

ватость с меньшей трудоемкостью, повышая степень надежности опытных данных.

Список литературы

1. **Ю.И. Туринцев.** Прочность скальных горных пород в массиве. Изв. вузов, Горн. Ж. 1966. -№7.
2. **Н.Н. Мельников, Ю.А. Епимахов, Н.Н. Абрамов.** Научные основы интенсификации введения большепролетных подземных сооружений в скальном массиве – Апатиты: Издательство Кольского научного центра РАН, 2008.
3. **В.Т. Глушко, В.Г. Борисенко.** Инженерно - геологические особенности желозуродных месторождений. –М.: «Недра», 1978.
4. Типовые проекты формы технического расчета массового взрыва и методические указания по их составлению. –НИГРИ, 1977.

УДК 622.235

А.П. СТАНКОВ, аспирант, Криворожский технический университет

ВЛИЯНИЕ МАСШТАБА ВЗРЫВА И УДЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ НА КАЧЕСТВО ДРОБЛЕНИЯ ВЗОРВАННЫХ ПОРОД

Основываясь на общепринятых представлениях о механизме разрушения горных пород, приведены аналитические зависимости, позволяющие решать технологические задачи буровзрывного комплекса.

Ґрунтуючись на загальноприйнятих уявленнях про механізм руйнування гірських порід, наведені аналітичні залежності, які дозволяють вирішувати технологічні завдання буро-вибухового комплексу.

Ключевые слова: масштаб взрыва, удельные затраты энергии, буро-взрывные работы, взорванные породы.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Известно, что качество дробления горных пород взрывом зависит во многом от масштаба взрыва. Однако, каких либо зависимостей, в этом плане, которые позволили бы решать технологические задачи, нет.

Постановка задачи. Целью данной работы является проведение аналитических исследований по влиянию удельных затрат энергии на качество дробления взорванных пород.

Изложения материала и результаты. Гранулометрический состав взорванной массы наилучшим образом описывается широко известным двухпараметрическим уравнением Розина-Рамллера:

$$\gamma_{+n} = e^{-\left(\frac{H}{d_{cp}}\right)^n}, \quad (1)$$

где γ_{+n} - весовой выход кусков (в долях единицы) размерами больше 400 мм;

d_{cp} - диаметр среднего куска, мм;

n - показатель рассеяния значений кусков вокруг среднего.

Исследования, проведенные на фактическом материале в 1000 раз и удельных расходов ВВ в 30 раз величина показателей n от этих факторов не зависит и для значений $H > d_{cp}$ равен $n=1$. Однако при определении выходов фракций меньше d_{cp} показатель n имеет тенденцию к уменьшению. Уточненная зависимость (1) выглядит следующим образом

$$\gamma_{+n} = e^{-\frac{H}{d_{cp}}} \begin{matrix} n=1 & H \geq d_{cp} \\ n = \frac{2}{3} & d_{cp} > H \end{matrix} \quad (2)$$

В практике горных работ интерес представляют выходы крупных кусков размером больше d_{cp} , что можно определить по упрощенной формуле:

$$\gamma_{+n} = e^{-\frac{H}{d_{cp}}} \quad (3)$$

Влияние основных линейных параметров взрыва- линии наименьшего сопротивления, диаметра заряда и удельного расхода ВВ на диаметр среднего куска посвящено достаточно много исследований. В ряде работ установлено, что диаметр среднего куска увеличивается пропорционально диаметру заряда в степени 1, 2/3, 1/2 [1-3]. В этих же и других работах даны формулы и зависимости от удельного расхода ВВ и прочностных свойств пород. Общий недостаток этих зависимостей тот, что они применимы только в том узком диапазоне экспериментальных данных, в котором они получены.

Аналитическая обобщенная зависимость диаметра среднего куска от линии наименьшего сопротивления и удельного расхода ВВ равна

$$d_{cp} = \frac{A^{\frac{2}{3}} \cdot \omega^{\frac{1}{3}}}{q^{\frac{2}{3}}}, \text{ м}, \quad (4)$$

где A - удельная энергоемкость взрывного разрушения, кг/м²;

ω - линия наименьшего сопротивления, м;

q - удельный расход ВВ, кг/м³.

Проверка зависимости (4) осуществлялась по данным лабораторных и промышленных взрывов железистых кварцитов, проведенных по данным литературных источников.

В силу больших трудностей в подборе данных по взрыванию одной разновидности были отобраны взрывы, произведенные в кварцитах и гранодиоритах, имеющих примерно равную сопротивляемость разрушению.

