

*к.т.н. Коробкин С. Г.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВА В ГОРНОЙ ПОРОДЕ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНЫХ РАЗРЯДОВ

Исследована зависимость степени дробления горной породы от конструкции скважинного заряда. Опытное взрывание образцов из эквивалентных материалов проводилось на лабораторном стенде с применением электроимпульсной станции.

Ключевые слова: лабораторный стенд, опытная модель, конструкция заряда, взрыв, дробление, фракции, зависимость.

Введение.

Теория действия взрыва базируется на законе подобия, суть которого заключается в том, что параметры ударных волн не зависят от детонационных параметров взрывчатого вещества, а являются функциями только массы ВВ (или ее энергетического эквивалента и расстояния от геометрического центра взрыва). Кроме того, принимаются допущения, что энергия взрыва выделяется мгновенно. Таким образом, если есть устройство, способное выделять в заданной точке энергию в очень короткий промежуток времени, то им можно моделировать физическое действие взрыва. Такие устройства известны - это машины с электронакопительными конденсаторами, разряжающимися одним из трех способов:

- через проволочку [1];
- через воду (эффект Юткина) [3];
- через воздух (электропробой в воздухе) [3].

Наиболее приемлемым в лабораторных условиях является способ, основанный на моделировании действия взрыва в горной породе через проволочку диаметром 0,35-0,5 мм, взрываемую по методу У.Г.Чейза и Г.К.Море [1].

Цель исследований состоит в изучении степени дробления горной породы в зависимости от конструкции скважинного заряда.

Объектом исследований является модель горной породы, выполненная из эк-

вивалентных материалов в которой располагаются сосредоточенные и рассредоточенные заряды в виде взрывающийся проволоки, подключенной к электроимпульсной станции (ЭИС).

Задача исследований – оценить степень дробления модели горной породы в зависимости от конструкции и расположения скважинного заряда с целью выбора рациональных параметров БВР для обеспечения увеличения зоны регулируемого дробления, уменьшения или ликвидации зоны нерегулируемого дробления, увеличения процента разрушения негабаритных отделиностей.

Электроимпульсная станция (ЭИС) представляет собой отдельный прибор массой около 10 кг, подключаемый к сети переменного тока 220 В. ЭИС имеет три ступени накопления энергии - 100, 200 и 300 Дж.

На рисунке 1 изображена передняя панель управления прибором, на которой расположены:

- 1 - переключатель заряда конденсаторов или плавного разряда на внутреннюю нагрузку;
- 2 - вилка подключения боевой линии;
- 3 - переключатель энергии взрыва;
- 1 ступень - 100 Дж, 2 - 200 Дж. 3 – 300 Дж;
- 4 - индикатор энергии заряда конденсаторов;
- 5 - кнопка взрыва;
- 6 - синхронизирующие контакты.

