

УДК 622.1

О.О. Кісель, доц.

Житомирський державний технологічний університет

А.А. Шоломицький, д.т.н., проф.

Донецький національний технічний університет

ЗАЛЕЖНІСТЬ ЧАСТОТИ ДІАГОНАЛЬНОГО ВІДКОЛЮВАННЯ І ВТРАТ ДЕКОРАТИВНОГО КАМЕНЮ ВІД ГРАНИЧНОЇ ВИСОТИ МОНОЛІТУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БУРОКЛИНОВОГО МЕТОДУ

Встановлено і обґрунтовано основні закономірності формування і розвитку втрат декоративного каменю при використанні буроклинового методу відокремлення його від масиву. А також в результаті проведених досліджень було визначено оптимальну граничну висоту моноліту, при якій втрати будуть мінімальними.

Постановка проблеми. Видобування декоративного каменю високої міцності в Україні і за кордоном здебільшого здійснюється відкритим способом. Гранітні блоки видобувають у кар'єрах середньої потужності 3–5 тис. м³ блоків на рік.

Вимоги, які висуваються до декоративного каменю, а саме збереження його фізико-механічних властивостей і декоративності, отримання блоків визначеної форми і розмірів, обумовлюють специфічну мету і особливості розкривних, гірничопідготовчих і видобувних робіт. Видобувні роботи в кар'єрах блочних гранітів за виробничими процесами, структурами комплексної механізації суттєвим чином відрізняються від робіт на кар'єрах з видобування інших корисних копалин, де основний процес – руйнування гірського масиву. При видобуванні декоративного каменю важливим є збереження фізико-механічних властивостей породи з мінімально допустимими змінами. Це, в свою чергу, обумовлює інший порядок і послідовність виконання відкритих гірничих робіт у межах кар'єрного поля, тобто свою специфічну систему розробки. Механічним, а саме буроклиновим, методам видобування декоративного каменю завжди приділялась велика увага, оскільки вони забезпечують монолітність і збереження декоративних властивостей блочної сировини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями удосконалення підготовки блочного каменю до виймання, механізацією цих процесів у свій час займалися багато дослідників, серед них: В.В. Ржевський [1], М.Т. Бака [2], О.Б. Синельников [3], Болат О. [4] та інші. Однак досліджень зі зменшення якісно-кількісних відходів, вивченню джерел і закономірностей їх формування на кар'єрах з видобування високоміцних порід блочного каменю при застосуванні буроклинових методів підготовки їх до виймання до цього часу проводилось дуже мало.

Мета даної статті. Результати досліджень і промислові експерименти підтверджують, що нерівності відколу лицьових поверхонь блоків при відколюванні їх буроклиновими і бурогідроклиновими способами обумовлюються наступними факторами:

- розташуванням площини відколу відносно напрямку анізотропного площинного поділу каменю;
- динамічною межею міцності каменю на відколювання;
- висотою моноліту, який розколюється;
- питомою величиною послаблення площини розколювання шпурами перфораторного буріння, яку пропонується визначати за формулою:

$$U = \frac{z \cdot d}{S}, \quad (1)$$

де z – сумарна довжина шпурів, пробурених у площині розколювання, м;

d – діаметр шпура, м;

S – площа відколу, м².

Значення z рекомендується визначати із залежності:

$$z = \frac{M}{a} h \cdot k_n, \quad (2)$$

де M – сумарна довжина лінії відколу, м;

a – крок буріння послаблюючих шпурів, м;

h – глибина буріння, м;

k_n – коефіцієнт нерівномірності буріння ($k_n = 0,9$).

Необхідність розташування площин розколювання в напрямках, які співпадають або наближені до анізотропії каменю, як стверджувалось вище, є очевидною.

Динамічна межа міцності каменю на відкол визначається лабораторним способом, і його значення без корегування можна приймати для всієї ділянки, яка розробляється.

Для гідроклину на породу має сповільнений, порівняно з вибуховим методом, характер, що дозволяє орієнтувати розколювання каменю в потрібному напрямку. Гідравлічний клин незначно руйнує камінь у зоні контакту.

