

УДК 622.22

Ткачук К.К., проф., д.т.н., Гребенюк Т.В., асп., НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна

## АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЯКОСТІ БУРОВИХ РОБІТ НА ВИДОБУТОК БЛОЧНОГО КАМЕНЮ

### Вступ

Головна проблема, що виникає під час видобування блоків природного облицювального каменю, є потреба знижувати втрати та збільшувати вихід блокової продукції на всіх стадіях видобувних робіт від розкриття родовища до відколу кондиційних блоків.

Актуальним є завдання точно розраховувати та дотримувати технологічні параметри при використанні устаткування, оптимізувати режими його роботи, знизити витрати праці під час видобування блоків, а також звернути увагу на якість бурових робіт.

### Аналіз проблеми

При видобуванні природного блочного каменю часто використовується шпуровий метод, коли в площині відколу по лінії пробурюється ряд шпурів. Як правило, поперечний переріз цих шпурів має вигляд круга. Блоки мають форму прямокутних паралелепіпедів, а шпури розміщують в площині, паралельній одній із граней паралелепіпеда (Рис.1).

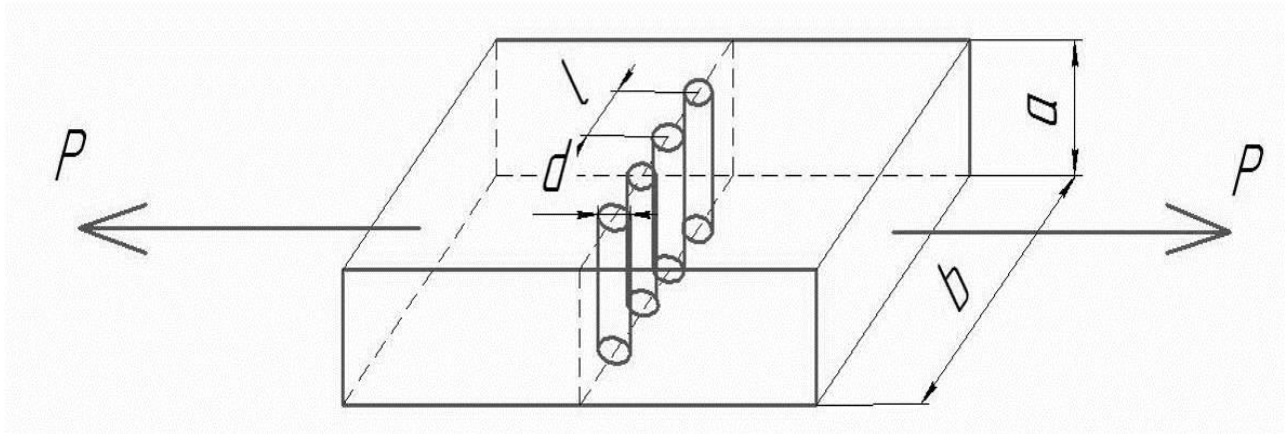


Рисунок 1 – Кам'яний блок із рядом пробурених шпурів

Якщо допустити припущення, що масив анізотропний, то при оцінці властивостей блоку, які вносить ряд шпурів діаметром  $d = 2r$ , пробурених на відстані  $l$  один від одного, можливі наступні допущення:

- якщо блок однорідний та підлягає розтягуванню силами  $P$ , то в поперечному перетині блоку створюється напруження  $\sigma = \frac{P}{ab}$ ;

- у випадку, коли шпури діаметром  $d$  пробурені паралельно граням  $(ab)$  на відстані  $l$  один від одного, площа поперечного перетину шпурів, проведена через вісі шпурів, буде дорівнювати

$$a \left( b - \frac{b}{l} d \right) = \frac{b(l-d)}{l} a = \frac{ab(l-d)}{l}.$$

В цьому випадку напруження в площині відколу буде дорівнювати

$\frac{Pl}{ab(l-d)}$  тобто в  $\frac{l}{l-d}$  разів більше ніж в суцільному блоці.

