

УДК622.235

МНОГРЯДНОЕ КОРОТКОЗАМЕДЛЕННОЕ ВЗРЫВАНИЕ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ В УСЛОВИЯХ УСТУПНОЙ ОТБОЙКИ

Атагелдиев К. Т., магистрант гр. ГДМ-18-1

Баизбаев М. Б., канд. техн. наук, доц., науч. рук.

(Карагандинский Государственный технический университет,
г. Караганда, Казахстан, E-mail: baiz76@mail.ru)

В общем комплексе разработки месторождений полезных ископаемых буровзрывные работы являются начальным звеном всего технологического цикла, поэтому от качества подготовки горной массы взрывом зависит эффективность всех последующих процессов добычи и переработки сырья.

Ключевые слова: буровзрывные работы, короткозамедленное взрывание, дробление, контурное взрывание, конечной контур, заряжаемые скважины, уступной отбойка, законтурный массив, межблочные подвижки.

Добыча полезных ископаемых сопряжены с необходимостью разработки больших объёмов крепких скальных горных пород, выемка и перемещение которых требуют предварительной буровзрывной подготовки (дробления и рыхления), осуществляемой, как правило, скважинными либо шпуровыми зарядами ВВ в условиях уступной отбойки. Объёмы и высокая стоимость ежегодно выполняемых БВР, а также существенное влияние качества взорванной горной массы на производительность последующих выемочно-погрузочных работ, транспортировки и первых стадий обогатительного передела определяет необходимость постановки научных исследований, направленных на повышение эффективности БВР. В этой же связи следует отметить целесообразность совершенствования научно-методической базы проектирования взрывных работ в соответствии с накопленным за последние десятилетия опытом.

Анализ технологии открытых горных работ позволяет выделить две наиболее существенные проблемы, связанные с БВР – обеспечение требуемой степени дробления пород и устойчивости

долговременных откосов уступов и бортов карьеров и горно-строительных выработок.

Необходимость достижения требуемой степени дробления обусловлена отмеченным выше влиянием качества взорванной горной массы на производительность последующих горно-технологических процессов. Кроме того, в промышленном строительстве требования к качеству взорванной массы нередко ужесточаются техническими условиями, исходя из функциональных особенностей строящихся объектов.

В результате исследований отечественных и зарубежных учёных установлены механизм взрывного разрушения горных пород и характер зависимости степени их дробления от структуры массива, крепости пород, технологических факторов. Но применяемые в настоящее время эмпирические формулы для расчёта параметров БВР являются весьма ориентировочными, а рассчитанные по ним параметры корректируются путём проведения дорогостоящих опытно-промышленных работ.

С увеличением глубины карьеров большое значение приобрело обеспечение устойчивости долговременных откосов уступов и бортов, поэтому существенно возросли требования к сохранности законтурного массива и качеству оформляемых бортов, что привело к разработке и широкому внедрению контурного взрывания. При этом сохранилась недооценка действия взрыва на законтурный массив, где раскрытие природных трещин и необратимые межблочные подвижки, вызванные взрывом, приводят к снижению устойчивости откосов и, следовательно, к необходимости их дорогостоящего крепления, либо к не менее затратному выполаживанию. Поэтому при профилировании бортов карьеров необходимо осуществлять смягчение механического воздействия БВР в тыльную часть массива, что определяет целесообразность разработки эффективной технологии щадящего взрывания в предконтурных зонах.

В соответствии с изложенным научная проблема обоснования технологии БВР, обеспечивающей заданную степень дробления пород и устойчивость бортов карьеров и горно-строительных выработок, является актуальной.

Существенный прогресс в области взрывного дела был бы невозможен без научных исследований и развития теоретических

представлений о действии взрыва в горных массивах. В этой же связи необходимо отметить видных зарубежных исследователей.