По результатам лабораторных взрывов железистых кварцитов карьера ИнГОКа была определена удельная энергоемкость разрушения $A=0,05$ кг/м³. Таким образом, для прогноза диаметра среднего куска получена расчетная формула:

$$d_{cp} = \frac{0,13 \cdot \omega^{\frac{1}{3}}}{q^{\frac{2}{3}}}, \text{ м}. \quad (5)$$

По этой формуле вычислены значения d_{cp} . Анализ расчетов показывает, что при изменении линии наименьшего сопротивления с 0,1 до 125 м, удельного расхода от 0,7 до 25 кг/м³, величины заряда от 5 кг до 60 тыс. тонн, то есть более чем на 10 порядков, относительные отклонения расчетных d_{cp}^* до фактических d_{cp} по величине не превышает 15 %, что свидетельствует о хорошей сходимости модели с фактическими данными о взрывном дроблении. Анализ формулы (4) показывает, что зависимость диаметра среднего куска от удельного расхода ВВ более острая, чем от масштаба взрыва. Значения удельной энергоемкости этих пород ($A=0,05$ кг/м³), что по своему порядку близко к значению этого же показателя для шведских пород - 0,07 кг/м³, приведенного в работе [4]. Из формулы (5) вытекают важные следствия:

$$\frac{d_{cp1}}{d_{cp2}} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \left(\frac{d_{zap1}}{d_{zap2}} \right)^{\frac{1}{3}}, \text{ при } q=\text{const}, \quad (6)$$

$$\frac{d_{cp1}}{d_{cp2}} = \left(\frac{q_1}{q_2} \right)^{\frac{2}{3}}, \text{ при } \omega=\text{const}, \quad (7)$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{\omega_1}{\omega_2} \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{d_{zap1}}{d_{zap2}} \right)^{\frac{1}{2}}, \text{ при } d_{cp}=\text{const}, \quad (7)$$

Формула (6) показывает, что при переходе на диаметр заряда, больший предыдущего в K раз, для достижения равного дробления необходимо удельный расход ВВ увеличить в $\sqrt[3]{K}$ раз.

Формула (7) показывает, что при переходе на диаметр заряда, больший предыдущего в K раз, для достижения равного дробления необходимо удельный расход ВВ увеличить в \sqrt{K} раз.

Согласно работе [1] диаметр среднего куска пропорционален d , а в работе [2] - $d^{\frac{2}{3}}$. В этом случае расчет диаметра среднего куска для ядерного взрыва с линией наименьшего сопротивления 125 м дала бы значение соответственно 21 м и 2,0 м, т.е. намного больше, чем фактическое значение (0,25 м). Формула (4) выведена из предположения, что размеры кусков определяются плотностью радиальных трещин, образованных прямой волной, то есть эта плотность не зависит от наличия свободной поверхности. Вследствие этого формулу (4) можно интерпретировать следующим образом:

$$d_{cp} = l_{cp} = \frac{A^{\frac{2}{3}} R^{\frac{1}{3}}}{q_R^{\frac{3}{2}}}, \quad (8)$$

где l_{cp} – среднее расстояние между трещинами в сфере, ограниченной радиусом R ;

q_R – удельный расход ВВ в объеме породы, ограниченном радиусом R .

Выводы. Разработанные зависимости (2-7) позволяют решать ряд технологических задач, связанных с производством буровзрывных работ. Так в силу ряда причин в настоящее время на карьерах просматривается тенденция к увеличению диаметра скважин при обурировании блоков. При переходе на большие диаметры, новые параметры сетки скважин определяются опытным путем. Найденные зависимости позволяют произвести более строгий анализ изменения качества дробления при различных подходах к этому процессу. При сохранении удельных расходов ВВ постоянными, постоянными останутся также удельные объемы бурения. При этом удельные затраты по ВВ останутся неизменными, но уменьшатся удельные затраты бурения, так как согласно работе [4] они уменьшаются с увеличением диаметра скважины обратно $\sqrt{d_{ск}}$. Согласно зависимости (7), чтобы сохранить достигнутое качество дробления, с увеличением диаметра необходимо увеличить удельный расход ВВ пропорционально \sqrt{d} , то есть суммарные затраты будут возрастать.

Список литературы

1. **Азаркович А.Е.** Определение параметров взрывания скважинными зарядами, обеспечивающими заданный выход негабарита. –М.: Горный журнал, №8, 1985, -С. 30-31.
2. **Ковлер И.М., Резник Я.И.** Определения диаметра среднего куска взорванной горной массы // Горный журнал, №5, 1977, -С. 40-41.
3. **Кутузов Б.Н., Вареничев А.А.** Выбор рационального диаметра взрывных скважин на карьерах // Горный журнал, №8, 1976, -С. 37-39.
4. **Лангфорс Х., Кильстрем Б.** Современная техника взрывной отбойки горных пород. –М.: Недра, 1968, -150 с.

УДК 621.3.029.4:622.785

S.V. FILATOV, A.S. FILATOV, Krivoy Rog Technical University

DECREASE OF IRON-ORE TRANSPORTATION COST PRICE BY SUPERSIZE TRUCKS AT THE EXPENSE OF ROLLING COEFFICIENT REDUCTION

The article considers the methods, which will help reduce the consumption of combustible-lubricating materials, increase the efficiency of supersize trucks and complexity of maintenance, current repair, thereby ensuring that will enhance the safety of movement of supersize trucks, and their exchange rate stability, as well as will reduce the volume of stripping at the widening of pitwalls.

В статье рассматриваются методы, которые помогут снизить расход горюче-смазочных материалов, повысить эффективность работы большегрузных карьерных автосамосвалов и трудоемкость технического обслуживания, текущего ремонта, который тем самым повысит безопасность движения карьерных автосамосвалов, и их курсовую стойкость, а также уменьшит объем вскрышных работ при разносе бортов карьеру.