$\frac{b}{l} = n$  - кількість шпурів;  $b_1 = b - dn$ ;

$$\sigma_1 = \frac{P}{a(b-dn)}; \quad \frac{\sigma}{\sigma_1} = \frac{b-dn}{b} = 1 - n \frac{d}{b} = \frac{b_1}{b}; \quad \sigma_1 > \sigma.$$

Аналізуючи вплив похибки буріння на працевтрати по відколу блоків, встановлено, що шпури пробурені строго паралельно площині  $(ab)$ , мають однакову довжину  $a$ . Шпури, що пробурені з похибкою  $h$ , будуть мати довжину  $a_1 = \sqrt{a^2 + h^2}$  (рис. 2). Можна вважати, що гирло шпурів знаходиться на одній площині прогнозованого відколу, так як розмітку лінії та центрів шпурів можливо виконати точно.

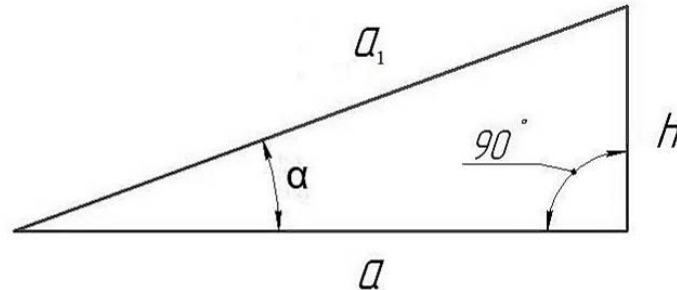


Рисунок 2 – Визначення довжини не паралельно пробуреного шпуру

$$\frac{a}{a_1} = \cos \alpha; \quad \frac{h}{a} = \sin \alpha \rightarrow \frac{h}{a} \approx \leq \alpha; \quad a = a_1 \cos \alpha;$$

$m$  шпурів, довжиною  $a$ ;

$\bar{m}$  шпурів, довжиною  $a_1$ ;

$m + \bar{m} = n$ .

Проаналізуємо можливі варіанти положення пробурених шпурів.

1. Всі шпури пробурені під кутом  $\alpha$  к  $a$  в площині, паралельній  $(ab)$ , таким чином напруження в площині знаходження центрів шпурів,

$$\bar{\sigma}_1 = \frac{P \cos \alpha}{a(b - nd)},$$

що менше ніж при шпурах, паралельних  $a$ . Об'єм пробуреної породи більший, ніж при шпурах, пробурених перпендикулярно лінії  $b$ , і загальна довжина шпурів становить

$$\bar{l} = \sum_{i=1}^{\bar{m}} \frac{a}{\cos \alpha}.$$

2. Частина шпурів  $m$  пробурена перпендикулярно лінії  $b$  в площині  $(ab)$ , а частина шпурів  $\bar{m}$ , під кутом  $\alpha$ .

$$\sigma_{cp} = \frac{\bar{\sigma}_1 \bar{m} + \sigma_m}{2} = \left[ \frac{P \cos \alpha}{a(b - \bar{m}d)} + \frac{P}{a(b - md)} \right] / 2.$$

Таким чином, загальна довжина шпурів становить

$$\bar{l} = \sum_{i=1}^{\bar{m}} \frac{a}{\cos \alpha} + ma.$$

3. Якщо шпури виходять з площини паралельній  $(ab)$ , збільшується загальна довжина пробурених шпурів, та разом з тим збільшується загальне зусилля, необхідне для відколу блоку, а також збільшується вірогідність отримання браку.

4. Найбільш негативний випадок для відколу блоку, коли шпури відхиляються в різні сторони блоку з площини паралельній  $(ab)$  (Рис. 3).

В цьому випадку, для розрахунку загальної довжини пробурених шпурів, можемо скористатись формулою (варіант 2).

Необхідно пам'ятати, оскільки шпури відхиляються в різні сторони блоку від лінії відколу, то робота, яка витрачається на відкол блоку буде найбільшою. Це пояснюється тим, що площа відколу блоку буде перевищувати цей параметр. При розгляді інших випадків похибки буріння (варіанти 1 - 4), також збільшується вірогідність отримання браку, так як розповсюдження площі відколу може співпасти з природними тріщинами масиву.