Керування якістю кам'яних блоків, які видобуваються в кар'єрі за допомогою гідроклинів, і підвищення ефективності гірничих розробок можна забезпечити на основі вивчення характеру концентрації і максимальних значень руйнуючих напруг, визначення раціонального кроку встановлення гідроклинів і оптимальної площі відколу на один клин, а також вивчення оптимальної висоти моноліту, при якій втрати будуть мінімальними.

Викладення основного матеріалу статті. Багаторічні експериментальні дослідження і узагальнення фізико-технічних властивостей порід за геологічними звітами, даними лабораторних випробувань дозволили отримати висновок, що опір вивержених порід при відколюванні в декілька разів менший, ніж при стиску і розтягу, що підтверджується даними таблиці 1.

Таблиця 1

Фізико-технічні характеристики декоративного каменю

| Найменування родовища | Порода | Межа міцності на стиск $\sigma_{ст}$, кг/см ² | Межа міцності на розтяг σ_p , кг/см ² | Межа міцності на відколювання $\sigma_{від}$, кг/см ² | $\frac{\sigma_{ст}}{\sigma_p}$ | $\frac{\sigma_{ст}}{\sigma_{від}}$ | $\frac{\sigma_p}{\sigma_{від}}$ |
|-----------------------|-------------|---|---|---|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| Головинське | лабрадорит | 1305 | 528 | 152 | 2,5 | 8,6 | 3,5 |
| Жежелівське | граніт | 1700 | 516 | 130 | 3,3 | 13,8 | 4,0 |
| Корнинське | граніт | 1535 | 472 | 132 | 3,2 | 11,6 | 3,5 |
| Омелянівське | граніт | 1166 | 276 | 57 | 4,2 | 20,4 | 4,8 |
| Лезниківське | граніт | 1612 | 334 | 66 | 4,9 | 24,4 | 5,1 |
| Покостівське | граніт | 1819 | 373 | 58 | 4,8 | 31,3 | 6,4 |
| Богуславське | граніт | 1362 | 315 | 51 | 4,3 | 26,7 | 6,2 |
| Сліпчицьке | габро-норит | 1520 | 328 | 47 | 4,8 | 32,3 | 7,0 |

Але все ж високі значення меж міцності гранітів на відколювання дають підставу стверджувати, що закладний клин одночасно відколює не всю поверхню, що підлягає відколюванню за один цикл клину, а лише найближчу до шпура її частину – зону, де концентрація напруження стала критичною. Напрявлене відколювання блоків можливе шляхом створення концентрацій напруг у необхідних площинах при груповій синхронній роботі декількох закладних клинів на відколювання.

Автором пропонується аналітична залежність з визначення площі відколу на один закладений клин, яка встановлена експериментальним шляхом і яка може бути виражена функцією:

$$S_o = \kappa \cdot \left(1 + \frac{D \cdot U}{\sigma_p \cdot l} \right) \text{ м}^2, \quad (3)$$

де κ – коефіцієнт, що враховує анізотропні властивості породи, які коливаються для вивержених порід в інтервалах від 0,2 до 1,0. Так, при розколюванні каменю в напрямку найкращого поділу $\kappa = 1,0$, а в напрямку $\pi/2$, $3\pi/2$, для лабрадориту $\kappa = 0,6$, габро-нориту $\kappa = 0,2$, граніту $\kappa = 0,4$;

D – тиск в системі, Па;

l – крок встановлення гідроклинів, м;

U – питомої величини послаблення площини розколювання шпурами перфораторного буріння і їх розташування в площині відколу;

σ_p – межа міцності граніту на розтяг кг/см².

Нерівності відколу лицьових поверхонь блока і продуктивність роботи гідроклинів щодо їх відколювання залежить від таких параметрів:

– площі відколу на один клин S_o , м²;

– анізотропних властивостей і динамічної межі міцності каменю на відколювання $\sigma_{від}$, кг/см².

На Головинському, Сліпчицькому, Жежелівському і Корнинському кар'єрах для підготовки каменю до виймання застосовуються гідроклинові установки “Дарда” і “Флоуспак”, які працюють з надійністю способу 92–94 %, розрахунок площі відколювання на один закладний клин за формулою (3) задовольняє за точністю визначення цього технологічного показника. Площа відколу на один закладний клин досягає свого максимального значення до 1,4–1,6 м².

