

## ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПЕРЕКРЫВАНИЯ ЗОН ДРОБЛЕНИЯ ПРИ ВЗРЫВЕ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ НА ОБЪЕМ ВОРОНКИ ДРОБЛЕНИЯ

*А. А. Фролов, канд. техн. наук (НТУУ "КПИ")*

*Досліджено вплив величини перекривання зон дроблення при вибухові свердловинних зарядів вибухової речовини, розташованих поряд, на об'єм воронки дроблення.*

Одним из основных параметров при ведении взрывных работ (ВР) является расстояние между скважинными зарядами, от которого зависит не только качество дробления массива пород, но и выход горной массы. При использовании метода проектирования ВР, в основе которого лежит определение радиуса зоны дробления, расстояние между скважинными зарядами в общем виде будет определяться по формуле [1]

$$a = k_{\text{пз}} r_D, \quad (1)$$

где  $k_{\text{пз}}$  – коэффициент перекрытия зон дробления;  $r_D$  – средний радиус зоны дробления на поверхности обнажения, м.

При перекрытии зон дробления необходимо учитывать, что при одновременном взрывании скважин волна от взрыва одного заряда отражается от встречной взрывной волны другого заряда, расположенного рядом. Согласно энергетическому критерию, энергия отраженной волны будет пропорциональна площади соприкосновения воронок. Найдем эту площадь, предположив, что форма воронок дробления в первом приближении описывается уравнениями параболоидов вращения.

Пусть расстояние между центрами воронок равно  $a$  (рис. 1). Тогда уравнения двух рядом расположенных параболоидов вращения запишутся как

$$\begin{cases} x^2 + y^2 = kz; \\ (x - a)^2 + y^2 = kz, \end{cases} \quad (2)$$

где  $k$  – коэффициент, характеризующий форму воронки дробления (согласно экспериментальным и расчетным данным равен 1,7).

В общем виде уравнение для определения площади поверхности в декартовых координатах имеет вид

$$S = \iint_D \sqrt{(f'_x)^2 + (f'_y)^2 + 1} \, dx dy. \quad (3)$$

Для нахождения пределов интегрирования решим систему уравнений (2) и, перейдя в полярную систему координат ( $x = \rho \cos \varphi$ ,  $y = \rho \sin \varphi$ ), получим:

$$S = \int_{-\arccos(\frac{a}{2\sqrt{kH}})}^{\arccos(\frac{a}{2\sqrt{kH}})} \int_0^{\sqrt{kH}} \sqrt{4\frac{\rho^2}{k^2} + 1} \rho d\rho d\varphi, \quad (4)$$

где  $H$  – глубина воронки, м;  $\rho$  – полярный радиус;  $\varphi$  – полярный угол.

Интегрирование (4) дает окончательное выражение для определения площади поверхности пересечения двух рядом расположенных воронок дробления:

$$S = \frac{k^2 \pi}{6 \cdot 180} \arccos\left(\frac{a}{2\sqrt{kH}}\right) \left( \sqrt{\left(4\frac{H}{k} + 1\right)^3} - \sqrt{\left(\frac{a^2}{k^2} + 1\right)^3} \right). \quad (5)$$

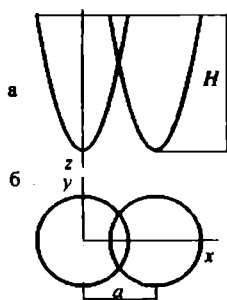


Рис. 1. Схема к расчету площади поверхности пересечения воронок дробления: а – по оси скважинного заряда; б – вид сверху

Подставив (1) в (5), получим:

$$S = \frac{k^2 \pi}{6 \cdot 180} \arccos\left(\frac{k_n r_D}{2\sqrt{kH}}\right) \left( \sqrt{\left(4\frac{H}{k} + 1\right)^3} - \sqrt{\left(\frac{(k_n r_D)^2}{k^2} + 1\right)^3} \right). \quad (6)$$

Площадь боковой поверхности воронки дробления определяется из выражения

$$W = \int_0^{2\pi} \int_0^{\sqrt{kH}} \sqrt{4\frac{\rho^2}{k^2} + 1} \rho d\rho d\varphi. \quad (7)$$

Принтегрировав выражение (7), получим:

$$W = \frac{\pi k^2}{6} \left( \sqrt{\left(4\frac{H}{k} + 1\right)^3} - 1 \right). \quad (8)$$

Отношение площади поверхности пересечения двух воронок дробления к площади всей боковой поверхности воронки дробления  $S/W$  пропорционально отношению энергии взрывной волны, отраженной внутрь воронки, к полной энергии взрыва:

$$\frac{S}{W} = \frac{\arccos\left(\frac{k_{\text{н}} r_D}{2\sqrt{kH}}\right) \left( \sqrt{\left(4\frac{H}{k} + 1\right)^3} - \sqrt{\left(\frac{k_{\text{н}} r_D}{k^2} + 1\right)^3} \right)}{180 \left( \sqrt{\left(4\frac{H}{k} + 1\right)^3} - 1 \right)}. \quad (9)$$

На рис. 2 показано изменение отношения  $S/W$  в зависимости от коэффициента перекрытия зон дробления. Анализ зависимости  $S/W = f(k_{\text{н}})$  показывает, что при значении  $k_{\text{н}}=1$  отношение площади пересечения двух воронок к полной площади поверхности имеет максимальное значение и уменьшается по мере увеличения коэффициента перекрытия зон дробления, а при  $k_{\text{н}} = 2$  (что соответствует касанию воронок)  $S/W = 0$ .

Таким образом, энергия, затрачиваемая на образование воронки дробления, увеличивается в  $(1+S/W)$  раз при взрывании двух рядом расположенных скважинных зарядов. В случае же взрывания ряда скважин энергия возрастет в  $(1+(2S/W))$  раз.

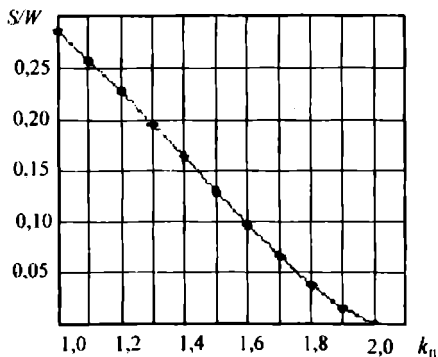


Рис. 2. Зависимость изменения отношения  $S/W$  от коэффициента перекрытия зон дробления  $k_{\text{н}}$

Поскольку объем воронки дробления прямо пропорционален энергии, затрачиваемой на его образование, то можно сделать вывод о том, что объем воронки дробления также увеличится в  $(1+(2S/W))$  раз. При этом повышается эффективность взрыва и улучшается качество проработки подошвы уступа.

1. Фролов А. А. Оптимизация параметров системы скважинных зарядов для разрушения анизотропных массивов: Автореф. дис...канд. техн. наук. – Киев: ННДІОП, 1998. – 18 с.