

В.В. Коробійчук, к.т.н.,

В.В. Котенко к.т.н.

Житомирський державний технологічний університет

ВПЛИВ БУРОВИХ РОБІТ НА ЯКІСТЬ ПЕРВИННОГО МОНОЛІТУ ПРИ ЙОГО ВІДОКРЕМЛЕННІ ВІД МАСИВУ

Проаналізовані основні технологічні фактори, які призводять до зміни правильної форми первинних монолітів при відділенні їх від масиву методом оббурювання.

Вступ. Механічні і фізико-технічні методи підготовки блочного каменю до виймання майже не змінюють властивості породи, яка розробляється, і тому цим методам надається перевага. Однак якщо брати до уваги матеріальні витрати при видобуванні і продуктивність процесів, звичайно ж вони мають ряд недоліків. Це пов'язано в першу чергу з високою твердістю і міцністю граніту, який і обумовлює низьку продуктивність і високу вартість робіт по видобуванню гранітних блоків зазначеними методами. Нині бурові роботи набули широкого застосування в більшості методів видобування природного каменю. Вони забезпечують найефективніший видобуток гранітних блоків. Успішне відділення первинного моноліту від масиву залежить від правильності буріння.

Постановка проблеми. Аналіз сучасного стану видобувних технологій скельних блоків і ефективність використання енергії на відокремлення свідчать, що в цьому питанні є багато недосліджених питань. А саме: не розв'язані такі важливі задачі, як запобігання блоків, які відокремлюються, від ураження енергією вибуху і збереження монолітності каменю, зменшення нерівностей відколу поверхні відокремлення монолітів, недостатня ефективність дії існуючих конструкцій зарядів і відсутність методів керування зміщенням блоків в горизонтальній площині, що призводить до значних втрат якості сировини і потребує додаткових витрат часу і ручної праці. При цьому значно ускладнюється організація технологічного процесу.

Аналіз досліджень і публікацій. Дослідженнями в області підготовки блочного природного каменю до виймання і підвищення ефективності бурових робіт присвятили свої праці: М.Т. Бакка [1, 2, 3], А.І. Косолапов [4], Г.Д. Першин [5], С.І. Подойніков [6], Б.Р. Ракішев [7], В.В. Ржевський [8], О.Б. Синельников [9] та інші.

Дослідження авторів з даної тематики виконувались з метою визначення раціональних методів і оптимальних параметрів бурової технології видобування скельних блоків.

Викладення основного матеріалу дослідження. При відділенні первинного моноліту від масиву ніщо не повинно заважати його просуванню. Будь-які перешкоди на шляху переміщення приводять до псування матеріалу і масиву, що видобувається. Тому кут між боковими площинами, які відокремлюються, має завжди перевищувати 90° .

Технологічна необхідність при бурінні шпурів вимагає вертикальні шпури торцевої сторони бурити під кутом $3-7^\circ$ з нахилом щодо вертикалі у бік масиву, а горизонтальні шпури – під кутом $1-3^\circ$ відносно горизонталі (рис. 1).

Крім того, горизонтальні похилі шпури ($1-3^\circ$) забезпечують рівну поверхню уступу. Якщо бурити горизонтальні шпури без нахилу, на уступі утворюється сходинка, оскільки мінімальна висота від точки стояння верстата до точки буріння складає $6-15$ см, то декілька таких сходинок будуть утворювати перешкоди для проїзду транспортних засобів. Нерівності, що утворюються при похилому бурінні, заповнюються шламом і штибом, поверхня уступу вирівнюється і стає придатною до руху по ньому вантажних і транспортних засобів.

Разом з тим похилі горизонтальні шпури створюють певні труднощі при видобуванні монолітів. Ці труднощі пов'язані з підвищенням зусиль, які витрачаються на відколювання моноліту від масиву. Тому буріння похилих вертикальних шпурів взаємопов'язано з похилими горизонтальними шпурами.

