

Аналіз рис. 4 показує, що радіус воронки дроблення має максимальне значення в центральній частині заряду і зменшується поблизу вільної поверхні (в межах довжини набійки) і нижньої частини заряду. Встановлена закономірність зміни радіуса зони дроблення може бути використана при проектуванні параметрів розташування свердловин на уступі кар'єру, а також для подальшого вивчення взаємодії зарядів у групі.

1. *Ефремов Э.И., Петренко В.Д., Пастухов А.И.* Прогнозирование дробления горных массивов взрывом. – К.: Наук. думка, 1990. – 120 с.
2. *Фадеев А.Б.* Дробящее и сейсмическое действие взрывов на карьерах. – М.: Недра, 1972. – 136 с.
3. *Кузьмичев В.Е.* Законы и формулы физики. – К.: Наук. думка, 1989. – 864 с.
4. *Мосинец В.Н.* Энергетические и корреляционные связи процесса разрушения пород взрывом. – Фрунзе: Изд-во АН Киргизской ССР. – 1963. – 233 с.
5. *Ефремов Э.И., Кравцов В.С., Мяхина Н.И. и др.* Разрушение горных пород энергией взрыва. – К.: Наук. думка, 1987. – 264 с.

УДК 622.235.5

ЕФЕКТИВНІСТЬ РУЙНІВНОЇ ДІЇ ВИБУХУ СВЕРДЛОВИННОГО ЗАРЯДУ В ГІРСЬКІЙ ПОРОДІ БІЛЯ ВІЛЬНОЇ ПОВЕРХНІ

І. В. Тимошин, інж. (ВАТ “Взрывпром Юга Кузбасса”, РФ)

Разработан метод оценки относительной эффективности взрыва скважинных зарядов различных конструкций с учетом свойств горных пород и взрывчатых веществ для выбора рациональных параметров зарядов и места их расположения относительно свободной поверхности.

Виконання підричних робіт часто ускладнюється через обводненість гірських порід, що призводить до підвищеної витрати дорогих водостійких вибухових речовин (ВР). Тому з метою використання дешевших неводостійких ВР при руйнуванні обводнених порід для гідроізоляції свердловинних зарядів застосовують поліетиленові оболонки (рукави). Для успішного розміщення рукава з ВР у свердловині необхідно, щоб діаметр рукава, заповненого ВР, був меншим від діаметра свердловини. Наприклад, для заряджання свердловин діаметром 216 мм використовують рукави діаметром 180 мм. У цьому випадку

параметри заряду певної маси, сформованого засипанням ВР у свердловину, значно відрізняються від відповідних параметрів заряду такої ж маси, опущеного у свердловину в поліетиленовому рукаві. Так, заряд ВР масою 40 кг, отриманий засипанням ВР у свердловину, має висоту $l = 1,1$ м і діаметр $d = 0,216$ м, тобто має калібр $l/d = 5,09$. А заряд такої ж маси в поліетиленовому рукаві має висоту $l = 1,5$ м і діаметр $d = 0,18$ м, тобто має калібр $l/d = 8,33$. Це може суттєво впливати на ефективність вибуху в сторону її зниження [1].

Для оцінки впливу поліетиленових рукавів на ефективність руйнівної дії вибухів свердловинних зарядів розглянемо три конструкції зарядів (рис. 1). Маса зарядів конструкцій I і II – 40 кг, заряду конструкції III – 28 кг. Заряд I заповнює свердловину на весь її переріз, а заряди II і III розміщуються в поліетиленових рукавах.

