МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КУЗНЕЦОВ Виктор Андреевич

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

В КАРЬЕРАХ И ОТКРЫТЫХ ГОРНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ

ВЫРАБОТКАХ НА ОСНОВЕ ДЕФОРМАЦИОННОГО

ЗОНИРОВАНИЯ ВЗРЫВАЕМЫХ УСТУПОВ

Специальность 25.00.20 — «Геомеханика, разрушение горных пород,

рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Диссертация на соискание учёной степени

доктора технических наук

Научный консультант профессор, доктор технических наук

Крюков Г.М.

Москва 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ:

Введение 6

1. Состояние проблемы буровзрывного разрушения скальных по¬род в горном деле и строительстве. Задачи исследования 13

1.1. Состояние проблемы взрывного разрушения горных пород при

разработке полезных ископаемых и в строительстве 13

1.2. Влияние качества дробления горной массы на эффективность гор-но-технологических процессов 21

1.3. Влияние буровзрывных работ на устойчивость долговременных

бортов карьеров и откосов горно-строительных выработок 23

1.4. Основные задачи и методы исследования 25

2. Систематизация, экспериментальное исследование и аналитиче¬

ская оценка размеров зон взрывного разрушения в массивах скальных горных пород 27

2.1. Систематизация и характеристика зон взрывного разрушения в

скальных горных породах 27

2.2. Экспериментальное изучение зон взрывного разрушения горных

пород на физических моделях 34

2.3. Исследование зон взрывного разрушения массивов скальных гор¬ных пород в натурных условиях 41

2.4. Аналитическая оценка размеров зон взрывного измельчения,

дробления и трещинообразования в скальных горных породах 48

2.5. Аналитическая оценка размеров зоны остаточных межблочных

подвижек 53

2.6. Деформационное зонирование взрываемых уступов 60

2.7. Формирование грансостава в общем развале горной массы из по-лидисперсных смесей обособленных деформационных зон 64

Выводы 71

3. Исследование дробления горных пород при уступной взрывной отбойке 73

3.1. Анализ основных природных и технологических факторов, опре-деляющих качество дробления горных пород при взрывной отбойке 73

3.2. Экспериментальные исследования степени дробления горных по¬род в условиях уступной взрывной отбойки 75

3.2.1. Организация экспериментальных работ 75

3.2.2. Исследование степени взрывного дробления долеритов на строи-тельстве Хантайской ГЭС 76

3.2.3. Интенсификация взрывного дробления гранитов на строительст¬ве Колымской ГЭС 78

3.3. Исследование зависимости грансостава горной массы от парамет¬ров БВР 83

3.3.1. Зависимость грансостава горной массы от удельного расхода ВВ 83 3.3.2.3ависимость степени дробления горных пород от диаметра заряда 87

3.4. Исследование зависимости грансостава горной массы от показа¬телей физико-технических свойств горных пород 89

3.4.1. Влияние крепости горных пород на интенсивность их взрывного

дробления при уступной отбойке 89

3.4.2. Влияние трещиноватости (блочности) массивов горных пород на

степень взрывного дробления 92

3.4.3. Влияние объёмного веса взрываемых пород на интенсивность их

дробления 94

3.5. Обобщённая аналитическая оценка диаметра среднего куска взо-рванной горной массы 96

3.6. Разработка математической модели взрывного дробления горных

пород скважинными зарядами в условиях уступной отбойки 97

3.6.1. Назначение и содержание модели взрывного дробления горных пород 97

з

3.6.2. Анализ существующих моделей взрывного дробления горных

пород 98

3.6.3. Математическая модель взрывного дробления горных пород с

учётом деформационного зонирования для условий уступной отбойки 100 Выводы по гл. 3 104

4. Обоснование рациональных параметров БВР в условиях много-рядного короткозамедленного взрывания массивов горных пород 107

4.1. Анализ существующих методов расчёта скважинных зарядов ВВ 107

4.2. Классификация массивов горных пород по взрываемости 111

4.3. Методика расчёта параметров скважинных зарядов, с учётом тре¬буемой степени дробления горных пород 114