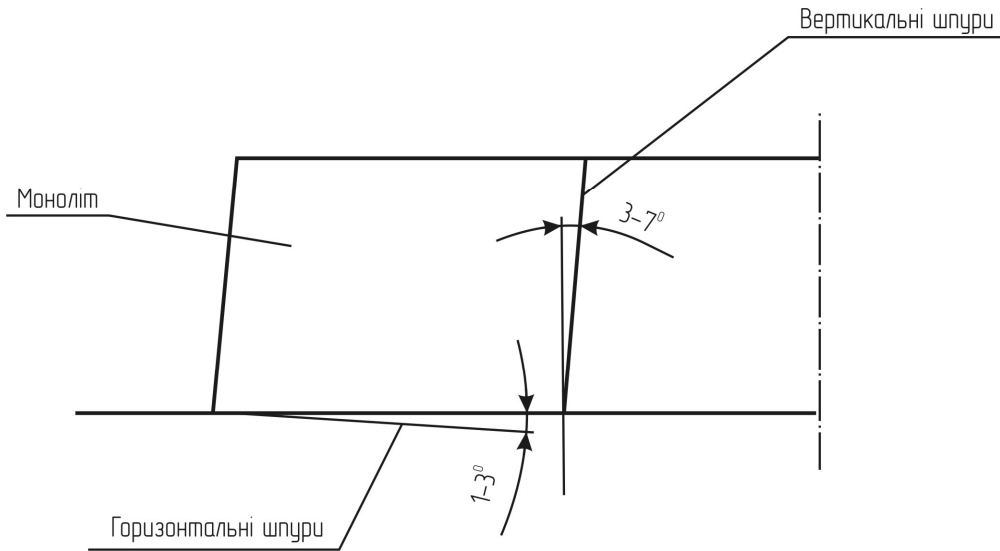


Рис. 1. Схема розміщення вертикальних і горизонтальних шпурів

Проаналізуємо далі схеми відокремлення моноліту від масиву (рис. 2) з точки зору зусиль відриву, які виникають у площині відколу при відокремленні моноліту.

