

УДК 622.235.5

## ИССЛЕДОВАНИЕ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ НА ЭФФЕКТ ЭКСКАВАЦИИ

Соиск. Гагиев И.А.  
ООО «Югспецподземстрой»

*Показана связь между параметрами взрыва скважинного заряда и дана оценка его разрушающего действия.*

В теории взрывного дела скважинные заряды, в основном, используются как заряды рыхления (дробления) и сравнительно недостаточно изучены вопросы эффективности их **экскавационного** действия.

В настоящей работе приведены результаты экспериментального исследования влияния исходных параметров энергии ВВ на единицу длины заряда ( $E$ ), скорости ее выделения ( $D$ ), высоты забойки ( $l$ ), диаметра заряда ( $d$ ), глубины заложения заряда ( $h$ ), свойств разрушаемой среды ( $G$ ) на конечный результат взрыва, выражающейся в образовании воронки (выемки) выброса. В общем виде зависимость между объемом воронки и определяющими ее параметрами представляется в виде:

$$V = f(E, D, h, G, d, l).$$

Рассмотрим, как влияет коэффициент заполнения скважины ВВ ( $h/H_{ск}$ ) (где  $H_{ск}$  – длина скважины, м) при наличии забойки на основные геометрические параметры выемки выброса (исследования проводились на известковом Терском карьере гористой местности) –  $S$  (площадь сечения выброса),  $m^2$ ;  $R$  (радиус воронки), м и  $H$  (видимая глубина), м. Следует отметить, что при взрывах на карьере все параметры легко фиксируются.

В качестве ВВ использован граммонит 79/21В. Глубина скважин и диаметр принимались постоянными ( $H_{ск} = 5,8-6,0$  м,  $d = 0,15$  м). Независимыми переменными были высота заряда ( $h$ , м) и забойки ( $l$ , м).

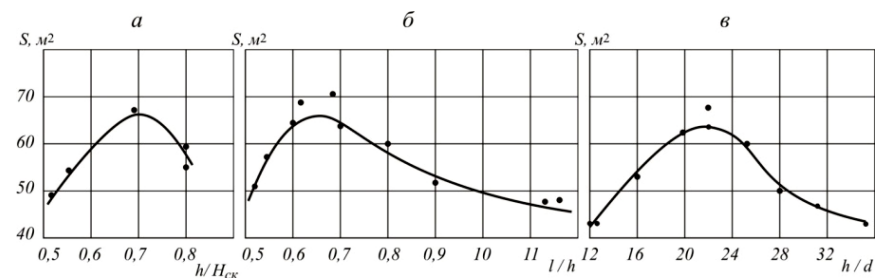


Рис. 1. Зависимость площади сечения воронки от коэффициента заполнения скважин ВВ ( $h_i / H_{ск}$ ) (а); величины забойки ( $l_i / h_i$ ) (б) и коэффициента удлинения заряда ВВ ( $h_i / d$ ) (в).

На рис. 1а представлен график зависимости площади сечения воронки выброса от коэффициента заполнения скважин, т.е.  $S = f(K_1)$ , где  $K_1 = h / H_{ск}$ . Из графика видно, что между  $S$  и  $K_1$  существует взаимосвязь – с увеличением  $K_1$  эффективность взрыва возрастает до предела, при котором объем воронки достигает максимальных величинах. В данном случае оптимальная величина составляет ( $K_{1(опт)}$ ) 0,7 (глубина заполнения скважин диаметром 0,15 м 4 – 4,2 м). При этом коэффициенты забойки ( $K_2 = l_i / h_i$ ) (рис. 1б) и удлинения заряда ( $K_3 = h_i / d$ ) (рис. 1в) должны составлять в пределах 0,6 – 0,7 и 22 – 26.

Зависимость линейных (геометрических) размеров воронок от коэффициента заполнения скважин  $R_g = f(l / h) = f(K_2)$  и  $R_g = f(h / d) = f(K_3)$  приведены на рис. 2 б, в. Разброс точек по сравнению с их разбросом для  $S = f(K_1)$  здесь большой, т.к. площадь сечения (объем) является интегральной характеристикой воронки, в то время как линейные размеры (рис. 2а) больше подвержены влиянию случайных факторов и, в частности, от прочностных, упругих и реологических свойств массива. Линейные размеры воронки (выемки) также зависят и от коэффициента заполнения, причем максимальных размеров (3-3,5 м) они достигают при оптимальных значениях  $K_1$ .