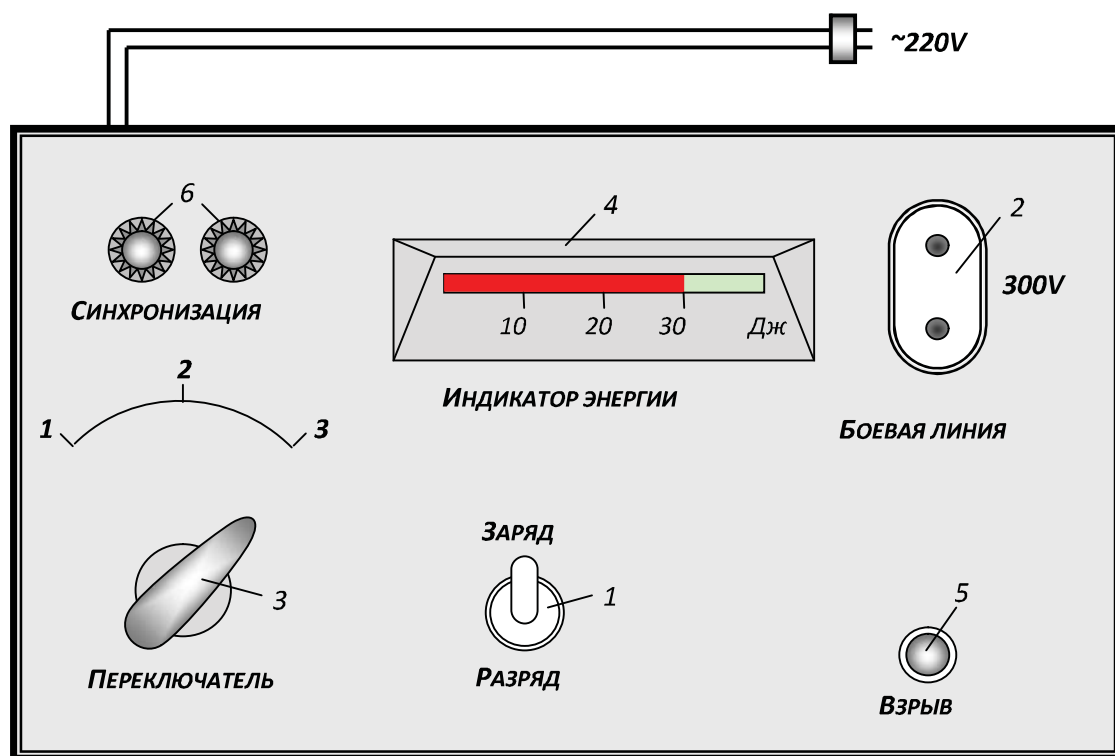


Рисунок 1 – Вид передней панели электроимпульсной станции

ЭИС работает следующим образом. К боевой линии 2 подключается испытуемый образец в собранном виде со взрывной проволочкой, предварительно помещенный в отдельную взрывную камеру. ЭИС подключается в сеть 220В. Переключатель ступеней накопления энергии 3 устанавливается в нужное положение 100, 200 или 300 Дж. Тумблер переключателя зарядов конденсаторов 3 – в положение «Заряд». После накопления энергии на индикаторе 4 нажимается кнопка взрыва 5.

При взрывании в породном массиве выделяют две характерные зоны дробления. Непосредственно вблизи заряда ВВ все отдельности разрушаются на значительное число кусков от действия волн напряжений и давления газов взрыва. Изменяя параметры заряда, можно направленно изменить степень (крупность) дробления в этой зоне, называемой зоной регулярного дробления. Радиус этой зоны с изменением параметров взрывания изменяется дискретно на одну, две, три разрушаемые отдельности (т.е. пропорционально среднему раз-

меру отдельности в массиве d_0 в зависимости от категории трещиноватости взрываваемого массива).

За пределами зоны регулируемого дробления разрушение отдельностей, слагающих остальной объем взрываваемого массива, происходит за счет механического воздействия на него расширяющегося объема породы под действием кинетической энергии расширяющихся газообразных продуктов взрыва. Разрушение отдельностей в этой зоне носит вероятностный характер: отдельность может разрушаться на две-три части при наличии в ней дефектов или неоднородностей, ослабляющих ее в отдельных сечениях. Эта зона называется зоной практически нерегулируемого или малорегулируемого дробления.

Для проведения экспериментальных исследований готовились образцы из эквивалентного материала состоящие из смеси песка, древесной муки и гипса в соотношении 1:1:0,5.

