

ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ КУСКОВ ВЗОРВАННОЙ ГОРНОЙ МАССЫ

В.А. Ишейский, И.Е. Звонарев
Санкт-Петербургский горный университет,
Россия, г. Санкт-Петербург, В.О. 21-я линия, д.2, 199106
E-mail: vd07@bk.ru

Качество взрывоподготовки горной массы к обогащению значительно влияет как на сохранность минерального сырья в частности, так и на экономические показатели работы предприятия в целом. При переработке скальных пород на щебень имеет место значительный выход отсева, объемы которого зависят от прочностных свойств горной массы. Изучение влияния параметров буровзрывных работ на прочностные свойства кусков взорванной горной массы представляется актуальной в научном и практическом плане задачей для горнодобывающих предприятий по добыче строительного камня.

Целью настоящих исследований является оценка прочностных свойств кусков взорванной горной массы при взрыве зарядов с различными энергетическими характеристиками. Для изучения снижения прочности куска в различных зонах объема разрушения был выполнен комплекс экспериментов на физических моделях из эквивалентного горным породам материала с соблюдением физического и геометрического подобия. В лабораторных условиях были изготовлены модельные блоки, отвечающие требуемым критериям подобия при моделировании натурной среды – гранитов [1].

Для обоснования численных расчетов модельные эксперименты проводились на цилиндрических блоках. При реализации модели зонного взрывного дробления первоначально была изготовлена съемная опалубка из пустотелых тонкостенных цилиндрических форм различного диаметра. Общее количество цилиндров составляет 6 штук. Радиус цилиндров изменяется от 10 до 100 относительных радиусов заряда (\bar{r}). Высота всех цилиндров составляет 80 относительных радиусов. Конструктивные параметры и общий вид модели представлены на рис. 1.



Рис. 1. а - внешний вид модели; б - внутренняя структура модели

Основным условием при выборе зарядов и их подготовке к эксперименту было одинаковое значение линейных параметров. Поскольку в модельных условиях невозможно применение распространенных промышленных ВВ, в качестве взрывчатого вещества применялся мелкокристаллический тетранитропентаэритрит (ТЭН). Энергетические характеристики взрывчатого вещества изменялись путем ввода в колонку заряда хлорида натрия от 0 до 20% с шагом 10% (соответственно – заряд №1 – 0% NaCl, №2 – 10% и №3 – 20%) [2].

Для определения прочностных характеристик кусков взорванной массы образцы из различных зон разрушения подвергались испытаниям на точечную прочность на аппарате точечной нагрузки TS706 [3], выполненным в соответствии со стандартом ASTM D 5731[4]. Пределы прочности на одноосное сжатие кусков взорванной горной массы из различных зон по удалению от заряда после серии модельных экспериментов представлены на рисунке 2.

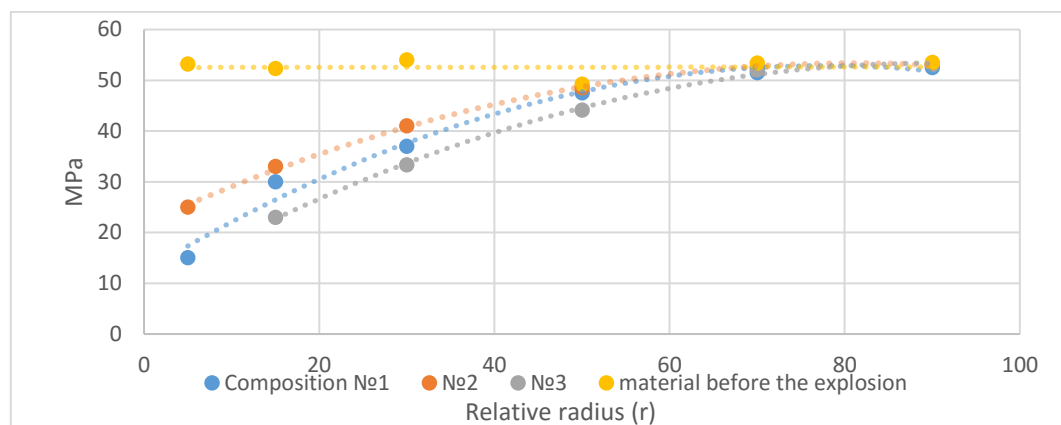


Рис.2 Зависимость предела прочности породы на одноосное сжатие от относительного расстояния

Анализ результатов экспериментов показывает, что прочность куска взорванной горной массы является функцией расстояния от источника взрыва [5-6].

При взрывном разрушении зарядами с высокими энергетическими характеристиками образуются куски горной массы, прочность которых меньше прочности кусков при использовании меньших по энергетике зарядов, так например, на относительных расстояниях в интервале от $20 \bar{r}$ до $40 \bar{r}$ прочность этих кусков отличается на 15 – 20 % между собой.

Условно, представленные на рисунке 3 опытные значения снижения прочности можно разбить на 3 участка. На первом участке происходит максимальное снижение прочности (интервал от 0 до $30 \bar{r}$). На участке от 31 до $50 \bar{r}$ изменение прочности происходит не так явно. На третьем участке от 51 до $80 \bar{r}$ практически не происходит видимого снижения прочности. Воздействие взрывных работ в данной зоне не оказывает существенного влияния на изменение прочности кусков в развале горной массы.

Таким образом, установлено, что максимальное снижение прочности горных пород при взрыве сплошного заряда взрывчатого вещества достигается в пределах участка, не превышающего 30 относительных радиусов от оси заряда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Г.П. Парамонов, В.А. Ишейский, В.Н. Ковалевский. К вопросу распределения гранулометрического состава взорванной горной массы и её прочности из различных зон разрушения // Маркшейдерский вестник. - 2014. - №6 - С. 58-61.
2. Г.П. Парамонов, В.А. Ишейский. К вопросу оценки прочностных свойств кусков взорванной горной массы // Сборник Взрывное дело. - 2014. - №112/69 - С.73-80.
3. Paramonov G. P., Isheysky V. A. Influence of power characteristics of explosives on strength properties of pieces of the blown-up mountain weight // Physical Problems of Rock Destruction: Proceedings of the 8th International Conference. — China : Metallurgical Industry Press, 2014. P. 161–165.
4. Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock and Application to Rock Strength. ASTM Book of Standards Volume 4.08: Construction: Soil and Rock (I). Canada, 2013.; publication date 01.01.2008
5. Inoue H., Sasaoka T., Shimada H., Hamanaka A. Study on control of fragmentation size by changing blasting pattern at open pit metal mine // Earth Science and Technology: proceedings of International Symposium, 4-5 December 2014. — Japan, P. 214–217.
6. Sasaoka T., Takahashi Y., Sugeng W. et al. Effects of rock mass conditions and blasting standard on fragmentation size at limestone quarries // Open journal of geology. 2015. №5. P. 331–339.