Для розрахунку розмірів зони руйнування гірського масиву при вибуху свердловинного заряду біля вільної поверхні використаємо розв'язок, запропонований у праці [2], згідно з яким аналітичні вирази, що зв'язують радіуси зони руйнування масиву з умовами і параметрами підривання, мають вигляд:

для горизонтальних напрямків

$$Br^{-2} - \frac{\bar{L} - \bar{y}}{\sqrt{r^2 + (\bar{L} - \bar{y})^2}} - \frac{\bar{y}}{\sqrt{r^2 + \bar{y}^2}} = 0, \quad (1)$$

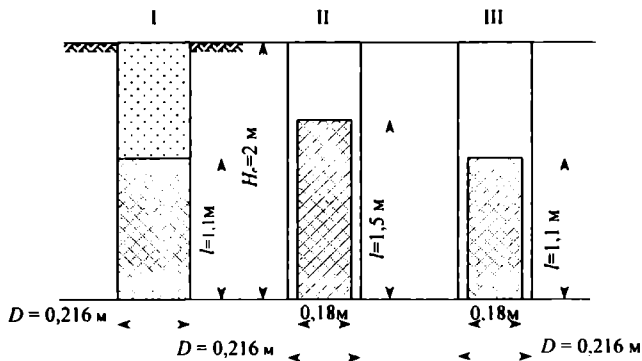


Рис. 1. Конструкції зарядів ВР масою 40 кг при заповненні свердловини на весь переріз (I) і в поліетиленовому рукаві (II), масою 28 кг в поліетиленовому рукаві (III)

для вертикального напрямку

$$2B - \frac{1}{h^2} + \frac{1}{(h + \bar{L})^2} = 0, \quad (2)$$

де $\bar{L} = l/d$ – приведена довжина заряду; $\bar{r} = r/d$ – приведений радіус зони руйнування в горизонтальному напрямку; $\bar{y} = y/d$ – приведена вертикальна координата; $\bar{h} = h/d$ – приведений радіус зони руйнування нижче заряду по його осі; B – безрозмірна характеристика умов підривання.

Для квазііотропного масиву згідно з [2] величина B визначається за формулою

$$B = 1,3 \frac{e C_0 \Pi A_y}{\rho_{\text{ВР}} \beta_1 \beta_2}, \quad (3)$$

де e – енергетичний коефіцієнт застосовуваної ВР; C_0 – показник, значення якого приймають за таблицею [2] і який залежить від властивостей руйнованого масиву і розгляданих напрямків руйнування відносно вільної поверхні; $\rho_{\text{ВР}}$ – щільність ВР; β_1 – коефіцієнт, який враховує число відкритих поверхонь масиву при вибуху (при двох поверхнях $\beta_1 = 1,0$; при одній – $\beta_1 = 1,8$); β_2 – коефіцієнт, який враховує положення точки межі зони тріщиноутворення (на поверхні масиву $\beta_2 = 1,0$; для інших напрямків $\beta_2 = 0,35$); Π – додатковий поправочний коефіцієнт при розрахунку радіусів руйнування масиву по його поверхні (для скельних масивів 1–2 класів опірності тріщиноутворенню $\Pi = 0,25$; для скельних масивів 3–4 класів $\Pi = 0,5$; для 5–7 класів $\Pi = 1,0$; в інших напрямках радіусів зони руйнування $\Pi = 1,0$); A_y – показник порушеності масиву, значення якого визначають за даними ультразвукового дослідження.

Рівняння (1) розв'язується відносно \bar{r} при відомих значеннях \bar{y} , а рівняння (2) – відносно \bar{h} .

За еталонний приймаємо вибух заряду грамоніту 79/21 масою 40 кг у свердловині глибиною 2 м і діаметром 0,216 м (див. рис. 1, 1). Для таких умов, згідно з дослідними даними, на рівні вільної поверхні $V_c = 1,1 \cdot 10^{-3}$, на рівні верхнього торця заряду $V_c = 8 \cdot 10^{-3}$, на рівні середини і нижнього торця заряду $V_c = 6 \cdot 10^{-3}$, для радіуса зони руйнування вглиб масиву $V_c = 5,47 \cdot 10^{-3}$. Для інших умов підривання значення показника B визначасмо за формулою

$$B = KV_c, \quad (4)$$

де $K = \frac{q_{\text{ВР}}(\rho_{\text{ВР}})_c}{\rho_{\text{ВР}}}$ – коефіцієнт пропорційності, який враховує можливі зміни

