Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LVIII, вып. 1, 1969 г.

ПРОВЕДЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК МЕТОДОМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ЩЕЛЕОБРАЗОВАНИЯ

В. В. Сычев

В настоящее время в горной промышленности при проходке выработок все шире используется метод контурного взрывания. Оконтуривание выработок осуществляется либо до, либо после разрушения основной массы породы. По этому признаку производят основное разделение контурного взрывания: 1) предварительное щелеобразование и 2) с последующим оконтуриванием. Второй способ применяется только с целью обеспечения наилучшего соответствия сечения выработки проектному контуру; первый, кроме того, находит все более широкое применение в тех случаях, когда необходимо обеспечить сохранность какого-то объекта за проектным контуром от вредного влияния взрывных работ.

Основной задачей любого вида контурного взрывания является получение качественной щели между шпурами, что зависит от правильного выбора конструкции заряда и определения расстояния между шпурами.

Исследования, проведенные по изучению процесса развития взрыва в горной породе, распределения энергии ВВ и взаимодействия удлиненных зарядов, позволяют разработать основные параметры контурного взрывания. Расчет напряжений от взрывного нагружения при взаимодействии удлиненных зарядов ВВ производится в зависимости от среды, заполняющей радиальный зазор между зарядом и стенкой шпура.

Ниже приводится порядок расчета параметров буровзрывных работ при конструкции заряда с воздушным радиальным

зазором. Радиус шпура принимается в зависимости от имеющегося бурового оборудования и составляет для подземных работ 42—46 *мм*. Как показали предварительные опытные работы, оптимальное отношение радиуса шпура к радиусу заряда $\overline{R} = \frac{R}{R_{0з}}$ при воздушных радиальных зазорах составляет ~2—3. Длина заряда зависит от глубины шпура и принимается равной 2/3 этой величины.

Для определения напряженного состояния массива от действия взрывной нагрузки воспользуемся работой, выполненной группой авторов на кафедре разрушения горных пород ЛГИ [Боровиков и др., 1968]. Определение максимального избыточного давления в подходящей к стенке шпура взрывной волне производится по формуле

$$\Delta P_m = \left(1 - \frac{0{,}812}{\overline{R}}\right)\left(\frac{6588}{\overline{R}^2} + \frac{326}{\overline{R}^{3/4}}\right), \ кГ/см^2, \qquad (1)$$

где $\overline{R} \geqslant 1{,}8$.

Как было показано, в конкретных практических задачах величина $\overline{R}$ сравнительно невелика, и в этих условиях еще не происходит отделения фронта ударной волны от продуктов взрыва. Поэтому в основу расчета положен энергетический метод.

Приведенная энергия взрыва

$$E = 2{,}31 \cdot 10^9 R_{0з}^2, \ (кГ \cdot м)/м, \qquad (2)$$

позволяет по известному максимальному давлению [формула (1)] определить так называемый условный радиус шпура

$$R_у^2 = \frac{0{,}209\,E}{\Delta P_m}, \ м, \qquad (3)$$

где ΔP_m выражено в килограммах на квадратный метр.

Профиль взрывной волны строится в соответствии с автомодельным решением для сильной волны [Седов, 1957], определяющие зависимости которого имеют вид

$$t = \frac{r_у^2}{\lambda^2}\sqrt{\frac{\rho_0}{E}}; \ t_ф = R_у^2\sqrt{\frac{\rho_0}{E}}, \ сек, \qquad (4)$$

где $t_ф$ — время прихода взрывной волны к стенке шпура; t — текущее время; λ — параметр автомодельного решения, вычис-

ленный в функции $\Delta P/\Delta P_m$ с графика (рис. 1); ΔP — текущее давление в падающей волне; $\rho_0 = 0{,}125$ $(кГ \cdot сек^2)/м^4$ — начальная плотность воздуха.

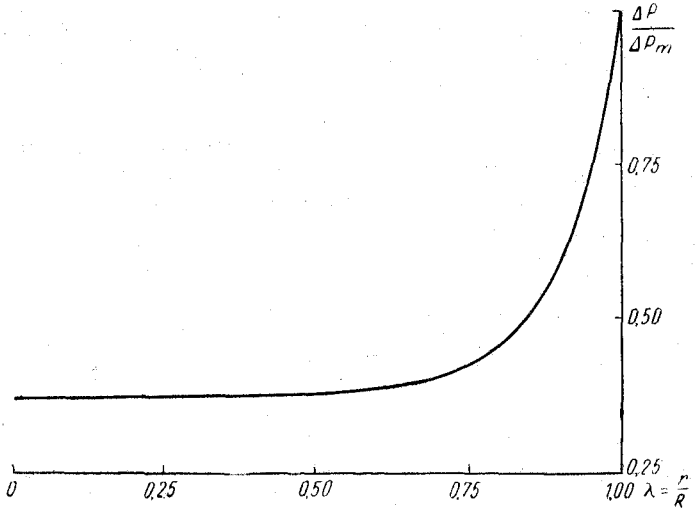


Рис. 1. Изменение текущего давления во взрывной волне в функции отношения текущей координаты к координате фронта

Анализ напряженного состояния массива произведен применительно к породам типа диабаз — гранит. Вследствие большой разницы между акустическими сопротивлениями сжатого во взрывной волне газа и породы для определения параметров преломленной волны используется формула Измайлова для отражения от жесткой стенки

$$\Delta P_{пр} = 2\Delta P + \frac{\frac{\gamma+1}{\gamma-1}\Delta P^2}{\Delta P + \frac{2\gamma}{\gamma-1}P_0}, \qquad (5)$$

где $\gamma = 1{,}41$; $P_0 = 10^4$ $кГ/м^2$.