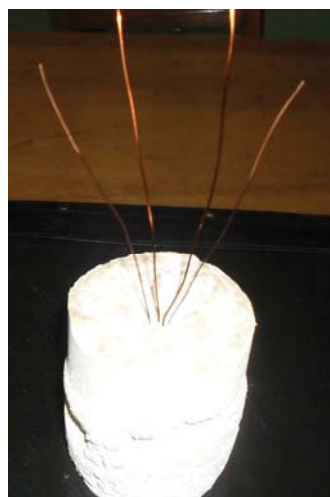
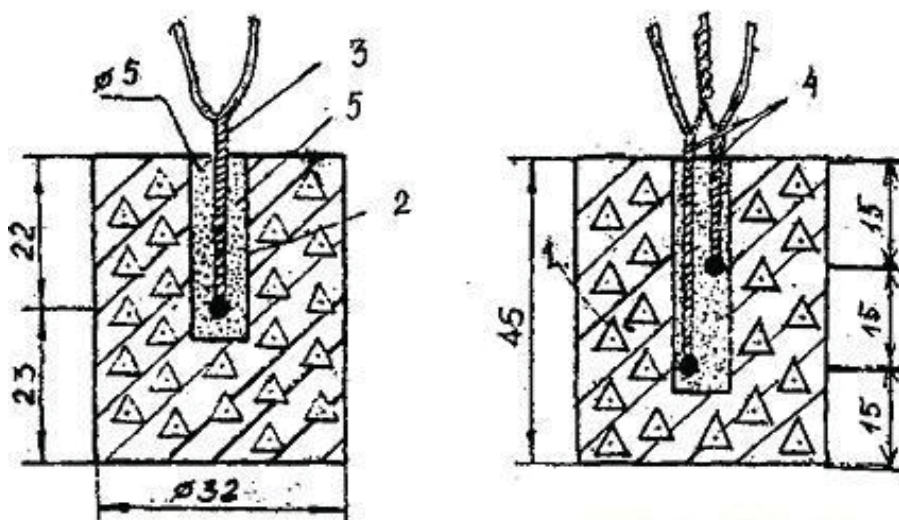
Образец 1 для испытаний (рисунок 2) изготавливался из заранее отлитой и высушенной заготовки цилиндрической формы диаметром 32 мм в котором просверливался шпур 2 диаметром 5 мм для размещения разрядников с сосредоточенным 3 или рассредоточенным 4 зарядом. В качестве шпуровой забойки 5 использовался гипсовый раствор.

Первая половина образцов снабжалась точечным (сосредоточенным) зарядом, расположенным в центре, вторая – рассре-

доточенным зарядом, разделенным на две части. Соединение линии рассредоточенного заряда – последовательное для равномерного распределения между ними электрической энергии, накопленной конденсаторами ЭИС.

Собранный в «боевую» линию с ЭИС испытуемый образец показан на рисунке 3. На рисунке 4 изображен разрушенный после испытаний образец.

Оба типа образцов подрываются одинаковой энергией 300 Дж.



1 – образец, 2 – шпур, 3 – разрядник с сосредоточенным зарядом, 4 – разрядник с рассредоточенным зарядом, 5 – забойка

Рисунок 2 – Конструкция испытываемых образцов



Рисунок 3 – Используемый образец соединенный в «боевую» линию с ЭИС



Рисунок 4 – Образец после испытаний

Раздробленный материал просеивался по классам крупности на ситах с ячейками 2, 4, 6, 8, 15, 20 мм при средней массе одного образца 85г.

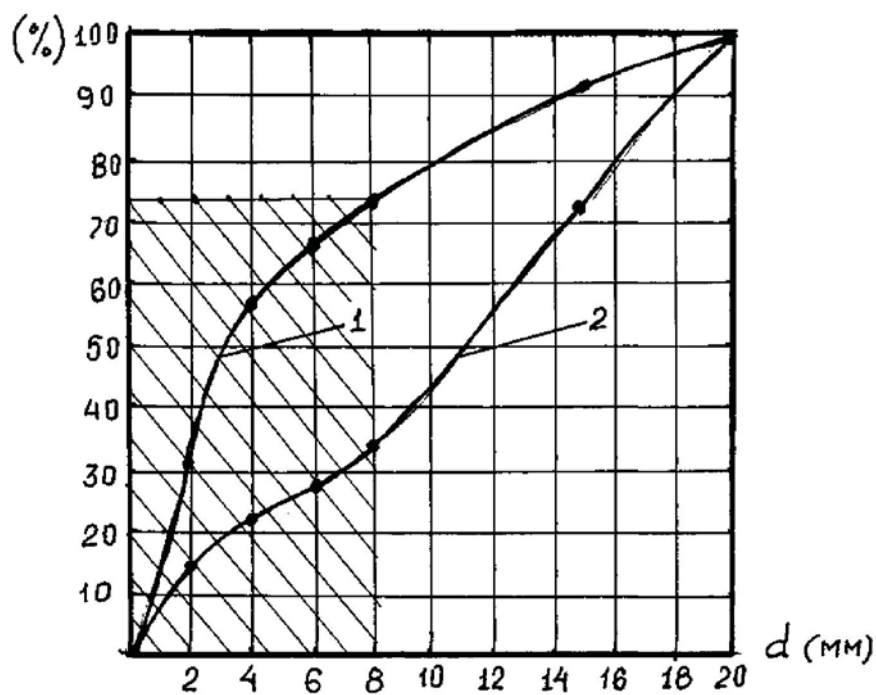
Усредненные результаты опытов представлены в таблице 1.

