

УДК 622.235.53

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ В КРЕПКИХ РУДАХ

**Булат А.Ф., Никифорова В.А., Осенний В.Я.,
Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины**

Введение. Подготовка зарядных полостей для размещения взрывчатых веществ в массиве горных пород является важным технологическим звеном при взрывных работах. На стадии создания в массиве котловых полостей необходимо применять такую технику и технологии, которая обеспечивала бы эффективную взрывную отбойку, а в дальнейшем, дробление и измельчение руды.

Такой технологией является технология создания в массиве котловых расширений термическим способом. При размещении заряда ВВ в котловых расширениях при меньшей массе заряда излучается при взрыве такая же удельная энергия как при взрыве цилиндрического заряда, масса которого в 1,5 раза больше.

Цель работы - теоретически оценить влияние формы заряда ВВ на изменение эффективности его воздействия на разрушаемую среду.

Анализ и результаты исследований. Оценим удельную энергию взрыва, излучаемую в массив горных пород при размещении ВВ в созданных термическим способом котловых полостях, путем расширения ранее пробуренных механическим способом скважин. Предположим, что котловое расширение имеет сферическую форму.

Если в разрушаемой среде имеется зарядная полость объемом V и поверхностью S , то удельная энергия излучаемая при взрыве заряда ВВ в этой полости равна

$$E_{y\partial} = \frac{r_{BB} Q V}{S}$$

где ρ_{BB} и Q – соответственно плотность и теплота взрыва ВВ. Так что удельная энергия, излучаемая при взрыве пропорциональна отношению объема зарядной полости к ее поверхности.

Для цилиндрического заряда (скважины) радиусом R и длиной h

$$E_{y\partial} = \frac{r_{BB} Q R^2 h}{2pRh + 2pR^2}$$

При $R \ll h$

$$E_{y\partial} \approx r_{BB} Q \frac{R}{2}$$

С увеличением радиуса скважины удельная энергия, передаваемая массиву, возрастает пропорционально радиусу.

Рассмотрим отношение V/S для шара радиусом R и описанного вокруг него цилиндра

$$\frac{V_{ш}}{S_{ш}} = \frac{4/3pR^3}{4pR^2} = \frac{R}{3};$$

$$\frac{V_{ц}}{S_{ц}} = \frac{2pR^3}{4pR^2 + 2pR^2} = \frac{R}{3}$$

Таким образом, отношения V/S для шара и описанного вокруг него цилиндра одинаковы, то есть удельные энергии, излучаемые при взрыве ВВ в таких полостях – одинаковы.

Однако объем цилиндра в полтора раза больше объема шара. Следовательно, и масса ВВ в цилиндрической полости будет в 1,5 раза больше.

Таким образом, создание котловых расширений близких к сферической форме позволяет при меньшей массе заряда обеспечить удельную энергию, излучаемую в массив при взрыве ВВ, как и при взрыве цилиндрического заряда радиусом, равным радиусу расширения.

Кроме того, применение технологии создания котловых расширений термическим способом позволяет создать условия, при которых большую роль во взрывном разрушении играют растягивающие и сдвигающие силы [1]. Поскольку предел прочности горных на растяжение и сдвиг примерно в 10 раз меньше предела прочности на сжатие, а энергоемкость разрушения твердых сред пропорционально квадрату их предела прочности, то разрушение растягивающими силами в 100 раз менее энергоемко, чем сжимающими. Таким образом, при соответствующем расположении котловых расширений в массиве горных пород можно достичь снижения энергоемкости взрывной отбойки.

К тому же, при создании котловых расширений термическим способом происходит изменения минералов составляющих породу и образование систем микротрещин, которые повышают эффективность действия взрыва на массив.

Для обоснования параметров зарядов ВВ обеспечивающих эффективность дробления руды необходимо учитывать структуру анизотропного массива и физико-химические свойства составляющих минералов, поскольку общая картина деформирования и разрушения крепких горных пород в окрестности заряда ВВ изучена еще недостаточно [2, 3].

Имеется ввиду, что развитие деформаций на фоне покоя пород волной напряжений от взрыва, которая распространяется в крепких породах практически со скоростью продольных волн. В переходной области между фазой сжатия в волне напряжений и расширяющейся газовой полостью с продуктами взрыва важно учитывать особенности деформационного состояния породы, связанные с эффектом предразрушения.

Следует учитывать также наличие зон предразрушения в породе, образованных в процессе термического котлообразования и их влияние на дезинтеграцию крепких руд при взрыве.

В ИГТМ НАН Украины разработаны различные модификации установок плазменного расширения веерных и нисходящих скважин для отбойки крепких руд на камеру, проходки восстающих выработок бессекционным взрыванием за один проход [4].

Работы по созданию термическим способом взрывных и врубовых (компенсационных) полостей прошли апробацию в шахтах Гвардейская, им. С. Орджоникидзе, Первомайская, им. В.И. Ленина в метаморфогенных породах с различной анизотропией и физико-химическими свойствами минералов. Комплексные исследования методами термогравиметрии, рентгеноструктурного и рентгенофазного анализа железистых кварцитов показали перспективность управления сегрегацией состав-

ляющих минералов при различных термодинамических нагрузках на горный массив создаваемых термическим и взрывным способами.

Выводы. При взрыве зарядов ВВ, размещенных в котловых расширениях изменяется механизм действия взрыва на массив горных пород.

Во-первых, создание котловых расширений близких к сферической форме позволяет при меньшей массе заряда обеспечить удельную энергию, излучаемую в массив при взрыве в нем ВВ, такую же как при взрыве цилиндрического заряда радиусом, равным радиусу расширения.

Во-вторых, при применении скважин с котловыми расширениями увеличивается объем зоны разрушения массива сдвиговыми и растягивающими напряжениями, энергоемкость разрушения которыми на два порядка меньше чем сжимающими напряжениями, имеющими место при взрыве скважинных зарядов.

В-третьих, при создании котловых расширений термическим способом происходят изменения минералов, составляющих породу и образования систем микротрещин, что повышает эффективность действия взрыва на горный массив.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гончаров С.А., Клюка О.Ф., Чурилов Н.Г. Стратегия ресурсосбережения при разрушении горных пород/ Горный журнал. – 2003. – №5. – С.26-30/
2. Шемякин Е.И. Деформации и разрушение горных пород при подземном взрыве// Взрывное дело №92/49.– М.: Недра, 1999.–С.20-28.
3. Шемякин Е.И., Кочанов А.И. О разрушении горных пород в ближней зоне подземного взрыва // Взрывное дело №93/50.– М.: Недра, 2001.–С.7-19.
4. Холявченко Л.Т., Осенний В.Я. Технология и установка плазменного разрушения скважин для горнорудных предприятий// Плазмотехнология –95.–Научн.тр. Ин-та инновационных исследований.–Запорожье. – 1995.–С.221-224.

Статья поступила 7.03.06 г.

Рекомендовано к печати д.т.н., проф.
Ефремовым Э.И.