Для совершенствования физико-технических основ оптимизации буровзрывных технологий разрушения горных пород большое значение имеют исследования механических эффектов промышленных взрывов в трудах акад. РАН Адушкина В. В., проф. Баранова Е. Г., Барона Л. И., Белина В. А., Боровикова В. А., Викторова С. Д., Гончарова С. А., Друкованного М. Ф., Казакова Н. Н., Крюкова Г. М., Кутузова Б. Н., Мосинца В. Н., Репина Н. Я., Тарасенко В. П., Щукина Ю. Г. и других отечественных учёных.

Наиболее надёжной основой для дальнейшего развития аналитической базы буровзрывной технологии являются изучение зон взрывного разрушения в крепких горных породах, установление закономерностей формирования грансостава взорванной горной массы, разработка более совершенной математической модели взрывного дробления горных пород. Решение данных задач применительно к условиям многорядного короткозамедленного взрывания позволяет уточнить зависимость степени дробления от параметров БВР и показателей физико-технических свойств пород, а также усовершенствовать методику расчёта параметров БВР на заданное дробление.

Как уже было отмечено, повышение требований к сохранности законтурного массива и качеству оформляемых бортов, сопровождавшее увеличение глубины карьеров и профильных горно-строительных выемок, привело к внедрению технологии контурного взрывания. Наиболее существенные аспекты контурного взрывания были рассмотрены в работах Холмса Д. К., Пэйна Р. С., Кларка Х. И., Давыдова С. А., д.т.н. Боровикова В. А., к.т.н. Граура М. И., Фещенко А. А., д.т.н. Фокина В. А. и других исследователей. Однако до сих пор имеет место недооценка действия взрывов на законтурный массив. Даже при наличии щелевого экрана, воздействие скважинных зарядов рыхления способно приводить к раскрытию природных трещин, необратимым межблочным подвижкам и снижению устойчивости оформляемых откосов. Поэтому при профилировании бортов карьеров и откосов ответственных горно-строительных выработок необходимо осуществлять щадящее взрывание в предконтурных зонах.

В существующей технологии буровзрывной подготовки массивов горных пород к выемке доминирует многорядное короткозамедленное взрывание скважинных зарядов в условиях уступной отбойки.

Зависимость грансостава горной массы от показателей физико-технических свойств горных пород и параметров БВР.

Экспериментальное изучение процессов взрывного разрушения горных пород и обобщение полученных результатов позволяет выделить следующие основные природные факторы и технологические параметры, существенно влияющие на степень взрывного дробления горных пород: трещиноватость (блочность) взрываемого массива, крепость взрываемых пород и их объёмный вес, диаметр заряда, удельный расход ВВ. Поэтому средний размер куска горной массы, определяющий интенсивность взрывного дробления, может быть представлен в виде степенного одночлена:

$$d_c = \kappa \cdot f^\alpha d_e^\beta \gamma^\theta d^\delta q^\lambda, \quad (1)$$

где f – коэффициент крепости пород по проф. Протодьяконову М. М.;

d_e – средний размер блока в массиве;

γ – объёмный вес породы;

d – диаметр заряда;

q – удельный расход ВВ;

$\alpha, \beta, \theta, \delta, \lambda$ – показатели степени;

κ – коэф. пропорциональности.

Зависимость грансостава горной массы от удельного расхода ВВ

Удельный расход ВВ является наиболее эффективным средством управления степенью дробления горных пород, определяющим стоимостные параметры буровых и взрывных работ. С учётом же существенного влияния грансостава горной массы на производительность выемочно-погрузочного, транспортного и дробильного оборудования удельный расход ВВ в значительной мере определяет и эффективность всего горнотехнологического комплекса.

В настоящее время наиболее обоснованной считается гиперболическая зависимость диаметра среднего куска взорванной горной массы от удельного расхода ВВ в виде:

$$d_c \sim \frac{1}{q^\lambda}.$$

Однако в оценке показателя степени λ существуют значительные расхождения – его величина, по данным отечественных и зарубежных исследователей, изменяется от 0,5 (Мец Ю. С.) до 2,9 (Рустан А., Швеция). Поэтому в упомянутых выше промышленных экспериментах было обращено особое внимание на точность измерения основных результатов взрывного дробления пород.