Эпюра преломленной волны состоит (рис. 2) из двух существенно различных по своему характеру действия частей: «динамической» и «статической». Полагая справедливой приближенную запись

$$\Delta P_{пр} = \Delta P_{дин} + \Delta P_{ст}, \qquad (6)$$

будем в дальнейшем производить раздельное рассмотрение составляющих $\Delta P_{пр}$ частей, ограничиваясь квазистатической составляющей $\Delta P_{ст} = \Delta P_{пр}$ при $\lambda = 0$, т. е. $t \to \infty$.

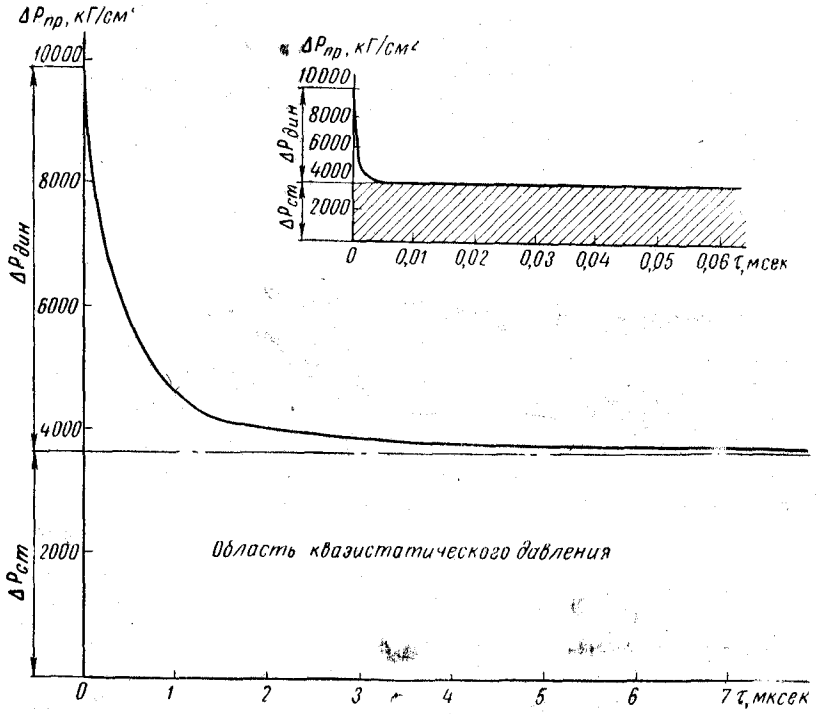


Рис. 2. Эпюра преломленной волны:
$\bar{R} = 2{,}0$; $R = 0{,}0126$ *м*; $\Theta = 0{,}9$ *мксек*

Учитывая, что линия шпуров является линией наибольших растягивающих напряжений в породе, вызванных квазистатическим действием $\Delta P_{ст}$, получим приближенное выражение для тангенциального растягивающего напряжения:

$$\sigma_{\varphi} = -2\Delta P_{ст} \frac{R}{D - 2R}, \qquad (7)$$

где D — расстояние между шпурами.

Расстояние между шпурами определится из условия $\sigma_\varphi > \sigma_{раст}$, т. е.

$$D \leqslant \frac{2R\,(\Delta P_{ст} + |\sigma_{пласт}|)}{|\sigma_{раст}|}. \qquad (8)$$

Результаты проверки теоретических расчетов опытными работами, проведенными на месторождении исландского шпата и слюды, показали, что величина погрешности колеблется от 6 до 18%, т. е. для горных условий находится в допустимых пределах. Кроме того, в результате экспериментальных работ, заключающихся в проходке выработки по минерализованной зоне, удалось извлекать кристаллы, находящиеся на расстоянии ~30 *см* от места взрывных работ.

Выводы

1. Параметры буровзрывных работ для создания экранирующей щели могут быть определены расчетным способом и получена их хорошая сходимость с результатами промышленных испытаний.

2. Метод экранирования может быть с успехом применен на проходке выработок в минерализованных зонах с обеспечением сохранности минерального сырья.

ЛИТЕРАТУРА

Боровиков В. А. и др. Расчет параметров контурного взрывания удлиненными зарядами с воздушным радиальным зазором. «Взрывное дело», № 70/27, 1969.

Коробейников В. П. и др. Теория точечного взрыва. Физматгиз, 1961.

Седов Л. И. Методы подобия и размерности в механике. ГИТЛ, 1957.

Шемякин Е. И. О волнах напряжений в прочных горных породах. ПМТФ, № 5, 1963.