

ВСТАНОВЛЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ДІАМЕТРУ ВИБУХОВИХ СВЕРДЛОВИН ДЛЯ ЗАЛІЗОРУДНИХ КАР'ЄРІВ

Ефективне керування процесом вибухового руйнування скельних гірських масивів є однією з найважливіших науково-технічних задач гірництва. Вирішення її забезпечує зменшення витрат як на проведення буропідричних робіт (БПР) в кар'єрі зокрема, так і на видобуток корисних копалин в цілому.

Тому удосконалення методики визначення раціонального діаметру вибухових свердловин на кар'єрах є актуальною науково-технічною задачею, тим більше, що діаметр свердловинного заряду ВР визначає основні параметри буропідричних робіт.

До основних параметрів регулювання ступеня дроблення належать діаметр заряду, величина лінії опору по підшві уступу, відстань між зарядами, довжина і маса заряду, які взаємопов'язані між собою через розрахункову питому витрату вибухової речовини (ВР). Основними з них є розрахункова питома витрата ВР і діаметр заряду, інші параметри є похідними і залежать від величини витрати ВР. Зміна одного з параметрів тягне за собою зміну інших, які можуть вплинути на результат вибуху. Змінюючи діаметр заряду, можна досягнути такого розміщення свердловин, при якому усі окремі тріщинуватого масиву попадуть в зону регульованої дроблення. Тому діаметр заряду відноситься до одного з найбільш важливих параметрів регулювання ступеня дроблення.

Вченими було рекомендовано для залізорудних кар'єрів, які характеризуються виконанням робіт в сильно- та середньо-тріщинуватих гірських масивах, застосовувати свердловини діаметром 300 мм, як найбільш ефективними за технологічними та енергетичними показниками.

Резервом підвищення ефективності комплексу буропідричних робіт в кар'єрі на великих глибинах може бути перехід на застосування свердловин оптимального діаметру.

За результатами аналізу наукових досліджень і публікацій встановлено, що діаметр свердловинного заряду відноситься до одного з найбільш важливих параметрів регулювання ступеня дроблення, а його вибір суттєво залежить від міцності та тріщинуватості гірських порід. Однак, існуючий стан досліджень не надає однозначного обґрунтованого теоретичного рішення щодо визначення раціонального діаметру свердловинного заряду. Тому метою досліджень є встановлення раціонального діаметра свердловинного заряду ВР для конкретних гірничо-геологічних умов відпрацювання родовища.

Для отримання раціональних значень діаметрів свердловинних зарядів використаємо методику, в основі якої закладена техніко-економічна оцінка параметрів БПР.

В цілому загальні питомі витрати на буропідричні роботи становлять

$$C_{\text{БПР}} = C_{\text{Б}} + C_{\text{ПР}} \quad (1)$$

де $C_{\text{Б}}$ – питомі витрати на виконання бурових робіт, грн; $C_{\text{ПР}}$ – питомі витрати на вибухові роботи, грн.

Якщо розглянути витрати на буріння та підривання з урахуванням технологічних і техніко-економічних показників, то формула (1) набуде вигляду

$$C_{\text{БПР}} = \frac{4qc_{\text{бур}}}{10^{-6}\pi d^2 \Delta k_{\text{в}}} + c_{\text{ВР}}q, \quad (2)$$

де q – питома витрата ВР, кг/м³; $c_{\text{бур}}$ – питомі витрати на буріння 1 м свердловин, грн/м; d – діаметр свердловинного заряду, мм; Δ – щільність заряджання вибухової речовини в заряді, кг/м³; $k_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання об'єму свердловини (в середньому приймають $k_{\text{в}}=0,65-0,75$); $c_{\text{ВР}}$ – вартість 1 кг вибухової речовини з урахуванням витрат на заряджання, грн/кг.

Питому витрату ВР, з урахуванням діаметру свердловинного заряду та при умові дроблення масиву на куски розміром не більше 500 мм, можна представити у вигляді, кг/м³

$$q = 0,13\gamma\sqrt{f} \cdot 0,6 + 3,3 \cdot 10^{-3} d_0 d \sqrt[5]{\left(\frac{500}{d_{\text{н}}}\right)^2}, \quad (3)$$

де γ – щільність породи, т/м³; f – коефіцієнт міцності за шкалою Протодяконова; d_0 – середній розмір природної окремоті в масиві, м; d – діаметр свердловинного заряду, мм; d_n – максимально допустимий розмір шматка зруйнованої гірничої маси, мм.

Як бачимо, у формулі (3) враховані основні фактори, які характеризують здатність гірського масиву до вибухового руйнування, зокрема міцність та тріщинуватість порід.