Однак практика доводить, що, незважаючи на вищевикладені переваги розколювання каменю гідроклиновими установками, мають місце втрати-відходи граніту через так зване “зміщення розколу”, яке потребує визначення граничної висоти моноліту, що розколюється.

Гранична висота залежить від структури каменю, його анізотропних властивостей, питомої величини послаблення площини розколювання шпурами перфораторного буріння і їх зміщення у площині розколювання.

На основі промислових спостережень на Корнинському, Головинському і Сліпчицькому кар'єрах автором були узагальнені дані щодо частоти зміщень відколу залежно від висоти монолітів, які розколювались.

За отриманими даними були побудовані графіки залежності частоти зміщення z від висоти моноліту h по кожному з родовищ (рис. 1).

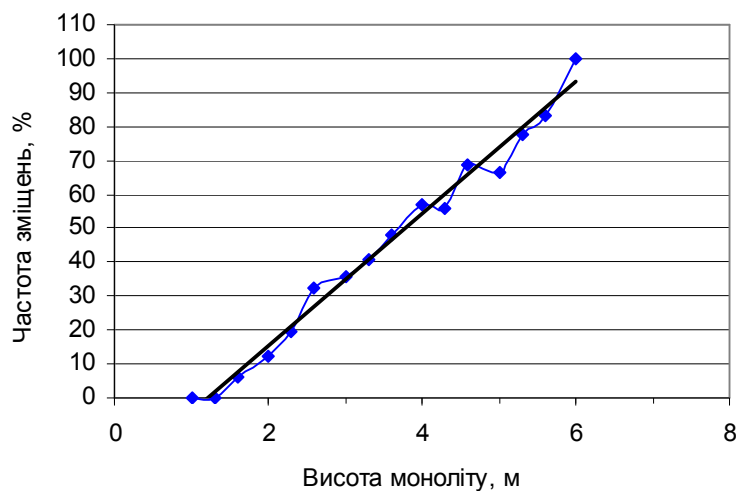


Рис. 1. Графік залежності частоти діагонального відколювання від висоти моноліту для Корнинського родовища гранітів

Як видно з рис. 1, частота діагонального відколювання для корнинських гранітів знаходиться в прямопропорційній залежності від висоти моноліту, який розколюється і описується функцією:

$$z = 19,393 \cdot h - 23,264 . \quad (4)$$

Коефіцієнт детермінації 0,99.

На рис. 2 теж показано залежність частоти діагонального відколювання від висоти моноліту, але для головинських лабрадоритів. Як видно з рисунка, ці два показники теж знаходяться в прямопропорційній залежності, яка описується рівнянням:

$$z = 28,271 \cdot h - 46,369 . \quad (5)$$

Але коефіцієнт детермінації менший, порівняно з попереднім графіком, і становить 0,93.

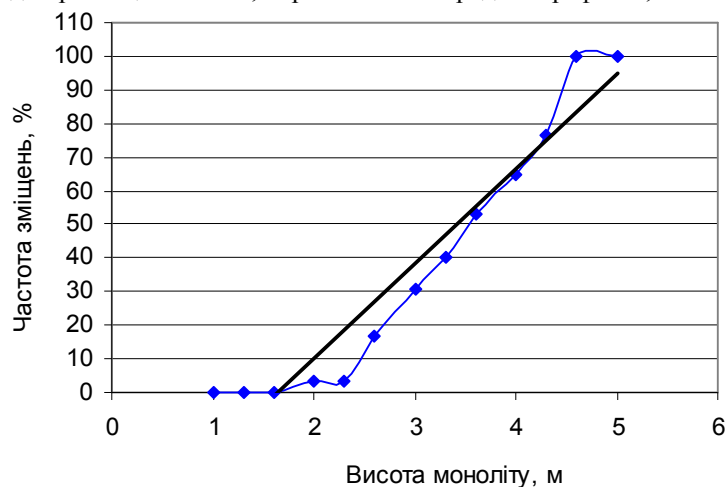


Рис. 2. Графік залежності частоти діагонального відколювання від висоти моноліту для Головинського родовища лабрадоритів

На рис. 3 представлено взаємозв'язок z і h для сліпчицьких габро-норитів. Він теж описується лінійним рівнянням виду:

$$z = 27,252 \cdot h - 43,61 . \quad (6)$$

Коефіцієнт детермінації 0,92.

