

УДК 622.235(083.75): 622.271.3

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ С ПЕРЕМЕННЫМ ДИАМЕТРОМ ПО ВЫСОТЕ УСТУПА**

**Каримов Ё.Л.**

и.о. доцента кафедры «Горное дело» Каршинского инженерно-экономического  
института.

### **АННОТАЦИЯ**

*При постоянном диаметре скважин относительное расстояние до свободной поверхности и удельный расход ВВ в элементарном объеме будут неодинаковы по высоте уступа. Естественно, это приводит к неравномерности дробления горных пород по высоте уступа и создает предпосылки для плохой проработки подошвы уступа. Улучшить равномерность дробления можно при обеспечении одинакового удельного расхода ВВ или одинаковой относительной величины линии наименьшего сопротивления.*

**Ключевые слова:** Диаметр скважины, относительное расстояние до поверхности уступа, удельный расход ВВ, высота уступа, подошвы уступа, линия наименьшего сопротивления, элементарный объем, дробление горных пород, проработка подошвы уступа.

### **ABSTRACT**

*With a constant diameter of the wells, the relative distance to the free surface and the specific consumption of explosives in an elementary volume will not be the same along the ledge height. Naturally, this leads to uneven crushing of rocks along the height of the ledge and creates the preconditions for poor working out of the bottom of the ledge. It is possible to improve the uniformity of crushing by providing the same specific consumption of explosives or the same relative value of the line of least resistance.*

**Keywords:** Borehole diameter, relative distance to the ledge surface, specific consumption of explosives, ledge height, ledge bottoms, line of least resistance, elemental volume, rock crushing, working out of the ledge bottom.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В определенных условиях величина заряда взрывчатых веществ (ВВ) на уровне линии сопротивления по подошве уступа может оказаться

недостоточной для полного разрушения слоя горных пород. При постоянном диаметре скважин относительное расстояние до свободной поверхности и удельный расход ВВ в элементарном объеме будут неодинаковы по высоте уступа. Естественно, это приводит к неравномерности дробления горных пород и создает предпосылки для плохой проработки подошвы уступа.

## ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Исследованиями установлено [1], что улучшить равномерность дробления горных пород можно при обеспечении одинакового удельного расхода ВВ или одиноковой относительной величины линии наименьшего сопротивления (ЛНС). ЛНС можно выразить в виде функции от высоты и угла откоса уступа:

$$W = W_0 + Hctg\alpha, \quad (1)$$

где  $W$ -линия наименьшего сопротивления в исследуемом сечении;

$W_0$  - линия наименьшего сопротивления по верху уступа;

$H$  - расстояние от устья скважины до исследуемого сечения;

$\alpha$  - угол откоса уступа.

Тогда относительная ЛНС будет.

$$\frac{W}{d} = \frac{W_0 + H ctg\alpha}{d}, \quad (2)$$

где  $d$  - диаметр скважины исследуемого участка уступа. Велечина  $\frac{W}{d}$  по высоте уступа должна быть постоянна:

$$K = \frac{W_0 + H ctg\alpha}{d}, \quad (3)$$

Откуда

$$d = \frac{W_0 + H ctg\alpha}{k}, \quad (4)$$

Выразив  $K$  через минимально возможной диаметр и соответствующую ему ЛНС, получим

$$d = \frac{(W_0 + H ctg\alpha)}{W_0} = d_0, \quad (5)$$

где  $W_0$  - ЛНС на уровне контакта ВВ и забойки;

$d_0$ -диаметр скважины на уровне поверхности уступа и на контакте ВВ и забойки.

Из формулы (5) следует, что для повышения равномерности дробления диаметр скважины должен увеличиваться с глубиной. Увеличение будет тем существенней, чем меньше угол откоса уступа. Поскольку верхняя часть скважины заполняется забойкой, то расширение скважины следует производить

от контакта забойки и ВВ. Изменение диаметра скважины с глубиной определяется из условия сохранения постоянным удельного расхода ВВ в любой точке уступа, т. е.

$$\frac{dQ}{dV} = const, \quad (6)$$

где - элементарный заряд ВВ

$dV$  -элементарный объем призмы разрушения,

$$dV = (W_0 + H \operatorname{ctg} \alpha)^2 dH, \quad (7)$$

Элементарный заряд, необходимый для качественного дробления объёма  $dV$ , будет

$$dQ = qdV, \quad (8)$$

где  $q$  - оптимальный удельный расход ВВ.

Из выражений (7) и (8) получим:

$$dQ = q(W_0 + H \operatorname{ctg} \alpha)^2 dH, \quad (9)$$

Определим диаметр скважины на любом участке  $dH$  из условия размещения заряда  $dQ$

$$dQ = \rho_{ВВ} \frac{\pi d^2}{4} dH, \quad (10)$$

где  $\rho_{ВВ}$  - плотность ВВ в скважине при зарядке, кг/м<sup>3</sup>

$d$  - диаметр скважина на глубине  $dH$  от устья скважины.