Загальні витрати на БПР (2) з урахуванням питомої витрати ВР (3) будуть становити

$$C_{\text{БПР}} = 0,13\gamma\sqrt[4]{f} \cdot 0,6 + 3,3 \cdot 10^{-3} d_0 d \sqrt[5]{\left(\frac{500}{d_n}\right)^2 \left(\frac{4c_{\text{бур}}}{10^{-6}\pi d^2 \Delta k_b} + c_{\text{ВР}}\right)}. \quad (4)$$

Якщо підставити у вираз (4) чисельні значення діаметра заряду, то можна, для гірських масивів різних за міцністю і тріщинуватістю, при умові встановлення усіх інших показників, визначити загальні витрати на БПР. Значення мінімальних витрат будуть відповідати найбільш ефективному діаметру свердловинного заряду.

Для гірничо-геологічних умов залізорудного кар'єру були проведені розрахунки щодо встановлення залежності між діаметром свердловинного заряду ВР та вартістю буропідривних робіт для різних гірських порід з різним ступенем тріщинуватості. В межах родовища переважають наступні скельні породи: магнетитові кварцити, силікат-магнетитові кварцити (руда), окиснені кварцити, мало рудні неокиснені кварцити і некондиційно окиснені кварцити, породи сланцевих горизонтів.

Значення середнього розміру природної окремоті в масиві d_0 від категорії тріщинуватості становлять: для I категорії тріщинуватості – $d_0=0,1$ м; для II категорії – $d_0=0,3$ м; для III категорії – $d_0=0,75$ м; для IV категорії – $d_0=1,25$ м; для V категорії тріщинуватості – $d_0=2,0$ м.

Усереднені техніко-економічні показники буропідривних робіт кар'єру прийемо наступні:

максимально допустимий розмір шматка зруйнованої гірничої маси – $d_n=1200$ мм;

середнє значення коефіцієнту використання об'єму свердловини – $k_b=0,7$;

середня щільність заряджання ВР Анемікс 70 – $\Delta=1250$ кг/м³;

вартість ВР Анемікс 70 – $c_{\text{ВР}}=16,1$ грн/кг.

Виконано розрахунки при умові застосування бурових верстатів типу СБШ-250. Середні питомі витрати на буріння 1 м свердловин прийнято $c_{\text{бур}}=280$ грн/м.

На рис. 1 наведені графічні залежності вартості БПР від діаметру свердловини для магнетитових кварцитів при різних категоріях тріщинуватості, що отримані у відповідності до формули (4).

З графічних залежностей рис.1 видно, що I категорії тріщинуватості магнетитових кварцитів більш доцільним буде діаметр 400 мм, оскільки вартість БПР буде мінімальною $C_{\text{БПР}}=9,01$ грн. Для II категорії порід найбільш доцільний діаметр 350 мм при мінімальній вартості БПР $C_{\text{БПР}}=12,14$ грн. Відповідно, для III категорії – $d=250$ мм, $C_{\text{БПР}}=18,21$ грн; для IV категорії тріщинуватості порід – $d=250$ мм, $C_{\text{БПР}}=24,37$ грн; для V категорії – $d=200$ мм, $C_{\text{БПР}}=33,33$ грн.

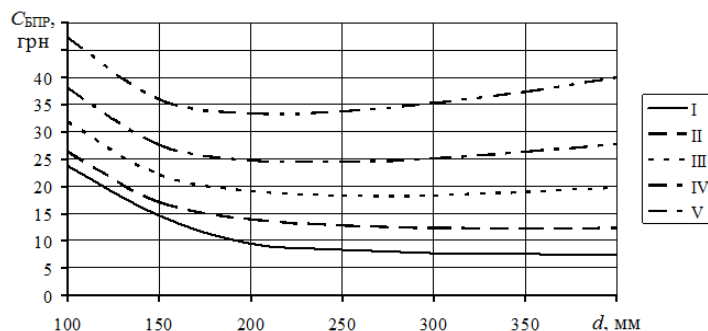


Рис. 1. Залежність питомої вартості буропідривних робіт від діаметру свердловини в магнетитових кварцитах при різних категоріях тріщинуватості

Таким чином, якщо узагальнити дані для усіх порід кар'єру при бурінні свердловин верстатами типу СБШ-250, то видно, що для I категорії тріщинуватості масивів для переважної більшості порід найбільш доцільним буде діаметр заряду $d=400$ мм. Для II категорії – $d=350$ мм, для III категорії тріщинуватості – $d=250$ мм, для IV категорії тріщинуватості діаметр становить $d=250$ мм, V категорії тріщинуватості (малоблочних практично монолітних) – $d=200$ мм.

Результати досліджень дозволяють продовжити вивчення впливу діаметру свердловинних зарядів на результати дроблення скельних гірських масивів з різним ступенем тріщинуватості. при проведенні буропідривних робіт на кар'єрах.