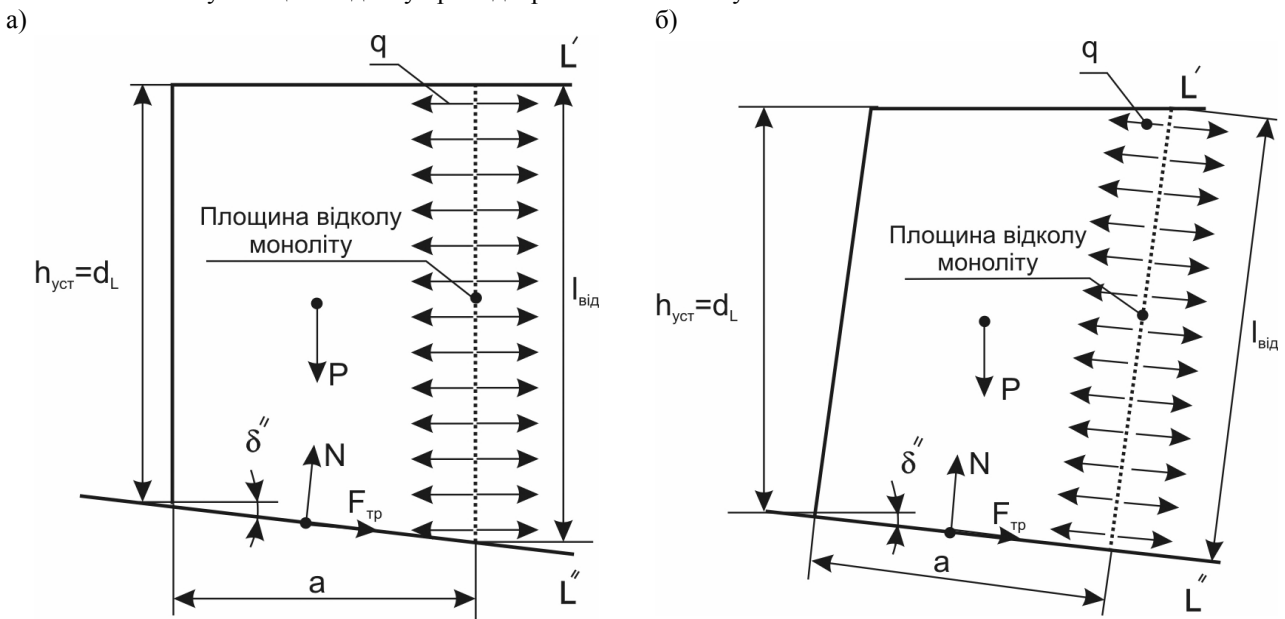


Рис. 2. Схема розподілу зусиль в масиві при відокремленні моноліту від масиву:
 а) у вертикальній площині;
 б) у площині, перпендикулярній пластовій тріщині

При застосуванні буровибухових технологій відокремлення моноліту від масиву роботи організують таким чином, щоб вибухом посунути моноліт від масиву. У цьому випадку для відокремлення моноліту від масиву необхідно прикласти зусилля для відколу моноліту і посунання моноліту.

Згідно зі схемами розподілу сил (рис. 2, а, б), загальне зусилля на відокремлення і посунання моноліту від масиву становить

$$Q_{заг.} > \frac{Q_{відр.}}{\cos \delta''} + Q_{мп.}, \quad (\text{рис. 6, а}); \quad (1)$$

$$Q_{заг.} > Q_{відр.} + Q_{тр.}, \text{ (рис. 6, б),} \tag{2}$$

де $Q_{заг.}$ – загальне зусилля, прикладене для відокремлення і посування моноліту від масиву;

$$Q_{відр.} = q \cdot l_{відр.} \text{ – зусилля на відокремлення моноліту від масиву;}$$

q – розподілене вибухове навантаження на відокремлення моноліту від масиву;

$$Q_{тр.} = F_{тр.} = f \cdot N \text{ – зусилля на подолання сили тертя при посуванні моноліту від масиву;}$$

f – динамічний коефіцієнт тертя, що визначається особливостями поверхні, в даному випадку заповнювачем тріщини;

$N = P \cdot \sin \delta''$ – нормальна реакція поверхні пластової тріщини на відокремлюваний моноліт;

P – вага відокремленого моноліту.

Як видно з формул (1) і (2), при інших рівних параметрах у першій схемі відокремлення (рис. 2, а) необхідно створити більші зусилля на відокремлення моноліту від масиву і, як видно, ці зусилля обернено пропорційні косинусу кута падіння пластової тріщини. Графічно залежність коефіцієнта збільшення зусилля відриву від кута падіння пластової тріщини представлена на рис. 3.

Крім того, при відокремленні монолітів від масиву у вертикальній площині при наявності кута падіння пластової тріщини досить часто спостерігається явище, коли в результаті вибуху буде відколнуватися кут нижньої грані затисненого моноліту, що, в свою чергу, веде до збільшення втрат сировини.

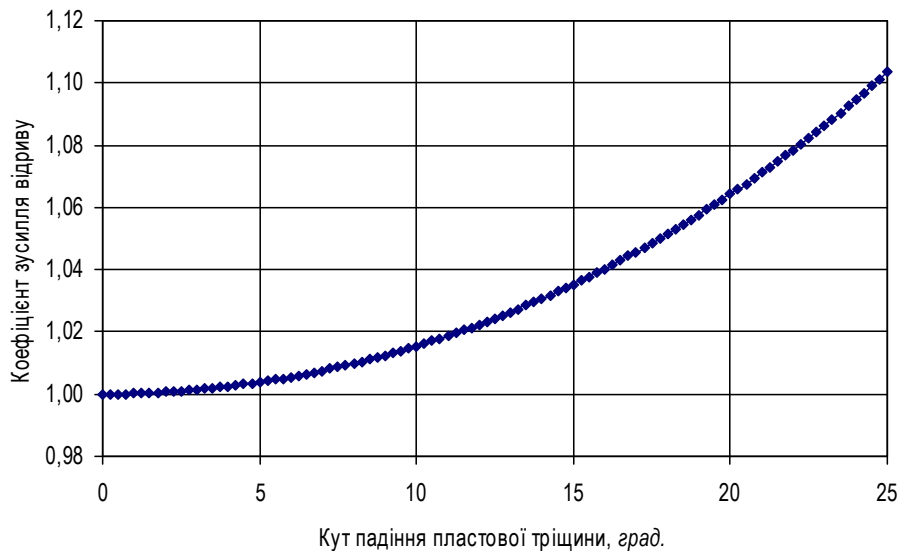


Рис. 3. Графік залежності коефіцієнта зусилля відриву від масиву від кута падіння пластової тріщини

