Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института
им. Г.В.Плеханова, 1984, т. 99

УДК 622.235.233

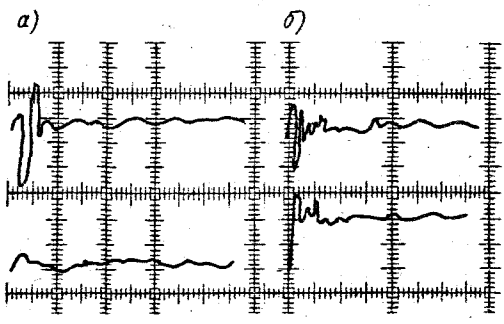
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТБОЙКИ БЛОКОВ ШТУЧНОГО КАМНЯ С УЧЕТОМ МЕЖБЛОЧНОЙ ТРЕЩИНОВАТОСТИ

А.В.ЗДИТОВЕЦКИЙ, Г.С.ЛУРСМАНАШВИЛИ

В объединении Главленстройматериалы эксплуатируются три гранитных карьера по добыче штучного камня: "Перкон-Лампи" ПОГК "Кузнечное", "Возрождение" Выборгского карьероуправления и Каменогорский карьер. Граниты этих карьеров различны по физико-механическим свойствам, минералогическому составу, трещиноватости массива, наличию подошвенных трещин. Поэтому, несмотря на одинаковый (буровзрывной) способ добычи, выход готовой продукции на карьерах разный. Так, на "Возрождении" он составляет 60 % и более, а на "Перкон-Лампи" и на Каменогорском – лишь 20–25 %. Высокий выход готовой продукции на карьере "Возрождение" обусловлен монолитностью массива и наличием строго выраженных горизонтальных трещин, что позволяет применять уступы высотой не более 5 м, а блоки от массива отделять шпуровыми зарядами.

На карьерах "Перкон-Лампи" и Каменогорском массив характерен большой трещиноватостью и отсутствием хорошо выраженных горизонтальных трещин. Имеющаяся подошвенная трещина залегает на глубине более 10 м и выклинивается и тем самым затрудняет разработку на заданной отметке. Сложные геологические условия на блочных участках этих карьеров не позволяют вести разработку небольшими уступами с применением шпуровых зарядов. Высокую эффективность работы и качество блоков в этом случае можно получить, применяя скважинные заряды. Однако в настоящее время применение пороховых скважинных зарядов запрещено из-за серьезных недостатков технологии добычи штучного камня с применением скважинных зарядов. Коэффициент заполнения составляет 0,15–0,2, т.е. заряды концентрируются в нижней части скважины. В этом случае взрывная нагрузка оказывает неравномерное воздействие на массив и раскол может произойти, минуя линию расположения скважин, захватывая часть бровки последующего уступа. Заряд заполняет весь объем скважины и хотя начальное давление мало, но длительность его воздействия значительна и растет пропорционально увеличению диаметра заряда, что предопределяет образование трещин в отбитых частях монолитов и в глубине массива. Вода в скважине, особенно в летний и осенний периоды, увлажняет порох (допустимая влажность 1 %), что может привести к отказам.

При засыпке пороха, особенно в глубокие скважины (10 м и более), в результате трения частиц может произойти его воспламенение. В процессе зарядки скважины в трещиноватых породах порох может уйти в трещины и при разборке возможен произвольный взрыв. Ручное бурение глубоких шпуров сопряжено



Осцилограммы ускорений массива при взрыве пороховых (а) зарядов и зарядов аммонита № 6 ЖВ (б)

с трудностью соблюдения строгой параллельности, хотя только при этом условии возможно высокое качество взрыва. Скважины бурятся станком СБКН на расстояниях I,0–I,2 м, при этом гарантируется малое отклонение скважин за счет жесткости станка и инструмента. Все эти обстоятельства обуславливали проведение исследований по сравнению скважинных зарядов специальной конструкции и пороховых шпуровых зарядов в условиях Каменогорского карьера.

Цель исследований – сравнительная оценка кинематических параметров движения массива и качества отбойки блоков при взрывании пороховых зарядов ВВ в шпурах диаметром 42 мм и зарядов аммонита № 6 ЖВ в скважинах диаметром I05 мм с кольцевым промежутком, заполненным инертным материалом. Скважины заряжались аммонитными зарядами массой I,4 кг, зазор между зарядом и стенками скважины обеспечивался деревянным каркасом.

Для оценки законтурного действия взрыва зарядов различной конструкции бурились скважины и шпуры на глубину 0,2 м на расстояниях от места взрыва соответственно 0,2I и I,2 м, в которых размещались измерительные преобразователи. Кинематические параметры движения частиц массива измерялись пьезоакселерометрами, конструкция которых позволяет получать надежные данные в широком динамическом диапазоне. Расстояния между пьезоакселерометрами и зарядами выбирались из условия чувствительности прибора так, чтобы обеспечить достаточную интенсивность сигнала и не вывести пьезоакселерометр из строя. Основные технические характеристики применявшихся измерительных преобразователей[x]: чувствительность 200–0,0I В/дел.; собственная частота 25–95 Гц; механическая прочность $I0^3$–$I50 \cdot I0^3$; коэффициент влияния поперечного ускорения I,5–I0 %.

Кинематические параметры движения гранитного массива при взрыве пороховых зарядов и зарядов аммонита сравнивались по величине ускорения массива на одинаковых расстояниях от заряда и регистрировались одинаковыми измерительными преобразователями (см. рисунок). Экспериментальная работа проводилась на соседних блоках, расстояние между которыми не превышало 3–4 м, поэтому влияние свойств пород на результаты замеров не учитывалось.

