на 35% и затраты на бурение взрывных скважин на 16%;

- в обосновании возможности применения скважинных зарядов ВВ с кумулятивной выемкой, установленной в нижней части скважин, что позволяет, за счет управления действием энергии взрыва на крепкие слои взрываемого массива, на 8–12% уменьшить средний размер куса взорванной горной массы и выход негабарита в 1,7 раза;

- в определении рациональных параметров БВР при дроблении массива разнопрочных горных пород, позволяющих установить длину рассредоточенных частей основных скважинных зарядов ВВ, эффективную глубину укороченных скважин и массу заряда в них в зависимости от удельного расхода ВВ и мощности крепкого пропластка;

– в эффективном использовании полученных автором результатов, как для разрушения трудновзрываемых горных пород, так и для дробления разнопрочных горных пород с твердыми включениями на карьерах.

Краткое содержание работы.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, содержит 136 страниц машинописного текста, 7 таблиц, 64 рисунка, список литературы из 90 наименований и приложения.

В первой главе автором проведен достаточно подробный обзор известных результатов исследований и приведены основные сведения о различных методах взрывного разрушения сложноструктурных массивов горных пород. Определены основные направления по управлению эффективностью взрывания на различных карьерах России и Узбекистана. Рассмотрены особенности производства буровзрывных работ на карьере Ташкура Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов, являющимся наиболее крупным предприятием по разработке фосфоритовых руд государственного предприятия «Навоийский горно-металлургический комбинат» (Республика Узбекистан).

В главе приведены основные сведения о геологическом строении и физико-технических характеристиках пород месторождения. Сформулирована *цель исследований*, заключающаяся в интенсификации дробления массива разнопрочных горных пород зарядами ВВ с использованием кумулятивного эффекта и разработке способов и эффективных параметров ведения БВР в сложных горно-геологических условиях.

Как следует из материалов диссертации, *основная идея работы* состоит в обеспечении равномерности дробления массива разнопрочных горных пород по высоте уступа за счет предварительного использования направленной энергии взрыва кумулятивного заряда для рыхления крепких

пропластков в уступе и дальнейшего взрывания основных скважинных зарядов рыхления.

Во *второй главе* приведены результаты проведенных автором теоретических исследований действия укороченных скважинных зарядов взрывчатых веществ с управляемым кумулятивным эффектом в массиве разнопрочных горных пород. На базе изучения гидродинамической теории кумуляции зарядов ВВ установлена зависимость изменения угла схлопывания кумулятивной облицовки в зависимости от радиуса конуса, его высоты, начальной скорости и скорости кумулятивной струи, а также времени схлопывания и толщины облицовки. На основании проведенных автором теоретических исследований действия кумуляционных зарядов ВВ при дроблении массива разнопрочных горных пород получена формула определения радиуса действия укороченного скважинного заряда ВВ с кумулятивным эффектом в массиве разнопрочных горных пород. Анализ полученной формулы показывает, что с увеличением массы заряда ВВ в укороченной скважине с кумулятивной облицовкой его радиус действия возрастает, а с увеличением глубины разрушения пропластка и плотности кумулятивной струи – уменьшается.

Также определены физические особенности управления действием кумулятивного заряда на различных расстояниях от кумулятивной выемки путем размещения на пути распространения кумулятивной струи прокладки из низкоплотного материала (пенопласта), а также проведено сравнение результатов расчета с экспериментальными данными.

Автором также установлено, что процесс вылета забойки из шпура при наличии кумулятивной выемки в ней приводит к тому, что забойка вылетает в среднем позже на 30%, чем при взрыве зарядов без кумулятивной выемки. Это приводит к тому, что действие газообразных продуктов детонации на среду увеличивается и улучшается дробление. Обработка фотопланогрaмм взорванной горной массы это подтверждает.