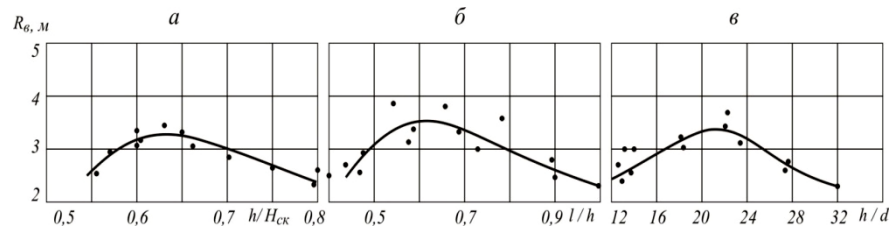


Рис.2. Зависимость линейных размеров воронок от коэффициента заполнения скважин ( $K_1$ ) (а), величины забойки ( $K_2$ ) (б) и коэффициента удлинения зарядов ( $K_3$ ) (в).

О характере влияния забойки на результат взрыва можно судить по зависимостям, приведенным на рис. 1б и 2б. Здесь также, несмотря на относительно большой разброс точек, наблюдается оптимальная величина, равная приблизительно 0,5...0,7. Данный результат при условии  $l + h = H_{ck}$ , подтверждает полученную закономерность в зависимостях  $S$ ,  $R$  и  $l$  от  $K_1$ . На рис. 1в и 2в представлены зависимости основных параметров воронки выброса от коэффициента удлинения. Графики достаточно убедительно указывают на наличие оптимального значения коэффициента  $h_i / d$ .

Проанализируем полученные данные с точки зрения механизма выброса массива при взрыве единичного заряда (рис. 3). Формирование контуров воронки (выемки) осуществляется на его периферийных участках. В результате детонации заряда практически одновременно с движением частиц на фронте, распространяющегося в массиве волны возмущения, начинается движение забойки в сторону открытой поверхности, т.е. происходит осевой разлет продуктов детонации, способствующий более быстрому снижению давления в полости. Если величина забойки ( $l$ ) существенно превосходит глубину (величину) заряда ( $h$ ) ( $l \geq h$ ), то образующаяся в массиве ударная волна уже на весьма близком расстоянии от источника взрыва, приобретает форму, близкую к сферической, а эффект взрыва приближается к действию заряда **камуфлета**. Если же величина заряда значительно превосходит величину забойки ( $h \geq l$ ), то происходит быстрый разлет забойки и падения давления в продуктах

детонации, что в свою очередь, снижает общий эффект взрыва – вплоть до «прострела».

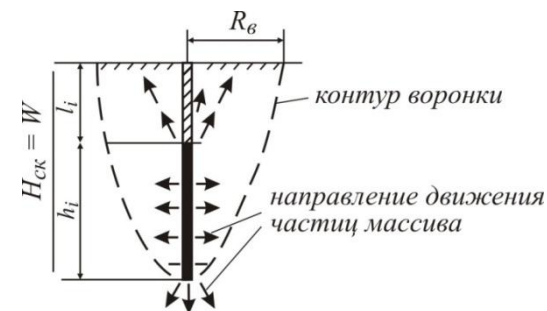


Рис.3. Схема развития взрыва на выброс скважинным зарядом.

Рассмотренные два относительно часто встречающихся случая указывают на то, что в зависимости от глубины заложения и степени удлинения заряда преобладает тот или иной эффект в механизме образования воронки вертикальным или горизонтальным цилиндрическим зарядами.

По нашим исследованиям, эти условия могут быть достигнуты путем установления (при прочих равных условиях) оптимальных значений величин  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$ .

На основе изложенного можно сделать выводы:

– экспериментально изучено влияние начальных параметров заложения скважинных зарядов выброса на основные геометрические размеры воронки (выемки), показано, что для всех рассмотренных начальных параметров существуют некоторые оптимальные значения, при которых основные размеры воронок достигают максимальных значений;

– оптимальные значения параметров  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$  устанавливаются и в зависимости от конкретных условий производства взрывов – массы заряда и геометрических размеров скважин.