відносної технічної ефективності ВР і щільність зарядження свердловини; $q_{\text{ВР}}$ – отриманий автором в результаті аналітичних досліджень показник відносної технічної ефективності заряду ВР, який має вигляд

$$q_{\text{ВР}} = \frac{(K_{\text{ВР}})_c}{K_{\text{ВР}}(1+f)} \left[\frac{(A)_c}{A_c} + f \frac{(\rho_{\text{ВР}})_c D_c^2}{\rho_{\text{ВР}} D^2} \frac{n+1}{n_c+1} \frac{d_c l_c + 0,5d_c}{d l + 0,5d} \right], \quad (5)$$

де $K_{\text{ВР}}$ – коефіцієнт заломлення енергії вибуху з заряду в масив; A_c – повна ідеальна робота вибуху; D – швидкість детонації ВР; n – показник політропи

продуктів вибуху; f – коефіцієнт пропорційності, який залежить від міцності порід; індекс e відноситься до еталонних умов підривання.

Рівняння (1) і (2) розв'язувалися методом декахотомії. Розрахунки показали, що для розглянутих конструкцій зарядів коефіцієнт K може змінюватися від 0,6 до 2,0.

На рис. 2 зображено профілі воронок дроблення для трьох конструкцій зарядів (див. рис. 1) при $K = 1,0$. З рис. 2 випливає, що максимальний об'єм воронки дроблення маємо при вибуху еталонного заряду (конструкція I), а мінімальний об'єм – при вибуху заряду такої ж маси, але розміщеного у поліетиленовому рукаві (конструкція II).

Для порівняння відносної ефективності зарядів на рис. 3 наведено залежності питомої витрати ВР $q = QV_d$ (V_d – об'єм воронки дроблення; q – маса заряду) і показника дії вибуху n_d (значення якого дорівнює відношенню радіуса воронки дроблення до глибини свердловини) від коефіцієнта K для трьох розглянутих конструкцій свердловинних зарядів. Аналіз наведених залежностей показав, що найефективнішим з точки зору мінімальної витрати ВР при однакових значеннях коефіцієнта K є заряд конструкції III.

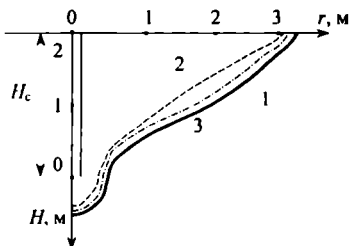


Рис. 2. Профілі воронки дроблення гірського масиву при вибуху свердловинних зарядів конструкції I (крива 1), II (крива 2), III (крива 3)

Незважаючи на те, що відмінності в значеннях показника дії вибуху є незначними, в значеннях об'ємів воронки дроблення і відповідно в значеннях питомої витрати ВР спостерігається суттєва різниця, яка збільшується зі збільшенням K .

Повніше оцінити відносну ефективність зарядів ВР дозволяють наведені на рис. 4 залежності коефіцієнта e (який визначається як відношення питомої витрати ВР до питомої витрати еталонної ВР) від коефіцієнта K .

З аналізу наведених графіків випливає, що в розглянутому діапазоні зміни K заряди в поліетиленових рукавах масою 40 кг є найменш ефективними. Ефективність таких зарядів буде вищою за ефективність заряду еталонної конструкції тільки при виконанні умови

$$\frac{K_e}{K} \geq 1,458,$$

що забезпечується підбором відповідних геометричних параметрів заряду, енергетичних і детонаційних параметрів ВР.

Очевидно, що відносно низьку ефективність заряду конструкції II можна пояснити таким чином. Зменшення діаметра заряду при збереженні його маси і глибини свердловини приводить до збільшення калібру заряду (відношення l/d) і наближення його верхнього торця до вільної поверхні. Останнє викликає непродуктивний виліт газоподібних продуктів вибуху в атмосферу. Отже, зменшення діаметра заряду призводить до зменшення розмірів зони дроблення масиву в нижній частині заряду.