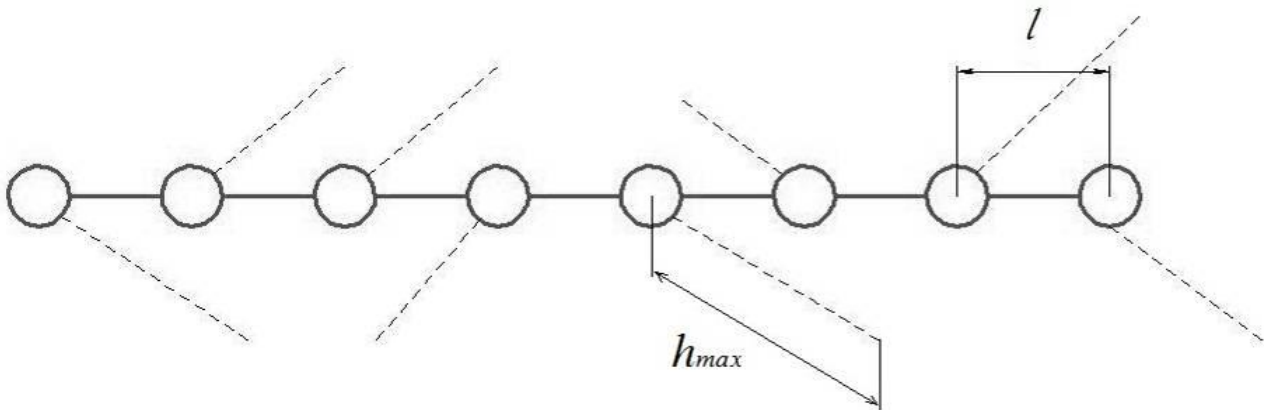


Рисунок 3 – Схематичне зображення найбільш негативного випадку буріння шпурів в кам'яному блоці

При ідеальному бурінні шпурів для відколу блоку, та при його пасировці необхідно прибрати нерівності, об'єм яких дорівнює

$$\left(l - \frac{\pi r}{2}\right) r b n,$$

при цьому блок зменшиться на величину  $r$  по ширині від лінії відколу.

При відхиленні хоча б одного шпура на відстань  $h_{\max}$  (Рис. 3) від лінії прогнозованого відколу треба прибрати об'єм нерівностей порядку  $(h_{\max} ab)$ , що зменшить об'єм блоку на величину  $(2r + h)$  по ширині від лінії відколу.

Якщо має місце відхилення шпурів в різні боки (Рис.3) від лінії прогнозованого відколу, то наступний видобуваємий блок буде ще з більшими площинними та геометричними дефектами, що приведе до більших втрат енергії та цінної природної сировини.

### Висновки

1. Досліджено вплив похибки при бурінні шпурів на видобуток блочного каменю.
2. Розглянуті варіанти невідповідності буріння технологічним паспортам робіт та порівняно вплив таких бурових робіт на якість видобуваних блоків.
3. Для усунення вищезгаданих проблем при бурінні шпурів необхідно збільшувати напруження для відколу блоку, при якому також збільшується вірогідність браку.
4. Враховуючи збільшення витрат енергії на пасировку блоків при неякісному бурінні, доцільно використання обладнання для точного буріння, оцінка його вартості і терміну окупності, що є актуальною проблемою для гірничо-видобувних підприємств.

### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Бакка М.Т. Основи гірничого виробництва: [навч. посібник для студентів вищ. навч. закл.] / Бакка М.Т., Лягутко А.С., Пчолкін Г.Д. – Житомир : ЖІТІ, 1999. – 430с.
2. Карасёв Ю.Г. Технология горных работ на карьерах облицовочного камня / Карасёв Ю.Г. – М.: Недра, 1995. – 296с.
3. Сопротивление материалов/ Под ред. академика НАН Украины Писаренко Г.И. – 5-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища школа, 1986. – 775с
4. Демидов С.П. Теория упругости : [учебник для студентов высш. учеб. зав.] / Демидов С.П. – М., Высшая школа, 1979. – 432с.