

УДК 622.271

Б.Г. Амха, В.А. Герасимов

**ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СКВАЖИННЫХ
ЗАРЯДОВ ВВ И СВОЙСТВ ВЗРЫВАЕМЫХ ПОРОД
НА ВЫХОД ВЗОРВАННОЙ ГОРНОЙ МАССЫ**

При взрывании цилиндрических (скважинных) зарядов ВВ, расположенных на уступе скального массива, форма зоны дробления для отдельного заряда условно принимается в виде вертикального полуцилиндра с выпуклостью в сторону боковой открытой поверхности [1, 2]. Полуцилиндрическая форма зоны дробления скважинных зарядов согласуется с экспериментальными данными о том, что при наличии боковой открытой поверхности уступа симметрия распространения разрушений от заряда не соблюдается. Разрушения в основном направлены в сторону боковой открытой поверхности. В противоположную, тыльную сторону массива разрушения распространяются на небольшие расстояния в пределах зоны дробления напряжениями сжатия в прямой волне.

При принятом допущении основной характеристикой размера зоны дробления скважинных зарядов оказывается её радиус в горизонтальной плоскости.

Следует отметить, что рассматриваемая схема обобщает и идеализирует реальные процессы. Искажения могут вноситься неравномерностью естественной трещиноватости и, соответственно, распределением крупных отдельностей в массиве, приближенностью принятой формы зоны дробления и неучетом возможного дополнительного

дробления при соударении и падении кусков.

Теоретического решения задачи об определении радиуса зоны дробления скального массива до определенной крупности при взрыве скважинного заряда не имеется.

Основная трудность заключается в получении численных значений радиусов дробления для различных условий работ и параметров взрывания. Ввиду сложности происходящих при взрыве явлений для исследования более надежен статистический подход [3, 4].

Сложность решаемой задачи зависит не только от исследуемого процесса, но и от степени информированности относительно вида функции для математического описания. Решение таких задач предусматривает следующие этапы:

- сбор и анализ предварительной информации об исследуемом процессе;
- выбор вида и порядка математической модели для описания процесса;
- реализация и обработка результатов экспериментальных данных с использованием многомерного регрессионного анализа;
- интерпретация результатов.

Так как вид функции не известен, то для выделения существенных факторов используется метод случайного баланса, который при небольшом числе опытов обеспечивает высокую разрешающую

способность по оценке влияния на процесс факторов и их взаимодействий.

Нами использован обширный материал по экспериментальным и промышленным взрывам скважинных зарядов на дневной поверхности в условиях карьеров, который охватывает разнообразные условия, имеет значительный объём и достаточную полноту сведений. Использовались данные по 98 взрывам скважинных зарядов.

От величины радиуса зоны дробления зависит выход горной массы с 1 м взрываемай скважины, который является одним из основных показателей эффективности взрывных работ на карьерах.

Нами проведено исследование влияния на выход горной массы с 1 м скважины следующих параметров скважинного заряда и характеристик взрываемай пород: расстояния между зарядами в ряду a ;

расстояния между рядами зарядов b ; линии сопротивления по подошве пласта w ; диаметра скважины d ; величины перебура ln ; удельного расхода ВВ q ; коэффициента крепости горных пород по шкале проф. М.М. Протодяконова f и категории взрываемай пород K . Из многообразия влияющих факторов на выход горной массы с 1 м скважины перечисленные факторы являются наиболее существенными и требуется найти следующую зависимость

$$V_1 = f(a, b, d, f, k, ln, q, w) \quad (1)$$

Для решения этой задачи нами предварительно изучались парные зависимости между исследуемыми параметрами, а затем находилось уравнение множественной регрессии. Уравнение регрессии в каждом конкретном случае подбиралось с использованием программы excel, в которой существует шесть различных видов линий аппроксимации и сглаживания. Использование линии аппрокси-

мации и сглаживания того или иного вида определяется типом данных и оценивается по значению коэффициента корреляции r^2 , которое в данной программе рассчитывается автоматически.

В результате обработки данных было получено 72 уравнения парных линий регрессии между исследуемыми параметрами. Тесноту связи между двумя взаимозависимыми признаками характеризуют линейными коэффициентом корреляции, который показывает, существует ли и насколько велика связь между показателями.

При проведении исследования установлена существенная положительная связь между удельным расходом ВВ и коэффициентом крепости горных пород по шкале проф. М.М. Протодяконова ($r = 0.76$), выходом горной массы с 1 м скважины и расстояния между скважинами в ряду ($r = 0.53$) и между рядами ($r = 0.58$) и т.д.

Не вполне достоверными оказалась зависимость выхода горной массы с 1 м скважины и категорией взрываемай горных пород ($r = 0.2$), величиной перебура и расстоянием между зарядами в ряду ($r = 0.18$) и т.д.

Задача определения зависимости выхода горной массы с 1 м скважины от комбинации параметров взрыва решалась нахождением уравнения множественной регрессии следующего вида:

$$V_{cp} = b_0 + b_1 a + b_2 b + b_3 d + b_4 f + b_5 k + b_6 ln + b_7 q + b_8 w, \quad (2)$$

где V_{cp} – соответствующее среднее значение исследуемого параметра от влияющих факторов; $b_0; b_1; \dots; b_8$ – коэффициенты уравнения регрессии, подлежащие определению.

По программе Matncad-11 были определены коэффициенты уравнения (2)

и зависимость (1) приобретает следующий вид:

$$V_{\varphi} = 67,20 - 2,15a + 4,74b - 208,89d - 0,24f + 0,01ln + 5,33k - 21,99q + 1,16w. \quad (3)$$

Теснота связи исследуемого признака со всеми параметрами, участвующими в уравнении множественной регрессии, измеряется совокупным коэффициентом корреляции, которой составляет $R = 0,69$.

Область применения полученной формулы (3) лежит в следующих пределах изменения исходных параметров: расстояние между зарядами в ряду от 4 до 9 м, расстояние между рядами заря-

дов от 4 до 8 м, линия сопротивления по подошве пласта от 7 до 15 м, диаметр скважин от 190 до 320 мм, глубина перебура от 1,5 до 5 м, удельный расход ВВ от 0,3 до 0,7 кг/м³, коэффициент крепости горных пород по шкале проф М.М. Протодьяконова от 7 до 20, категория взрываемости пород от II до V.

Полученная формула (3) является более точной, чем существующие, так как она учитывает большее число параметров зарядов, оказывающих влияние на результаты взрыва (a, b, d, ln, q, w), а также свойства горных пород (f, k).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Эткин М.Б., Азаркович А.Е.* Взрывные работы в энергетическом и промышленном строительстве. - М.: МГГУ, 2004. - 317 с.

2. *Азаркович А.Е., Шуйфер М.И., Покровский Г.И., Луинов Н.П.* Дробление скальных массивов взрывом в практике гидротехниче-

ского строительства. - М.: Энергоатомиздат, 1993. - 144 с.

3. *Хьюстон А.* Дисперсионный анализ. - М.: Статистика, 1971.-88 с.

4. *Химмельблау Д.* Анализ процессов статистическими методами. - М.: Мир, 1973. - 957 с.

ГИАБ

Коротко об авторах

Амха Б.Г. - аспирант,

Герасимов В.А. - доцент, кандидат технических наук, кафедра «Строительство подземных сооружений», Тульский государственный университет.

Статья представлена кафедрой «Строительство подземных сооружений», Тульский государственный университет.

