

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРУШАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ЗАРЯДОВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

*Красноармейский индустриальный институт
Донецкого национального технического университета*

Предлагается разработка высокоэффективных и универсальных средств взрывного дробления скальных массивов, позволяющих свести к минимуму потери минерального сырья из-за его переизмельчения.

Постановка проблемы. Ресурсосбережение является одним из направлений повышения эффективности работы промышленных предприятий. Это в полной мере относится к предприятиям горнодобывающей промышленности, в частности, к одному из основных технологических процессов открытых горных работ – взрывоподготовке скальных массивов полезного ископаемого.

Данные о реальных потерях минерального сырья как в процессе взрывоподготовки, так и на последующих стадиях технологической переработки свидетельствуют о низкой эффективности и высокой энергоемкости процесса разрушения горных пород энергией взрыва [1]. Предприятия, добывающие известняки и доломиты, несмотря на значительные достижения в области управления действием взрыва при открытой разработке месторождений полезных ископаемых, теряют от 20 до 30% продукции в результате переизмельчения горной массы в процессе взрывной и механической подготовки [2].

Анализ основных исследований и публикаций. Вопросы рационального использования энергии взрыва, процесса трансформирования ее в горную породу и характер распределения этой энергии по видам работы, совершаемой взрывом, исследовались довольно широко [3, 4]. Это способствовало тому, что созданы и нашли широкое применение ряд эффективных средств взрывного дробления горных пород и методов управления действием взрыва. Однако, как показывает практика открытых горных работ, они в своей основе не преследовали целей комплексного ресурсосбережения, будучи использованы для конкретных целей и в конкретных условиях [4].

Основная часть исследований. Доказано [5], что основная часть энергии продуктов взрыва, разлетающихся с поверхностного слоя заряда, при косо́й детонационной волне излучается внутри достаточно малого угла γ зависящего от величины α (Рис.1), где α – угол между фронтом детонационной волны и поверхностью заряда. В частности при $\alpha = \pi/2$, $\gamma = 15^\circ$. Причем $\sin \gamma = \frac{\bar{u}}{D}$, где \bar{u} – скорость движения максимума действия

продуктов детонации, которая в несколько раз меньше скорости частиц u_{max} ; D – скорость детонации взрывчатого вещества (ВВ), м/с.

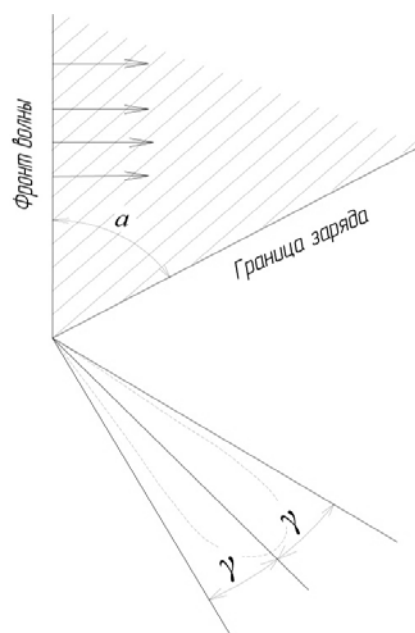


Рис.1 Направление разлета продуктов взрыва [5]

$$u_{max} = 2\bar{u}, \text{ где } u_{max} = \frac{\bar{u}(3k-1)}{k+1}; k - \text{показатель изоэнтропы.}$$

Фокусировка потоков продуктов детонации возможна при следующих условиях:

- продукты детонации, идущие от разных точек детонирующей поверхности в точку фокуса, должны сходиться одновременно, т.е. фронт сходящейся волны продуктов детонации должен быть сферическим;

- угол между касательной к поверхности заряда и направлением на фокус – постоянным. Этому условию удовлетворяет детонирующая поверхность, образованная вращением логарифмической спирали вокруг оси вращения OF (Рис.2) [5].