В *третьей главе* разработан комплекс исследований действия взрыва зарядов ВВ с кумулятивной выемкой в массиве разнопрочных горных пород в полигонных условиях. При исследованиях применялся метод сравнения результатов взрывов зарядов обычной сплошной конструкции и зарядов с кумулятивной выемкой в донной части укороченных шпуров, взрывааемых на одном блоке. Критерием оценки эффективности исследуемых конструкций являлись интенсивность дробления горной массы и качество проработки подошвы уступа. Качество дробления оценивали по гранулометрическому составу и диаметру среднего куска разрушенной породы, проработку подошвы уступа определяли маркшейдерской съемкой уступа после взрыва.

Результаты проведенных экспериментов также показали, что расположение в донной части кумулятивной воронки оказывает влияние на интенсивность взрывного разрушения горных пород: диаметр среднего куска при использовании данных зарядов снижается на 8,2%; выход средних фракций (100 – 400 мм) увеличивается на 20%, а выход негабаритов (свыше 400 мм) снижается на 20%.

В результате проведения полигонных испытаний были установлены изменения скорости схлопывания кумулятивной выемки от высоты конусной облицовки; скорости кумулятивной струи от угла вершины кумулятивной облицовки; угла схлопывания кумулятивной выемки и глубины разрушения взрыва в массиве разнопрочных горных пород от высоты прокладки.

Результаты промышленных испытаний разработанных способов взрывания разнопрочных массивов горных пород изложены в *четвертой главе*. В этой главе подробно описан разработанный способ взрывания, последовательность операций при его испытании и внедрении. Определены, как указывает автор, эффективные параметры буровзрывных работ при дроблении массива разнопрочных горных пород, позволяющие установить длину рассредоточенных частей основных скважинных зарядов ВВ,

эффективную глубину укороченных скважин и массу заряда в них в зависимости от удельного расхода ВВ и мощности крепкого пропластка, на основе которых разработана методика их инженерного расчета. Итогом раздела является основной вывод о том, что повышение эффективности взрывания массива разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов ВВ достигается путем управления дроблением горных пород по высоте уступа с предварительным разрушением крепких пропластков в уступе укороченными скважинными зарядами с кумулятивным эффектом и последующим взрыванием основных скважин, что обеспечивает равномерное дробление горных пород по высоте уступа за счет направленного использования энергии взрыва по крепким пропласткам, расширения сетки взрывных скважин, уменьшения удельного расхода ВВ и затрат на бурение взрывных скважин.

Приведенные в главах 2...4 диссертации результаты исследований действия взрыва в разнопрочных породах, разрушаемых зарядами ВВ с кумулятивными выемками, выполненная фотопланиметрическим методом сравнительная оценка качества дробления горных пород при опытных (по предложенному автором методу) и производственных (с обычно используемыми на карьере параметрами) взрывах скважинных зарядов являются несомненным подтверждением вынесенных на защиту научных положений диссертации.

В целом, диссертация носит законченный характер, посвящена раскрытию и доказательству сформулированных автором научных положений. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 25.00.20 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика». Название диссертации отражает представленный в ней материал.

Автореферат полностью раскрывает вынесенные на защиту основные научные положения. Диссертация и автореферат написаны в требуемом объеме грамотным техническим языком. К сожалению, в тексте диссертации

и в автореферате имеются опечатки.

Выводы и рекомендации диссертации приняты к внедрению при производстве взрывных работ на карьере Ташкура Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов с фактическим экономическим эффектом 356,244 тыс. руб. на 80960 м³ взорванной горной массы.

Разработанные автором конкретные рекомендации и предложения явились основой для создания «Методики исследования действия зарядов ВВ с кумулятивной выемкой в разнопрочных горных породах», согласованной и принятой к внедрению Навоийским горно-металлургическим комбинатом.

Результаты исследований используются в учебном процессе в Навоийском государственном горном институте при чтении лекций по профилирующим дисциплинам.