Отже, узагальнюючи отримані вище результати, можна зробити висновок, що відокремлення монолітів у площині, перпендикулярній до пластових тріщин, є технологічно ефективнішим, що потребує менших зусиль на відокремлення і посування монолітів від вибою.

Розглянемо випадок, коли верхній і нижній майданчики видобувного уступу утворені похилими пластовими тріщинами. У цьому випадку відокремлення також можна виконувати двома схемами (рис. 4).

При відокремленні монолітів за схемою рис. 4, а (за умови $\delta' \approx \delta''$) будуть спостерігатися втрати декоративного каменю за рахунок кутів падіння пластових тріщин верхнього і нижнього майданчиків, які можна оцінити коефіцієнтами виходу блоків і втрат, що визначаються за формулами (3) і (4):

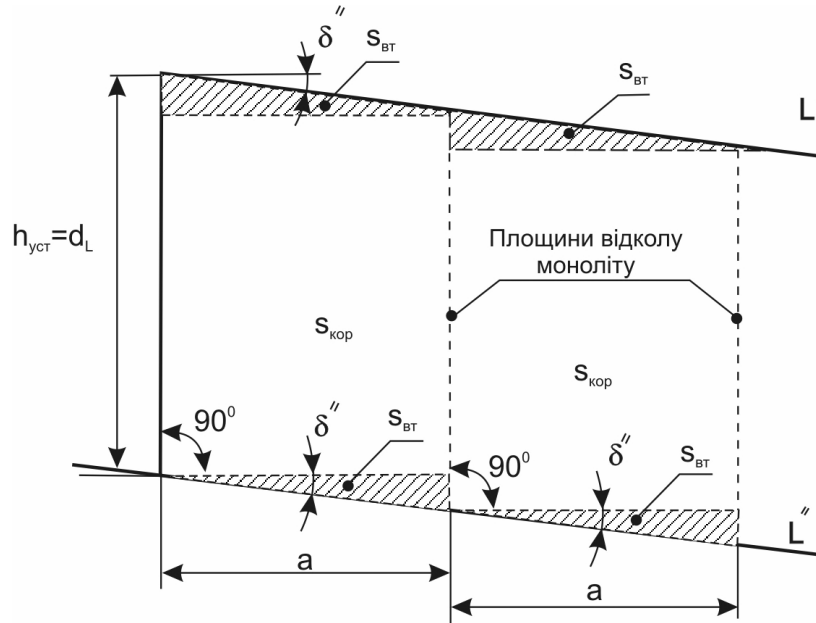
$$k_{вих.} = \frac{S_{кор.}}{S} = \frac{(h_{уст.} - a \cdot \sin \delta'') \cdot a}{(h_{уст.} - a \cdot \sin \delta'') \cdot a + a^2 \cdot \text{tg} \delta''} = \frac{h_{уст.} - a \cdot \sin \delta''}{h_{уст.} - a \cdot \sin \delta'' + a \cdot \text{tg} \delta''}, \tag{3}$$

$$k_{em.} = \frac{S_{em.}}{S} = \frac{a^2 \cdot \text{tg} \delta''}{(h_{уст.} - a \cdot \sin \delta'') \cdot a + a^2 \cdot \text{tg} \delta''} = \frac{a \cdot \text{tg} \delta''}{h_{уст.} - a \cdot \sin \delta'' + a \cdot \text{tg} \delta''} \quad (4)$$

де $S_{кор.} = (h_{уст.} - a \cdot \sin \delta'') \cdot a$,

$$S_{em.} = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot a \cdot a \cdot \text{tg} \delta'' = a^2 \cdot \text{tg} \delta''.$$

а)



б)

