

УДК 624.139: 624.132.35

## ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ВІДСТАНІ МІЖ КОНТУРНИМИ СВЕРДЛОВИНАМИ

Юрко О.О., к.т.н., доц.

Кременчуцький державний політехнічний університет ім. М.В. Остроградського

39614, м. Кременчук, вул. Першотравнева, 20

E-mail: [kafea@polytech.poltava.ua](mailto:kafea@polytech.poltava.ua)

Высокая концентрация энергии взрыва и возможность её ориентации в необходимом направлении позволяет использовать кумулятивный эффект при контурном взрывании. Анализируется влияние геометрии кумулятивной выемки на параметры контурного взрывания.

**Ключевые слова:** контурное взрывание, кумулятивный заряд, активная часть, коэффициент использования ВВ.

The high concentration of energy of explosion and opportunity of its orientation in a necessary direction allows to use cumulative effect at planimetric exploding. The influence of geometry of cumulative collection on the parameters of planimetric exploding is analyze.

**Key words:** contour blasting, shaped charge, active part, blasting agent use ratio.

**Вступ.** Раціональне використання зарядів вибухових речовин (ВР), шляхом перерозподілу енергії вибуху забезпечує метод зарядів направленої дії. Найбільш перспективним у контурному підриві є використання подовжніх зарядів ВР з кумулятивними виїмками як ооконтурюючих.

Однак, ускладнення пов'язані з точністю розміщення заряду в свердловині та вибором його параметрів не дозволяють поки що рекомендувати цей метод для широкого використання в промисловості [1].

Тому виявляється доцільним визначення раціональних параметрів контурного підриву при використанні кумулятивних зарядів.

**Аналіз попередніх досліджень.** На основі математичного моделювання процесу поширення хвиль розрідження автором були отримані теоретичні залежності [2] для визначення основних критеріїв оцінки запропонованих конструкцій (активної частини заряду  $S_A$  та коефіцієнта використання ВР -  $\eta$ ). Необхідно отримати зв'язок раціональних параметрів кумулятивних виїмок з характеристиками міцності порід для можливості оцінки величини напружень при утворенні контурної щілини.

**Мета роботи.** Визначення раціональної відстані між контурними свердловинами за умови використання подовжених кумулятивних зарядів різних конструкцій як ооконтурюючих.

**Матеріал і результати досліджень.** Утворення відрізняючої шпарини можливо, коли величина тангенціальних напруг розтягу в точці, що знаходиться посередині лінії з'єднання вісей зарядів, перевищує межу міцності породи розтягу  $[\sigma]_p$ , тобто відстань між свердловинами розраховується за умовою:  $\sigma_p > [\sigma]_p$

Згідно з [3] величина напруг розтягу у вище згаданій точці повинна дорівнювати подвоєним тангенціальним напругам, що розповсюджуються від зарядів ВР:

$$\sigma_{p0} = 2 \times \sigma_p,$$

звідки виводиться формула для визначення відносної відстані  $A$ :

$$A = 3,2 \cdot \left( \frac{P}{[\sigma]_p} \frac{n}{1-n} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad (1)$$

де  $A$  – відстань між зарядами, що виражається в радіусах свердловини;

$[\sigma]_p$  – тимчасовий опір розтягу, [Па];

$n$  – коефіцієнт Пуассона;

$P$  – тиск на фронті ударної хвилі, [Па].

Ф.А. Баум [4] рекомендує визначити середній тиск продуктів вибуху при миттєвій детонації ВР за формулою:

$$P = \frac{1}{8} r_c D_c^2. \quad (2)$$

У нашому випадку величина  $P$  буде являти собою тиск, що утворюється кумулятивним струменем, тоді  $\rho_c$  – щільність струменя, а  $D_c$  – швидкість головної частини струменя.

Згідно з [4], при одномірному вильоті газу, швидкість руху максимуму дорівнює:

$$U_{\max} = \frac{c_H}{m} \cdot \frac{3m-1}{m+1},$$

де  $c_H$  – швидкість звуку в продуктах детонації, [м/с];

$m$  – показник ізоентропи, який залежить від щільності (при  $\rho_{BP} = 10^3 \text{ кг/м}^3$ ,  $m = 2,1$ ).

Відомо [5], що для амоніта 6 - ЖВ при відповідній щільності заряджання швидкість складає  $c_H = 3600 \text{ м/с}$ . Тоді швидкість головної частини струменя:

$$D_C = U_{\max} = \frac{3,6 \cdot 10^3}{2,1} \cdot \frac{3 \cdot 2,1 - 1}{2,1 + 1} = 2931 \text{ м/с}.$$

Щільність кумулятивного струменя визначимо за умови, що вся енергія активної частини заряду масою  $m_A$ , бере участь у створенні кумулятивного

струменя і витрачається лише на руйнування породи, тоді:

$$r_C = \frac{m_A}{V_C} = |m_A = r_{BP} \cdot V_A| = r_{BP} \frac{V_A}{V_C} = r_{BP} \frac{S_A}{S_C},$$

де  $V_C, S_C$  та  $V_A, S_A$  – об'єм і площа поперечного перетину струменя та активної частини заряду у відповідності з коефіцієнтами.

Якщо прийняти припущення, зроблене О.М. Лаврент'євим про циліндричну форму кумулятивного струменя з діаметром  $d_C$  (в перетині отримавмо прямокутник), та врахувати експериментальні данні Г.Й. Покровського, що  $d_C = (0,3 \dots 0,4) \cdot D_B$  ( $D_B$  – отвору кумулятивного заглиблення), то:

$$S_C = d_C \cdot l \approx 0,4 D_B \cdot l = 0,4 \cdot 2r_B \cdot l,$$

де  $l$  – відстань від точки геометричного фокусу кумулятивної виїмки до руйнівної поверхні.