Необходимо отметить хорошую математическую подготовку автора, глубокие знания физики взрыва, что позволило ему провести глубокие теоретические исследования. Для подтверждения теоретических выводов и рекомендаций соискателем успешно применена современная измерительная аппаратура, позволившая получить численные значения параметров, характеризующих эффективность дробления разнопрочных пород.

По теме диссертации опубликовано 13 научных трудов, в которых раскрываются основные теоретические положения и результаты проведенных исследований, из которых 3 опубликованы в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

Кроме того, подана одна заявка на выдачу патента РФ на изобретение. Количество публикаций по материалам диссертации является достаточным и отвечает требованиям ВАК Минобрнауки РФ. Публикации дают возможность широкой научной общественности и специалистам взрывного дела ознакомиться с основными результатами исследований, представленных в диссертации.

Основные положения и результаты исследований по теме диссертации многократно докладывались на международных, всероссийских

конференциях, научных симпозиумах «Неделя горняка – 2013-2015 г.» , на международных конференциях молодых ученых и Республиканских научно–практических конференциях.

По работе имеются следующие замечания:

1. В работе отсутствуют конкретные рекомендации по условиям применения разработанного способа взрывания разнопрочных пород (мощность и пространственное положение пропластков, соотношение прочностных характеристик пропластков и вмещающих пород, допустимые технологические параметры отработки месторождения, для которых эффективно применение разработанного способа взрывания) .
2. Каким образом осуществляется эффект кумуляции не самого скоростного и бризантного эмульсионного взрывчатого вещества Nobelit, стальной облицовки кумулятивной выемки и низкоплотной (пенопластовой) преграды?
3. Каково влияние плотности кумулятивной струи и угла схлопывания облицовки кумулятивной выемки на эффективность разрушения крепких пропластков и как тип ВВ, диаметр заряда и его плотность влияют на эти параметры?
4. Необходимо пояснить утверждение автора, что с увеличением длины кумулятивной струи от 0,2 м до 0,3 м глубина ее разрушения увеличивается от 2,35 м до 2,5 м соответственно(с. 61 диссертации). Каково влияния крепости и трещиноватости взрывааемых пород на размеры их разрушения?
5. В тексте диссертации и в автореферате имеются незначительные терминологические неточности и опечатки.

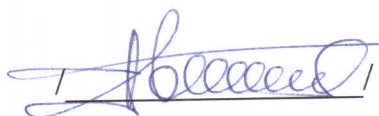
На основе анализа диссертации и опубликованных работ считаю, что,

несмотря на отмеченные недостатки, диссертация Нутфуллоева Гафура Субхоновича является законченной научно-квалификационной работой, вносящей существенный вклад в отрасль знаний «Технические науки» и имеющей важное научное и практическое значение.

*Диссертация Нутфуллоева Гафура Субхоновича отвечает требованиям ВАК Минобрнауки РФ и соответствует п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемых к кандидатским диссертациям в части актуальности тематики, научной новизны результатов и их практической значимости, а её автор - **Нутфуллоев Гафур Субхонович** заслуживает присвоения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».*

Официальный оппонент,

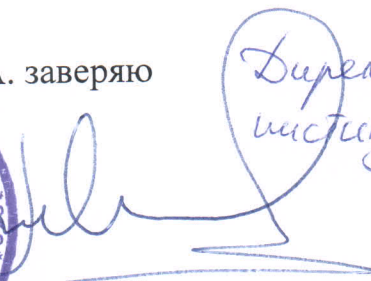
профессор, доктор технических наук, профессор Горного института (МГИ) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». Россия, 119049, г. Москва, Ленинский пр., д. 4. Тел. (499) 230-25-68, bvamggu@mail.ru,
Белин Владимир Арнольдович

 / Белин В.А.

30.09.2015г.

Подпись профессора Белина В.А. заверяю




Мясков А.В.

Директор горного
института НИТУ МИСиС