4.3.1. Содержание и последовательность расчёта параметров много¬

рядного короткозамедленного взрывания скважинных зарядов; Фор-мирование первоначальной базы данных 114

4.3.2. Обоснование рационального диаметра взрывных скважин, спо¬соба бурения и типа бурового станка 120

4.3.3. Обоснование удельного расхода и номенклатуры ВВ 122

4.3.4. Определение рациональных параметров единичного скважинно- •

го заряда 127

4.3.6. Расчёт параметров сетки расположения скважин 135

4.4. Методика расчёта предельных параметров БВР, обеспечивающих

минимальный расход бурения и ПВВ 138

4.5. Определение величины интервалов замедлений при КЗВ в услови¬ях уступной отбойки 141

Выводы по гл. 4 147

5. Обоснование технологии щадящего взрывания в приконтурных зонах долговременных бортов карьеров и горно-строительных 148 выработок

5.1. Систематизация основных технологических схем оформления дол- 148

говременных бортов карьеров и горно-строительных выработок

5.2. Определение рациональной ширины приконтурных зон при пере-ходе к щадящему взрыванию

5.3. Общие принципы снижения механического действия взрывных работ при щадящем взрывании в приконтурных зонах карьеров и строительных выработок

5.4. Расчёт параметров скважинных зарядов рыхления в приконтурных зонах

5.5. Обоснование параметров контурного взрывания

5.5.1. Методы контурного взрывания

5.5.2. Исследование зависимости размеров зон взрывного разрушения в горных породах при взрыве колонковых зарядов с пониженной плот¬ностью заряжания

5.5.3. Исследование линейной плотности контурных зарядов

5.5.4. Обоснование рациональной величины расстояния между кон-турными зарядами

5.5.5. Обоснование рационального диаметра контурных скважин

5.5.6. Совершенствование технологии контурного взрывания

5.6. Аналитическая оценка предельной мощности зарядов ВВ в при-контурных зонах долговременных бортов карьеров и горно-строительных выработок

Выводы по гл. 5 Заключение Список литературы Приложения

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных актуальных исследований изложены научно обос-нованные технологические решения по обоснованию технологии буро-взрывных работ в карьерах и открытых горно-строительных выработках, обеспечивающей требуемую степень дробления пород и сохранность долго-временных бортов карьеров и выработок при многорядном короткозамедлен¬ном взрывании скважинных зарядов ВВ; внедрение данных решений вносит значительный вклад в развитие горно-добывающей и горно-строительной от¬раслей промышленности.

Основные научные выводы и практические результаты, полученные лично автором в процессе исследования:

1. Дополнена систематизация зон взрывного разрушения скальных гор¬ных пород путём введения зоны остаточных межблочных подвижек в качест¬ве самостоятельной весьма значимой зоны взрывного разрушения массива, и установлены аналитические зависимости для определения размеров зон из¬мельчения, дробления, трещинообразования и остаточных межблочных под¬вижек в горных породах при взрыве скважинных зарядов в зависимости от параметров зарядов и физико-технических характеристик пород.

2. Выделены наиболее характерные деформационные зоны во взрывае-мом уступе, существенно различающиеся условиями нагружения при взрыве, и установлена относительная степень дробления породы для каждой зоны; установлена закономерность формирования гранулометрического состава горной массы при взрыве многорядной системы скважинных зарядов ВВ, что позволяет выполнять его уточнённую прогнозную оценку по фактиче¬ским параметрам буровзрывных работ.

3. Установлена обобщённая зависимость среднего размера куска взо-рванной горной массы от параметров зарядов и физико-технических характе-ристик пород

где f de, y, d, q — соответственно коэффициент крепости пород по проф. Протодъяконову М.М., осредненный размер естественной отдельности в мае-

о

сиве, м, объёмный вес породы, т/м , диаметр заряда, м, удельный расход ВВ, кг/м3.