На рис. 1 приведена зависимость диаметра среднего куска взорванной массы d_c от удельного расхода ВВ q , по результатам промышленно-экспериментальных взрывов скважинных зарядов диаметром 110–220 мм в гранитных массивах III–IV категорий трещиноватости крепостью $f=12–14$.

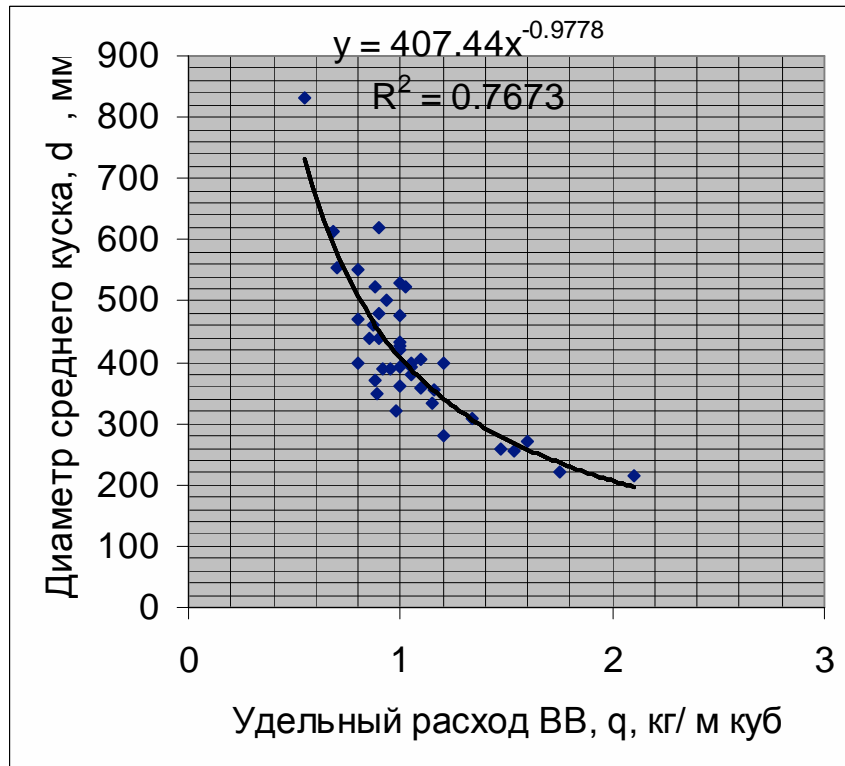


Рис.1. Зависимость диаметра среднего куска взорванной массы d_c от удельного расхода ВВ q в гранитах III–IV категорий трещиноватости при $f=12\dots14$

Анализ полученных результатов с использованием программы Excel позволяет установить зависимость осреднённого размера куска взорванной горной массы от удельного расхода ВВ в виде:

$$d_c = 0,407q^{-0,98} \sim q^{-1}. \quad (2)$$

(Достоверность аппроксимации при этом составляет $R^2=0,77$).

Таким образом, в выражении (1) можно принять $\lambda = -1$, при этом $d_c \sim 1/q$.

На рис. 2 отражен анализ результатов экспериментально-промышленных взрывов на строительстве основных сооружений в крупноблочных гранитах с использованием скважинных зарядов ПВВ диаметром 89, 105, 150 и 220 мм.