Уравнение логарифмической спирали имеет вид:

$$r = r_0 \exp \left[\frac{\left(\varphi + \frac{\pi}{2} \right)}{\sqrt{\frac{D^2}{\bar{u}^2} - 1}} \right].$$

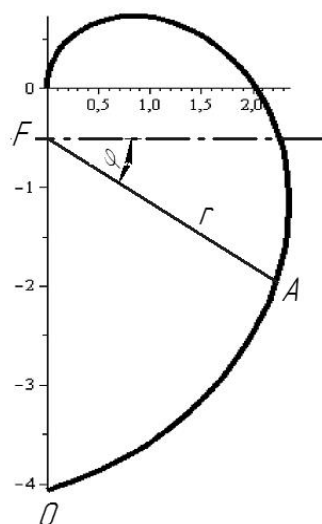


Рис. 2 Профиль детонирующей поверхности

Логарифмическая спираль является единственной кривой, которая при фокусировании продуктов детонации обладает одновременно свойством таутохронизма, т.е.

$$\frac{\ddot{O}A}{D} + \frac{AF}{\bar{u}} = \frac{OF}{\bar{u}} = const ,$$

и свойством направлять в фокус продукты детонации точно под одним и тем же углом с каждого элемента своей поверхности.

В заряде ВВ с кумулятивной полостью образованной логарифмической спиралью кумулятивная струя осевого действия не образуется [5]. Однако истечение продуктов взрыва, характеризующееся точечной симметрией, можно использовать для формирования своеобразной газовой забойки, увеличивающей продолжительность существования кумулятивного потока, симметричного относительно продольной оси заряда ВВ (Рис.3).

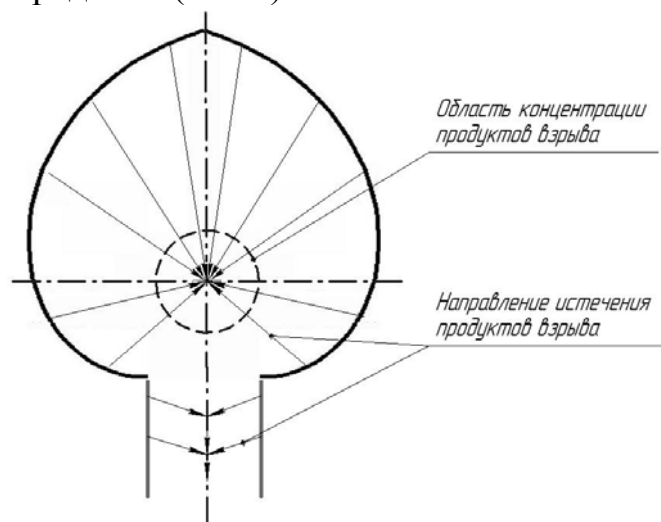


Рис.3 Формирование газовой забойки

Выводы. Свойство поверхности заряда ВВ в виде логарифмической спирали – фокусировать разлетающиеся продукты детонации в определенной точке позволяет создать конструкции зарядов ВВ, формирующих газовые кумулятивные потоки с различной продолжительностью и интенсивностью воздействия на горную породу при ведении открытых, подземных горных работ и в других отраслях промышленности.

Снижение интенсивности кумулятивного потока и увеличение длительности воздействия его на горную породу за счет формирования газовой забойки способствует передаче в массив большего количества энергии ВВ при одновременном снижении диссипативных потерь энергии взрыва и переизмельчения горной породы.

Литература

1. Ресурсосберегающие технологии взрывного разрушения горных пород / Э.И. Ефремов, В.М. Комир, И.А. Краснопольский, В.П. Мартыненко. К.: Техника. 1990. – 149 с.
2. Е.Г. Баранов, И.И. Клочко, Э.А. Петелин, А.Ф. Грибовода Возможности повышения эффективности взрывоподготовки флюсового сырья на карьерах Докучаевского ФДК // Огнеупоры. – 1991. – №12. – С.19-21.
3. В.Л. Барон, В.Х. Кантор Техника и технология взрывных работ в США. – М: Недра, 1989. – 376 с.
4. Повышение эффективности действия взрыва в твердой среде. / И.М. Комир, В.М. Кузнецов, В.В. Воробьев, В.Н. Чебенко. – М.: Недра, 1988. – 209 с
5. Физика взрыва / Под ред. К. П. Станюковича. — 2-е изд., перераб. – М.: Наука, 1975. — 704 с. — 5600 экз.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РУЙНУЮЧОЇ ДІЇ ЗАРЯДІВ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН ДЛЯ ДРОБЛЕННЯ ГІРНИЧИХ ПОРІД

Е.А. Петелін

Пропонується розробка високоефективних і універсальних засобів вибухового дроблення скельних масивів, що дозволяють звести до мінімуму втрати мінеральної сировини через його перездрібнювання

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE DESTRUCTIVE ACTION OF EXPLOSIVES FOR ROCK CRUSHING

E. Petelin

Proposed the development of highly efficient and universal means of an explosive crushing rock masses, allowing to minimize the loss of minerals due to its overgrinding.