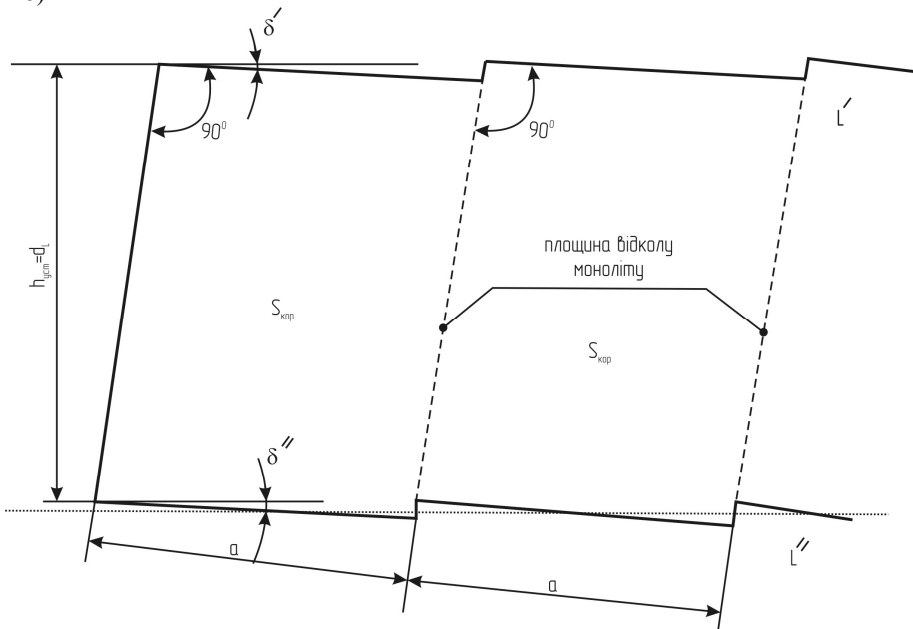


Рис. 4. Схема відокремлення моноліту від масиву:
а) у вертикальній площині;
б) у площині, перпендикулярній пластовій тріщині

Графічно залежність (3) буде аналогічна графіку (рис. 3), тільки прямі будуть мати крутіший нахил за рахунок додаткових втрат у верхній частині моноліту.

Особливу увагу приділяють при видобуванні первинного моноліту з двома вільними площинами. У цьому випадку необхідно максимально використовувати природні тріщини. Якщо існує горизонтальна

тріщина, її використовують як площину оголення або поділу; при її відсутності необхідно бурити горизонтальні шпури на глибину, яка дорівнює висоті уступу.

Коли існує одна вертикальна тріщина, необхідно бурити вертикальні і горизонтальні шпури, як показано на рис. 5.

Якщо в масиві є вертикальні та горизонтальна природні тріщини, то оббурюється тильна та бокова сторони вертикальними шпурами (рис. 6).

При трьох вертикальних тріщинах буряться лише горизонтальні шпури (рис. 7).

Коли відсутні тріщини моноліт оббурюється у всіх напрямках (рис. 8).

Як видно з рис. 5–8, моноліт, який відокремлюється від масиву, має косокутну форму за рахунок бокових граней. Це пов'язано з технологічною необхідністю, яка дає можливість уникнути заклинювання моноліту в масиві.