По табличным данным построены графики зависимости процентного содержания различных фракций раздробленных образцов для разных конструкций зарядов (рисунок 5).

Таблица 1 – Усредненные результаты просеивания раздробленной породы на фракции*

| Конструкция заряда | Показатели | Размер ячеек сита (мм) | | | | | |
|--------------------|--------------------|------------------------|------|------|------|-------|------|
| | | 2,0 | 4,0 | 6,0 | 8,0 | 15,0 | 20,0 |
| Сосредоточенный | Масса фракций, (г) | 11,05 | 5,95 | 4,25 | 5,1 | 33,15 | 25,5 |
| | Выход, (%) | 13 | 7 | 5 | 6 | 39 | 30 |
| Рассредоточенный | Масса Фракций, (г) | 26,35 | 20,4 | 8,5 | 5,95 | 16,15 | 7,65 |
| | Выход, (%) | 32 | 24 | 10 | 7 | 19 | 9 |

* Надрешетный и подрешетный состав при просеивании разрушенных образцов составил в среднем 6-8% и на конечный результат существенного влияния не оказал.




1 – рассредоточенный заряд, 2 – сосредоточенный заряд,
 - область рационального дробления.

Рисунок 5 – Кумулятивные кривые раздробленных образцов

Выводы:

1. Предложен способ моделирования воздействия взрыва на горную породу рядами различной конструкции.
2. Получена зависимость процентного

содержания различных фракций дробленного материала от конструкции заряда.

3. Обозначена область наиболее рационального дробления с меньшим выходом «негабарита».

Библиографический список

1. Чейз У.Г. Электрический взрыв проводников / У.Г.Чейз, Г.К.Мур. – М.: Мир, 1965. – 360с.
2. Кутузов Б.Н. Разрушение горных пород / Б.Н.Кутузов, А.Ф.Суханов. – М.: Недра, 1989. – 321с.
3. Кутузов Б.Н. Оценка взрывного разрушения горных пород / Б.Н.Кутузов, В.К.Рубцов. – М.: 1970. – 128с.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Литвинским Г. Г.

Статья поступила в редакцию 29.10.13

к.т.н. Коробкін С. Г. (ДонДТУ, м. Алчевськ, Україна)

МОДЕЛЮВАННЯ ДІЇ ВИБУХУ В ГІРСЬКІЙ ПОРОДІ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОІМПУЛЬСНИХ РОЗРЯДІВ

Досліджена залежність ступені роздрібнення гірської породи від конструкції скважинного заряду. Опитне підривання зразків з еквівалентних матеріалів проваджувалось на лабораторному стенді з застосуванням електроімпульсної станції.

Ключові слова: лабораторний стенд, опитна модель, конструкція заряду, вибух, роздріблення, фракції, залежність.

Korobkin S. G. (DonSTU, Alchevsk, Ukraine)

SIMULATION OF THE EFFECTS OF THE EXPLOSION IN THE ROCK WITH THE HELP OF ELECTROIMPULSE DISCHARGES

Reserching the dependence of rock fragmentation degree from design downhole charge. Experimental blasting samples from equivalent materials was carried out on the bench with the use of electro station.

Key words: laboratory stand experienced model, charge design, blast, fragmentation, factions, dependence.