При співвідношенні  $d_{III} / d_{II} = 2$  та  $l = d_{II} / 2 = R$ , отримаємо:

$$r_C = 1,25 \cdot k_3 \cdot r_{BP} \frac{S_A}{2 \cdot r_B R}, \quad (3)$$

де  $k$  – коефіцієнт, що характеризує відповідну конструкцію заряду: для однічного заряду  $k_3 = 1,5$ , для двобічного циліндричного –  $k_3 = 1$  та двобічного прямокутного –  $k_3 = 1,05$ .

Однічна конструкція заряду має особливість: необхідно врахувати частину заряду ВР з протилежного боку кумулятивної виїмки, яка бере участь у створенні контурної шпарини. Ця частина являє собою сектор кола, дуга якого на стінці свердловини дорівнює діаметру патрона. Тоді додаткова площа:

$$S_{\text{доод}} = \frac{1}{2} \left( 2 \cdot \arctg \frac{R}{2R} \right) R^2 = 0,464 \cdot R^2.$$

Відповідно до визначених в [2] раціональних параметрів циліндричних зарядів різних конструкцій, можна розрахувати величини  $\rho_c$  та  $P$ . Результати наведені в табл.1.

Отримані результати підтверджуються експериментальними даними [6]: тиск в залежності від типу ВР і конструкції заряду може знаходитись в межах  $13,6 \cdot 10^8 \dots 1,1 \cdot 10^{10} \text{ Па}$ .

**Таблиця 1 – Розрахунок тиску, що створюється кумулятивним струменем для різних конструкцій зарядів**

Конструкція заряду	$S_A/R^2$	$r_B/R$	$\rho_c \cdot 10^3, \text{ кг/м}^3$	$P \cdot 10^8, \text{ Па}$
Однічний циліндричний	0,83	0,7	1,728	18,55
Двобічний циліндричний	1,25	0,4	1,953	20,97
Двобічний прямокутний	2,28	0,7	2,036	21,86

Користуючись властивостями порід, за формулою (1) можна розрахувати відносну відстань між контурними свердловинами.

Для відображення впливу міцності порід на раціональну відстань між контурними свердловинами

на рис.1 представлена залежність  $[\sigma]_p$  від абсолютної відстані  $a$  при  $\nu = 0,22$ , котра побудована на основі (1). У зв'язку зі співставленням теорії з експе-

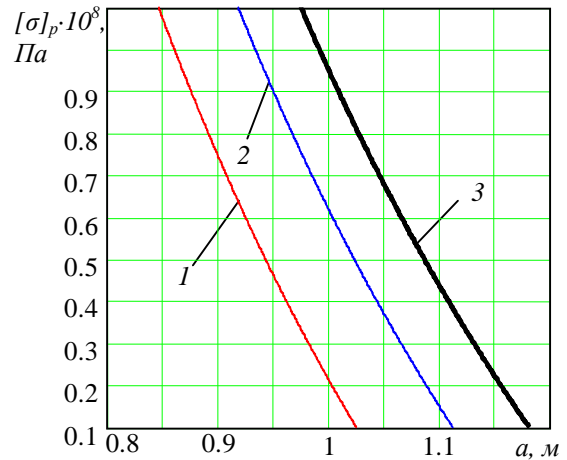


Рисунок 1 - Вплив характеристики порід  $[\sigma]_p$  на відстань між контурними свердловинами  $a$  для різних конструкцій кумулятивних зарядів: однічного (1) та двобічних циліндричного (2) і прямокутного (3).

риментом скорегована залежність (1) приймає наступний вигляд:

$$A = 3,2 \cdot \left( \frac{P}{0,05([\sigma]_p + 2,9)} \frac{n}{1-n} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad (4)$$

де величина  $P$  визначається по формулам 2 та 3.

**Висновки.** Встановлено закономірності впливу параметрів двобічних кумулятивних зарядів та характеристик міцності порід на відстань між контурними свердловинами.

**БІБЛІОГРАФІЧНІ ДАНІ**

- Исаков А.Л. О направленом разрушении горных пород взрывом // ФТПРПИ. – 1983. - № 6. – С. 41-52.
- Юрко О.О. Заряд прямокутного поперечного перерізу з двосторонньою кумулятивною виїмкою // Проблеми створення нових машин і технологій. Наук. пр. КДПУ.– Кременчук:КДПУ, 2002. – Вип. 6/2002(17).– С.56-59.
- Фещенко А.А., Эристов В.С. Контурное взрывание в гидротехническом строительстве. - М.: Энергия, 1972. – 117 с.
- Физика взрыва / Под ред. Л.П. Орленко: В 2-х т.– М.: Физматлит, 2004.– Т.2.– 832 с.
- Перечень рекомендуемых промышленных взрывчатых материалов, приборов взрывания и контроля/ Межведомственный совет по взрывному делу при Госгортехнадзоре СССР. – М.: Недра, 1987. – 60 с.
- Баранов Е.Г., Клочко И.И., Петелин Э.А. Действие кумулятивного заряда в горной породе и расчет параметров нагружения // Горный журнал. Известия вузов. – 1992. - № 3. – С. 88-92.

Стаття надійшла 10.01.07 р.  
Рекомендовано до друку д.т.н. проф.  
Воробйов В.В.