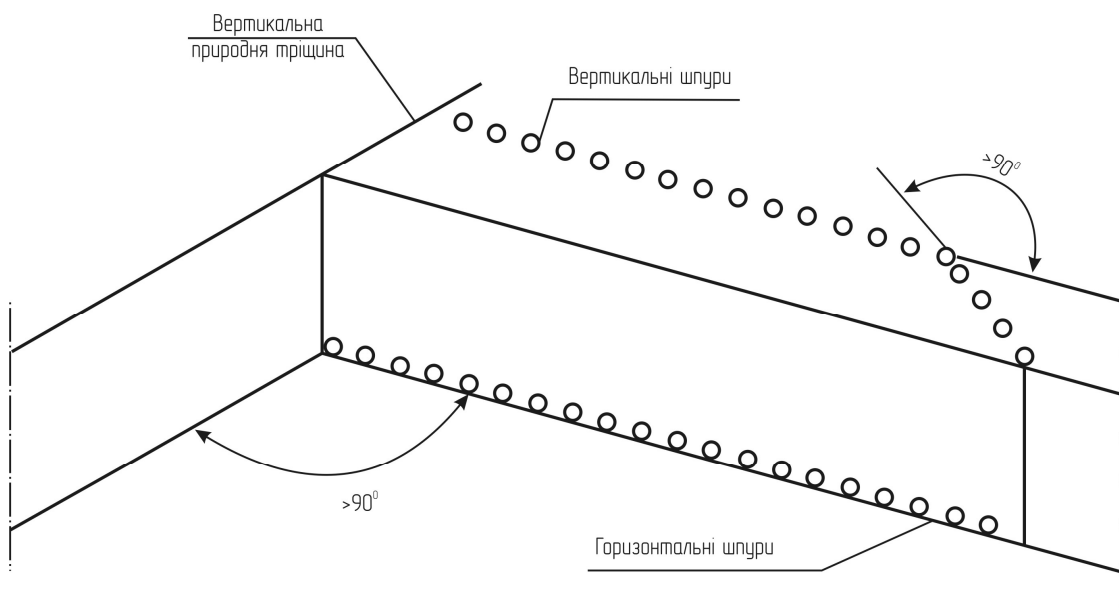


Рис. 5. Схема оббурювання моноліту при одній вертикальній тріщині

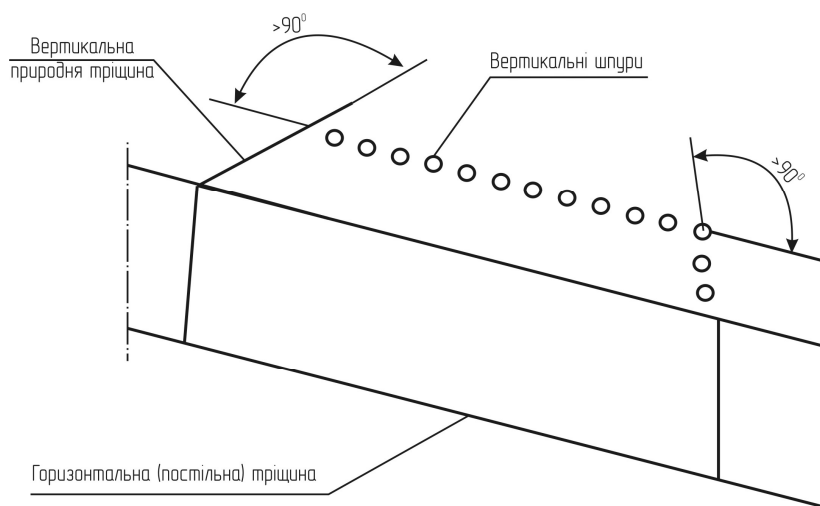


Рис. 6. Схема оббурювання моноліту при вертикальній та горизонтальній тріщинах

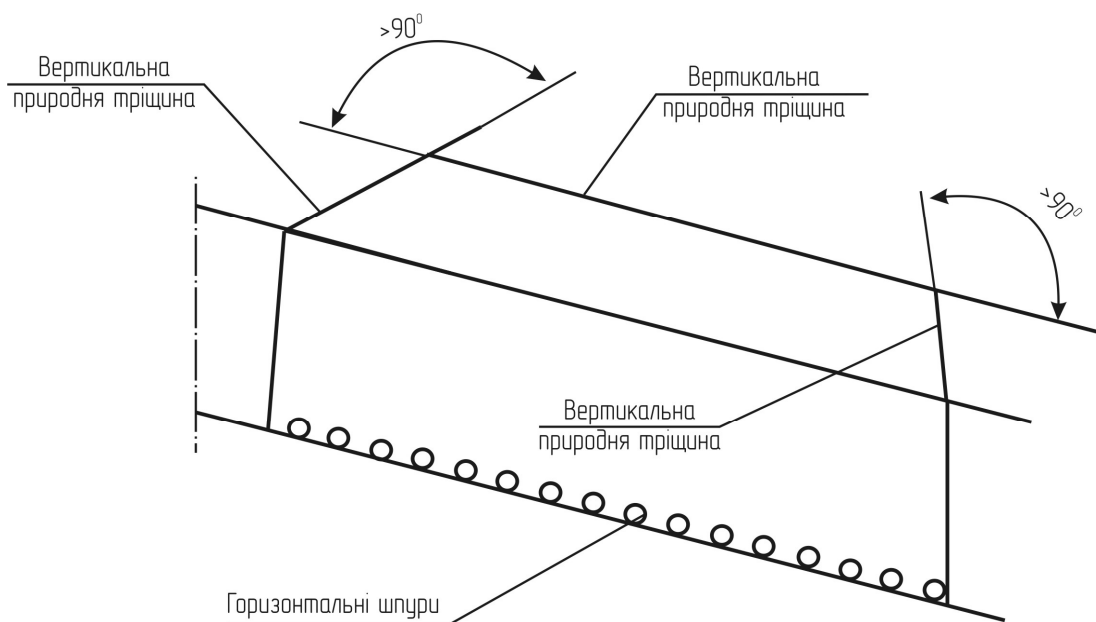


Рис. 7. Схема оббурювання моноліту при трьох вертикальних тріщинах

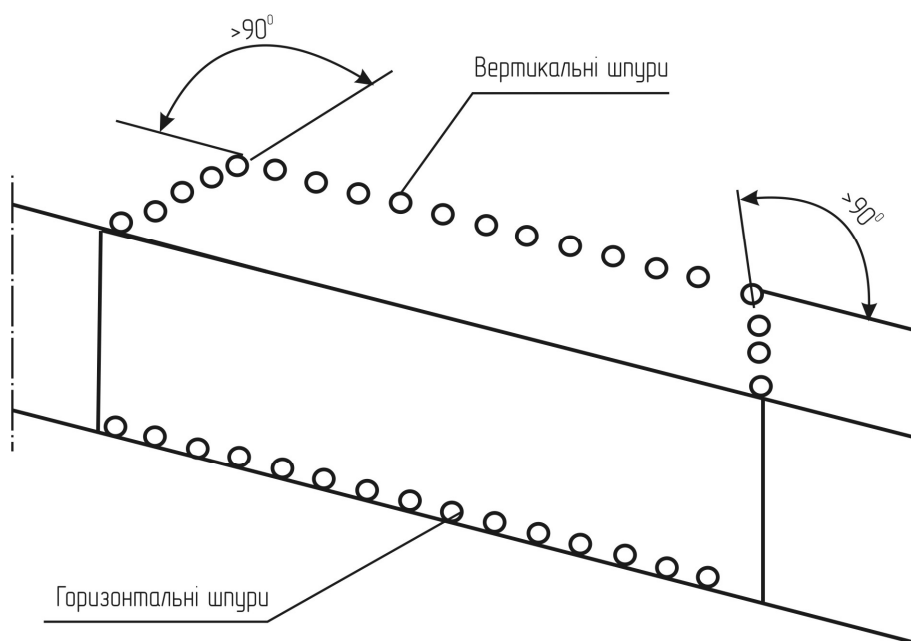


Рис. 8. Схема оббурювання моноліту при відсутності тріщин

При бурінні вертикальних шпурів необхідно, щоб шпури не перетинали горизонтальну площину відділення. При оббурюванні первинного моноліту вертикальні шпури недобурюються на 10–20 см, а горизонтальні – на 15–30 см. Надглибокі шпури порушують цілісність масиву і утворюють небажані тріщини.

Зазвичай відрив горизонтальної площини відбувається легше, ніж вертикальної. Тому відстань між вертикальними шпурами менше (15–40 см), ніж між горизонтальними шпурами (20–50 см).

Якщо шпури розташовані не в одній площині по відношенню один до одного, відбувається руйнування як моноліту, так і масиву. Одиночні відхилення шпурів призводять до утворення тріщин, площина яких змінює напрям заданої площини відколювання, особливо по довгій лінії розшарування.