Таким чином, ефективнішим є заряд конструкції III, згідно з якою в поліетиленовому рукаві розміщується заряд меншої маси. Наведені вище результати виконаних розрахунків отримали якісне підтвердження дослідними даними.

Розроблений метод оцінки відносної ефективності свердловинних зарядів різних конструкцій дає змогу вибрати найраціональніші параметри зарядів і місце їх розташування відносно вільної поверхні з урахуванням властивостей застосовуваних ВР і гірських порід.

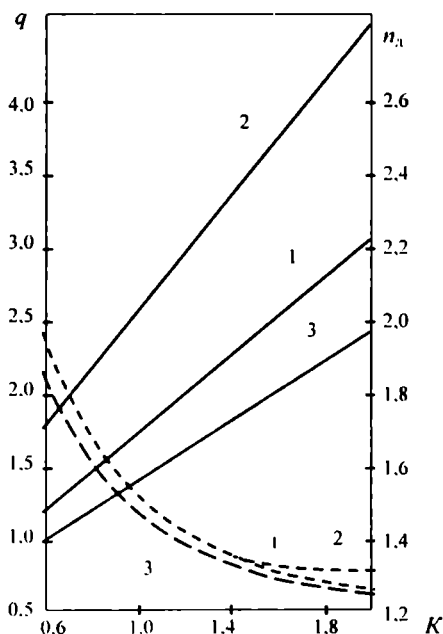


Рис. 3. Залежність питомої витрати ВР q (суцільні лінії) і показника дії вибуху n_d (пунктирні лінії) від коефіцієнта K для зарядів конструкції I (крива 1), II (крива 2), III (крива 3)

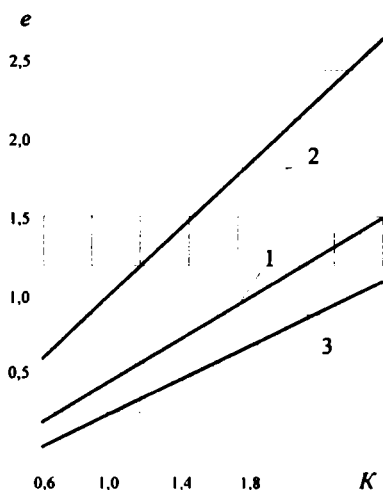


Рис. 4. Залежність коефіцієнта відносної ефективності зарядів e від коефіцієнта K для зарядів конструкції I (крива 1), II (крива 2), II' (крива 3)

1. Адушкин В.В., Зыков Ю.Н., Либин В.Я. Об эффективности скважинных зарядов выброса в песчаном грунте // Физ.-техн. пробл. разраб. полезн. ископаемых. – 1988, № 4. – С. 35–39.

2. Азаркович А.Е., Шуйфер М.И., Тихомиров А.П. Взрывные работы вблизи охраняемых объектов. – М.: Недра, 1984. – 123 с.

УДК 622.235.22: 622.861

ДО ПИТАННЯ ПРО ВИБІР МАТЕРІАЛУ ДЛЯ НАБІЙКИ СВЕРДЛОВИННИХ ЗАРЯДІВ

В.Т. Щетинін, інж. (ДПІ, м. Кременчук)

Рассмотрен вопрос снижения токсичности продуктов детонации, образующихся при массовых взрывах на карьерах. Приведено теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение влияния нейтрализующей добавки на концентрацию вредных газов во время взрыва.

Одним з основних джерел забруднення навколишнього середовища при розробці корисних копалин відкритим способом є підірвні роботи. Постійне збільшення глибини кар'єрів призводить до забруднення навколишнього середовища, зокрема загазованості атмосфери кар'єру. Розрахунки [1]