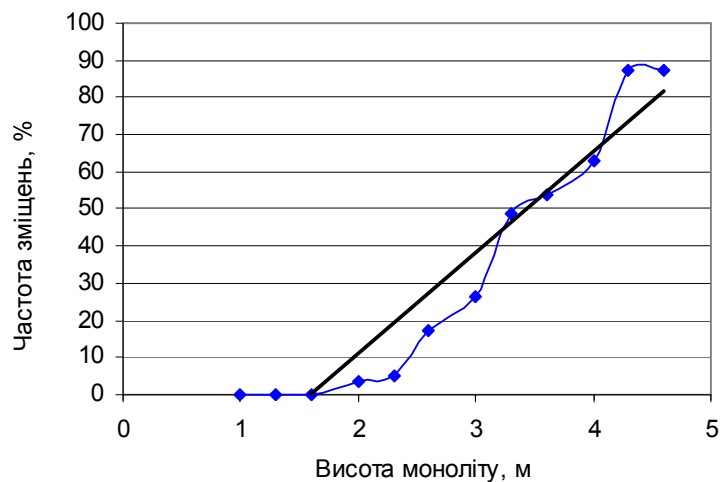


Рис. 3. Графік залежності частоти діагонального відколювання від висоти моноліту для Сліпчицького родовища габро-норитів

Висновки. За наведеними аналітичними залежностями [4, 5, 6] і графіками [1, 2, 3] бачимо, що розколювання гідроклинами монолітів відбувається без небажаних діагональних відколів при їх максимальній висоті 1,5–2,0 м, при цьому витримується співвідношення довжини закладного клину до висоти моноліту, що розколюється, в межах 1:3÷1:4.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Ржевский В.В. Процессы открытых горных работ. – М.: Недра, 1978. – 547 с.
2. Бакка Н.Т. Разработка технологии и комплексов оборудования добычи блоков из высокопрочных трещиноватых пород: Дисс. на соискание степени докт. техн. наук. – Житомир, 1986. – 378 с.
3. Синельников О.Б. Добыча облицовочного камня – М.: Издательство РАСХН, 2005. – 245 с.
4. Болат Оринбаев. Исследование трещинной анизотропии мраморных месторождений с целью выбора рационального направления отбойки блоков при добыче: Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Алма-Ата, 1974. – 25 с.

КІСЄЛЬ Олена Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- маркшейдерська справа.

ШОЛОМИЦЬКИЙ Андрій Аркадійович – доктор технічних наук, професор кафедри геоінформатики і геодезії Донецького національного технічного університету.

Наукові інтереси:

- фотограмметрія;
- маркшейдерська справа;
- ГІС-технології.

Подано 21.05.2008

Кісель О.О., Шоломицький А.А. Залежність частоти діагонального відколювання і втрат декоративного каменю від граничної висоти моноліту при використанні буроклинового методу.

Кисель Е.А., Шоломицький А.А. Зависимость частоты диагонального откалывания и потерь декоративного камня от граничной высоты монолита при использовании буроклинового метода.

Kisyel O.O., Sholomitcky A.A. Depending of diagonally breaking frequency and losses of decorative stone on the monolith boundary height by the using of drill-wedge instrument.

УДК 622.1

Изучение закономерностей образования и формирования потерь при добыче декоративного камня буроклиновым методом / О.О. Кисель, А.А. Шоломицкий

Установлены и обоснованы основные закономерности формирования и развития потерь декоративного камня при использовании буроклинового метода отделения его от массива. А также в результате проведённых исследований была определена оптимальная граничная высота монолита, при которой потери будут минимальными.

УДК 622.1

Depending of diagonally breaking frequency and losses of decorative stone on the monolith boundary height by the using of drill-wedge instrument / O.O. Kisyel, A.A. Sholomitcky

The basic regular dependences of forming and losses development of decorative stone by the using of drill-wedge method for it separate form rock massif are determined and proved. Also by the investigation the monolith boundary height which gives the minimal losses was determined.