Якщо лінія вертикальних шпурів направлена на вільну поверхню, то посередині відстані між останнім шпуром і вільною поверхнею пробурюється додатковий шпур, який не заряджається, але дає правильне відколювання.

Перед початком буріння необхідно ретельно очистити поверхню моноліту за допомогою струменя

повітря або механічними засобами. Після цього лінію розділення чітко позначають фарбою або крейдою. На місцях передбачуваних точок буріння фарбою фіксують необхідну глибину буріння для кожного шпура, особливо, якщо рельєф поверхні уступу нерівний. З одного місця стояння бурового верстата можна бурити 2–3,5 м лінії шпурів.

Поверхня відокремленого первинного моноліту очищається, після чого досліджується розташування дефектів каменю і зон з кольорами і опеньками, що змінюються. Потім намічають нові лінії розділення з урахуванням однорідності каменю, дефектів і розмірів товарних блоків.

На кінцевих стадіях розділення монолітів на блоки шпури буряться на відстані 15–30 см один від одного з недобуром 5–15 см, при цьому зазвичай питомі бурові роботи складають 5–15 м/м³ буріння.

Таким чином технологія відокремлення первинного моноліту за допомогою оббурювання обумовлена порушенням його правильних геометричних розмірів, яке залежить від кута нахилу шпурів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Бакка Н.Т., Ильченко И.В.* Облицовочный камень. Геолого-промышленная и технологическая оценка месторождений: Справочник. – М.: Недра, 1992. – 303 с.
2. *Бакка Н.Т.* Разработка технологий и комплексов оборудования добычи блоков из высокопрочных трещиноватых пород: Диссертация на соискание ученой степени д-ра техн. наук. – М.: Фонды МГИ, 1987.
3. *Карасев Ю.Г., Бакка Н.Т.* Природный камень. Добыча блочного и стенового камня. – Санкт-Петербургский горный ин-т, 1997. – 428 с.
4. *Косолапов А.И.* Технология добычи облицовочного камня. – Красноярск: КГУ, 1990. – 192 с.
5. *Першин Г.Д., Пшеничная Е.Г., Северин Е.В.* Процесс разрушения массива при шпуровой добыче блочного камня. – Добыча, обработка и применение природного камня. – Магнитогорск, 2004. – С. 92–102.
6. *Подойников С.И.* Исследование технологии добычи штучного камня на гранитных месторождениях с целью увеличения производительности карьеров (на примере карьеров Ленинградской области): Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – Ленинград, 1977. – 18 с.
7. *Ракишев Б.Р., Бабин Ю.Н., Шерстюк Б.Ф., Бобович В.С.* Техника и технология добычи гранитных блоков. – М.: Недра, 1989.
8. *Ржевский В. В.* Открытые горные работы: в 2 ч. Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М., Недра, 1985. – 549 с.
9. *Синельников О.Б.* Природный облицовочный камень. Часть I. Облицовочные камни: Учебное пособие. – М.: МГТУ, 2000. – 362 с.

КОРОБИЙЧУК Валентин Вацлавович – кандидат технічних наук, доцент кафедри геотехнологій ім. проф. Бакка М.Т. Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- комп'ютерні технології.

КОТЕНКО Володимир Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- маркшейдерська справа.

Подано 17.10.2008

Коробийчук В.В., Котенко В.В. Вплив бурових робіт на якість первинного моноліту при його відокремленні від масиву

Коробийчук В.В., Котенко В.В. Влияние буровых работ на качество первичного монолита при его отделении от массива

Korobeychuk V.V., Kotenko V.V. Some questions on conducting of boring works at boring drilling of primary monolith

УДК 622

Влияние буровых работ на качество первичного монолита при его отделении от массива / В.В. Коробийчук, В.В. Котенко

Проанализированы основные технологические факторы, которые приводят к изменению правильной

формы первичных монолитов при отделении их от массива методом оббуривания.

УДК 622

Some questions on conducting of boring works at boring drilling of primary monolith / V.V. Korobeychuk, V.V. Kotenko

Basic technological factors which boring drilling to the change of regular shape of monoliths at the separation of them from an array by the method of boring drilling are analysed.