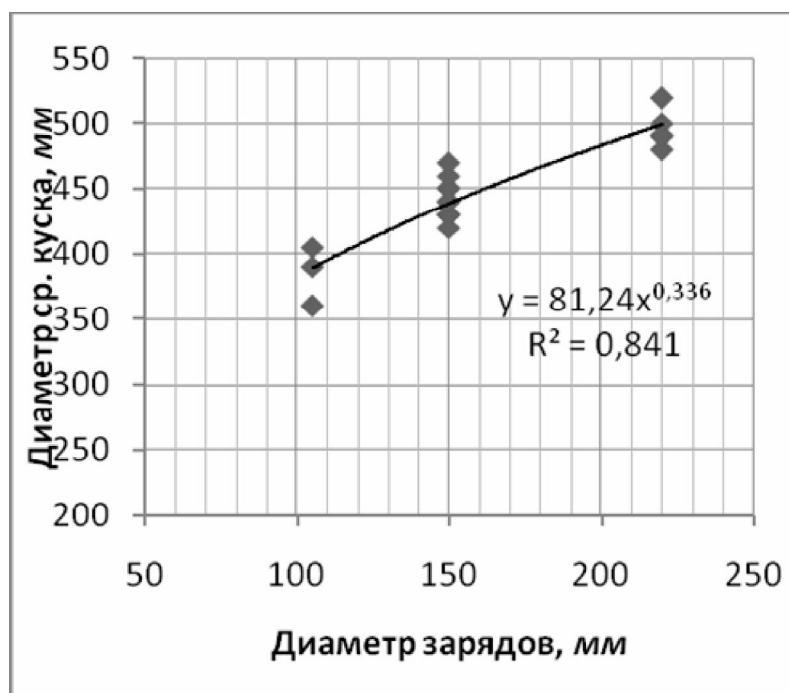


Рис. 2. Зависимость диаметра среднего куска взорванной горной массы от диаметра скважинных зарядов по результатам экспериментально-промышленных взрывов в крупноблочных гранитах крепостью $f=12-14$

При этом рассматривалась усечённая выборка по массовым взрывам с удельным расходом ВВ, изменявшимся в сравнительно

небольшом диапазоне от 0,9 до 1,1 кг/м³ (в целях исключения влияния данного параметра).

В соответствии с данным анализом

$$d_c \sim d^{0,33} \quad (R^2=0,84). \quad (3)$$

Разработанная в статье методика расчёта основных параметров БВР при многорядном короткозамедленном взрывании скважинных зарядов отражена в обобщённом виде.

Статья научно обоснованные технологические решения по обоснованию технологии буровзрывных работ в карьерах и открытых горно-строительных выработках, обеспечивающей требуемую степень дробления пород и сохранность долговременных бортов карьеров и выработок при многорядном короткозамедленном взрывании скважинных зарядов ВВ; внедрение данных решений вносит значительный вклад в развитие горнодобывающей и горно-строительной отраслей промышленности.

В результате проведенных исследований установлено следующее:

– Дополнена систематизация подготовки массивов горных пород к выемке при использовании многорядного короткозамедленного взрывания скважинных зарядов в условиях уступной отбойки;

– Установлена обобщённая зависимость среднего размера куска взорванной горной массы от параметров зарядов и физико-технических характеристик пород;

– Определена зависимость грансостава горной массы от удельного расхода ВВ.

Библиографический список

1. Кутузов, Б. Н. Разрушение горных пород взрывом. Взрывные технологии в промышленности [Текст] / Б. Н. Кутузов. – Москва : МГГУ, 1994. – С. 154–159.

2. Кузнецов, В. А. Аналитическая оценка грансостава взорванной горной массы [Текст] / В. А. Кузнецов // Взрывное дело – 1998. – № 91/48. – С. 82–85.

3. Викторов, С. Д. К расчёту зон, опасных по разлёту кусков взорванной породы [Текст] /С. Д. Викторов, В. А. Кузнецов // Взрывное дело – № 92/49. –С. 233–239.

4. Кузнецов, В.А. Параметры и технологические особенности контурного взрывания при строительстве профильных выемок [Текст] / В. А. Кузнецов // Научные школы МГГУ, Т.2. –М.: МГГУ, 2008. – С. 148–154.

Atageldyiev K. T., Baizbaev M. B.

(Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan)

MULTIPLE SHORT-TERMINAL EXPLOSION OF WELLS CHARGES UNDER CONDITIONS OF ACCESSIBLE DISCHARGE

In the general complex of development of mineral deposits, blasting and blasting operations are the initial link in the entire production cycle, therefore the effectiveness of all subsequent processes of extracting and processing raw materials depends on the quality of preparation of the rock mass.

Key words: Blasting, short-delay blasting, crushing, contour blasting, finite contour, rechargeable wells, escaping blasting, contour array, inter-block motions.