Максимальные радиальные напряжения в массиве рассчитывались на основании экспериментально замеренных ускорений колебаний массива[xx]:

---

[x] Ханукаев А.Н. Энергия волн напряжений при разрушении пород взрывом. М., Госгортехиздат, 1962.

[xx] Нефедов М.А. Исследование формирования и распространения сейсмических волн при массовых взрывах на карьерах. Автореф. канд. дис. Л., изд. ЛГИ, 1977.

$$\sigma = \frac{\rho C_p}{g} \int_0^t a_0 \sin wt dt,$$

где ρ – плотность гранита, $\rho = 2{,}6$ кг/м^3; C_p – скорость распространения продольной волны, $C_p = 5{,}2 \cdot 10^5$ см/с; $g = 981$ см/с; a_0 – максимальное значение ускорения.

Скорость колебаний массива

$$U = \int_0^t a(t) dt.$$

Принимая $a(t) = a_0 \sin wt$, производим оценку величины напряжений в массиве. Так как интервал $|0, t|$ составляет половину периода, то

$$\left| U_{max} \right| = \frac{2\pi a_0}{w} = aT \frac{1}{\pi}, \quad w = 2\pi T_0,$$

где T – видимый период колебаний, $T = 1{,}05 \cdot 10^{-3}$ с.

Ниже показаны результаты измерений и расчетов в гранитном массиве технических показателей для пороховых зарядов (числитель) и зарядов аммонита (знаменатель):

Расстояние от взрываемой скважины до ИП, м	0,50 0,21	1,20 0,46
Напряжение, МПа	5,5 24,5	1,2 74,1
Чувствительность ИП с усилителем 701МЛ19, В/дел.	0,46 0,46	3,4 0,42
Амплитуда сигнала по осциллограмме, м	1,4 12,5	3,5 46,0
Чувствительность входа, В/дел.	0,05 0,25	0,25 0,45
Ускорение, м/с^2	1217 5434	257 1642

Сопоставим измеренные значения ускорений и напряжений в гранитном массиве при взрыве зарядов различной конструкции с результатами проведенных ранее исследований параметров волн напряжений в массиве. По данным А.Н.Ханукаева, при взрыве удлиненного заряда аммонита диаметром 32 мм и массой 400 г напряжение в гранитном массиве составляет 17,8 МПа, длительность положительной фазы волны при этом 1,0 мс. Сравнение этих данных с полученными показывает, что наличие кольцевого инертного промежутка между зарядами и стенками скважин значительно снижает интенсивность волны напряжений. Незначительное отличие в длительности импульсов зарядов различных конструкций объясняется тем, что время детонации пороха при данной конструкции заряда определяется не временем горения пороха, а временем распространения детонации в детонирующем шнуре. Сравнение длительности положительной фазы импульса пороховых зарядов и аммонита указывает на практическую идентичность замеренных значений (различие в пределах ошибки измерений).

Данные измерений параметров волн напряжений при взрывании пороховых и аммонитных зарядов показывают, что применение зарядов из патронов аммо-

нита с кольцевым инертным зазором между зарядом и стенками скважины позволяет получить в гранитном массиве импульс волны напряжений с параметрами, идентичными кинематическим параметрам движения массива при взрыве пороховых зарядов на одинаковых расстояниях. Таким образом, можно рекомендовать скважинные заряды из патронов аммонита № 6 ЖВ в инертной оболочке при добыче штучного камня и гарантировать при этом сохранность как тыльной части массива, так и отбиваемого блока также как и при взрывании пороховых зарядов.

В результате экспериментального взрыва с новой конструкцией заряда монолит отделился от массива строго по линии скважин на расстояние 0,6-0,4 м. Визуальный осмотр показал, что вновь образованных трещин на отделенном монолите и в массиве не обнаружено.

После разделки и дальнейшей обработки монолита выход товарной продукции по данным Каменогорского карьера составил 50,7 % при среднестатистических данных по месторождению в пределах 15-20 %. Все полученные изделия соответствуют требованиям ГОСТа. Испытания физико-механических свойств изделий в Центральной лаборатории производственно-геологического объединения „Севзапгеология" показали, что предел прочности на сжатие образцов в сухом состоянии изменяется от 143,1 до 175,5 МПа, в водонаполненном состоянии - от 120,6 до 171,6 МПа, что выше допустимого по ГОСТу 23342-78. Образцы были подвергнуты испытаниям на морозостойкость и выдержали 100 циклов мороза без признаков разрушения, механическая прочность на сжатие составляла 122,6-160,8 МПа.

Выводы

1. Разработаны заряды специальной конструкции из аммонита № 6 ЖВ, позволяющие заменить пороховые заряды шпуров: используемые для добычи штучного камня, и тем самым в значительной степени снизить опасность ведения взрывных работ.

2. Кинематические параметры движения массива при использовании аммонитных зарядов практически идентичны соответствующим параметрам при взрыве пороховых зарядов, что обеспечивает сохранность как массива, так и отделенного монолита.

3. Качество гранитных изделий из блоков, добытых при помощи зарядов новой конструкции, отвечает требованиям ГОСТа.

4. Использование буровых станков СБМК и СБУ-125 для бурения скважин увеличивает точность бурения, что оказывает существенное влияние на сохранность массива и блока при его отделении от массива, механизирует ручной труд, повышает производительность бурильщика.

5. Применение зарядов специальной конструкции позволило увеличить выход товарной продукции практически вдвое, увеличить производительность труда на 15 %, повысить качество выпускаемой продукции, получить экономический эффект более 57 тыс.руб. в год.