Приравнивая правые части уравнений (9) и (10), получим:

$$d = \frac{W_0 + H \operatorname{ctg} \alpha}{\sqrt{\frac{q}{0,785 \rho_{ВВ}}}}, \quad (11)$$

Выражения (11) позволяет определить значение  $K$  в формуле (3) через величину оптимального удельного расхода ВВ.

$$K = \sqrt{\frac{0,785 \rho_{ВВ}}{q}}, \quad (12)$$

( $\rho_{ВВ}$  и  $q$  выражаются в одной системе единиц.)

При известном оптимальном удельном расходе ВВ, который определяется в зависимости от ряда факторов (физико-механических свойств горных пород, конструкции заряда, условий взрывания), из выражения (11) можно получить формулу для определения эффективного диаметра скважины на контакте забойки и заряда ВВ.

$$d = \frac{W_0 + h_{заб} \operatorname{ctg} \alpha}{\sqrt{\frac{0,785 \rho_{ВВ}}{q}}}, \quad (13)$$

где  $h_{\text{заб}}$  - высота забойки

Учитывая переменный диаметр скважины по высоте уступа, зарядную камеру можно считать усеченным конусом. Тогда заряд ВВ в скважине будет

$$Q = \frac{\pi}{3} [H + l_n - h_{\text{заб}}] (d_H^2 + d_1^2 + d_H d_1) \rho_{\text{ВВ}}, \quad (14)$$

Где  $l_n$  – глубина перебура, м:

$d_1$  – диаметр верхней части скважины;

$d_H$  – диаметр нижней части скважины.

Естественно, из-за большого объема работ производить определение заряда ВВ для каждой скважины блока в отдельности нецелесообразно.

При бурении станками СБО отклонение фактических параметров скважины от заданных не превышает 5-7%. Поэтому для упрощения расчета достаточно определить значение  $Q$  для любой из скважин.

На основании вышеизложенного при углах откоса уступа менее  $90^\circ$  следует рекомендовать применение скважин (зарядов ВВ) переменного диаметра, обеспечивающих равномерное распределение ВВ и соответственно энергии взрыва по высоте уступа.

## **ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ**

1. При бурении станками СБО отклонение фактических параметров скважины от заданных не превышает 5-7%. Поэтому для упрощения расчета достаточно определить значение массы заряда для любой из скважин.

2. Эффективный диаметр скважинного заряда ВВ прямо пропорционально ЛНС по верху уступа и высоты забойки скважинного заряда ВВ, обратно пропорционально плотности ВВ в скважине и удельного расхода ВВ.

3. Исследованиями установлено, что при углах откоса уступа менее  $90^\circ$  рекомендовано применение скважинных зарядов ВВ переменного диаметра, обеспечивающих равномерное распределение ВВ и соответственно энергии взрыва по высоте уступа.

## **REFERENCES**

1. Комир В.М., Волюнец М.А., Малый И.С. Исследование эффективности заряда ВВ с переменным диаметром по высоте уступа. Взрывное дело, сборник №70/27, Совершенствование буровзрывных работ на карьерах Украины. Под редакцией д.т.н. М.Ф.Друкованого и Э.И.Шкута. Изд-во «Недра», М.: 1971. С. 96-97.

2. Демидюк Г.П., Смирнов С.А. Регулирование степени дробление при взрывной отбойке на уступе. Взрывное дело, сборник №70/27, Совершенствование буровзрывных работ на карьерах Украины. Под редакцией д.т.н. М.Ф.Друкованого и Э.И.Шкута. Изд-во «Недра», М.: 1971. С. 44-53.
3. Нифонтов Б.И., Подуков В.А., Антоненко В.А. Влияние удельного расхода взрывчатых веществ на интенсивность дробления горных пород. Взрывное дело, сборник №70/27, Совершенствование буровзрывных работ на карьерах Украины. Под редакцией д.т.н. М.Ф.Друкованого и Э.И.Шкута. Изд-во «Недра», М.: 1971. С. 68-75.
4. Друкованый М.Ф., Комир В.М., Мячина Н.И., Кравцов В.С. Некоторые вопросы теории дробления горных пород действием взрыва. Взрывное дело, сборник №70/27, Совершенствование буровзрывных работ на карьерах Украины. Под редакцией д.т.н. М.Ф.Друкованого и Э.И.Шкута. Изд-во «Недра», М.: 1971. С. 75-80.
5. Друкованый М.Ф., Ефремов Э.И., Усик И.Н., Глявин В.А. Оценка экономической эффективности взрывания неубранную горную массу. Взрывное дело, сборник №70/27, Совершенствование буровзрывных работ на карьерах Украины. Под редакцией д.т.н. М.Ф.Друкованого и Э.И.Шкута. Изд-во «Недра», М.: 1971. С. 120-124.
6. *Norov Y., Karimov Y., Latipov Z., Khujakulov A., Boymurodov N.* Research of the parameters of contour blasting in the construction of underground mining works in fast rocks // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1030 (1), 012136, 2021.
7. Нурхонов, Х. А. У., Хужакулов, А. М., & Боймуродов, Н. А. (2022). Проектирование параметров контурного взрывания. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 2(Special Issue 4-2), 825-832.
8. Мирзаев, Э. С., Каримов, Ё. Л., Латипов, З. Ё. У., & Боймуродов, Н. А. (2022). Технология повышения качества цементирования укрепляющих скважин горизонтальных скважин. *Universum: технические науки*, (1-2 (94)), 10-15.