

## РОЗРОБКА КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 622.1

С.В. Кальчук, к.т.н., доц.  
О.В. Лукашук, аспір.

Житомирський державний технологічний університет

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ХІМІЧНИХ  
ГАЗОГЕНЕРАТОРНИХ ПАТРОНІВ ПРИ ВИДОБУВАННІ  
ОБЛИЦЮВАЛЬНОЇ СИРОВИНИ

*Виконано аналіз та теоретичні узагальнення впливу відомих способів відокремлення каменю на масив порід. Визначено резерви підвищення ККД використання хімічних газогенераторних патронів. Запропоновано шляхи визначення оптимальних параметрів найбільш ефективного їх застосування на родовищах облицювального каменю.*

**Вступ.** Житомирщина, поруч з іншими гірничодобувними регіонами України, вирізняється величезними запасами природного декоративного та облицювального каменю.

Існуючі технології видобування облицювальної сировини на родовищах житомирської області здебільшого є застарілими. Особливо це стосується способів відокремлення моноліту від масиву. Саме даний етап технології видобування є визначальним для вартості, та, головне, якості сировини. Від способу виконання відокремлення та параметрів залежить те, на скільки збереже свої технологічні властивості видобутий камінь.

**Вивченість питання.** На даний час існує і знайшла своє застосування значна кількість різноманітних способів відколу, серед яких основними є такі: буровибуховий, гідро-клиновий, буро-клиновий, спосіб з використанням НРЗ (невибухових руйнуючих засобів), спосіб з використанням газогенераторних патронів [1].

Спільною рисою перелічених способів є те, що вони ґрунтуються на прикладенні сили до стінок шпурів з метою створення розтягуючих напружень по одній лінії відколу в масиві.

Однак відмінності їх полягають у природі самих сил, що спричиняють ці напруги.

Умовно їх можна поділити на два типи: механічні (тиск забитих у шпурі дерев'яних клинів, бічний тиск робочого органу гідроклинів) та хімічні (тиск газів, утворених при реакції горіння вибухової речовини; тиск речовини при дегідратації).

Окрім корисної дії відколу, ряд способів відокремлення характеризується руйнівною дією на масив каменю.

Негативна дія найвища у вибухових способах відокремлення, а найнижча – у буроклинового. Кожен спосіб, окрім технологічних умов та особливостей використання, характеризується тривалістю дії сили, яка спричиняє розкол каменю.

Якщо розкласти усі способи за часом дії відокремлюючих сил на масив (рис. 1), то спостерігається зворотна тенденція при зменшенні часу дії сили збільшення шкідливої руйнуючої дії на масив.

Виконаний аналіз ряду технологій та літературних джерел свідчать про те, що до теперішнього часу в Україні не проводились дослідження з пошуку шляхів визначення оптимальної швидкості протікання реакції хімічних газогенераторних патронів та параметрів їх застосування на основі врахування властивостей каменю.

**Мета досліджень** – визначити шляхи та способи підвищення ефективності використання хімічних газогенераторів тиску при відокремленні каменю від масиву.

**Основний зміст результатів досліджень.** Однією з основних динамічних характеристик каменю при розколюванні, є залежність міцності від швидкості деформації. Згідно з основними законами геомеханіки [2] динамічна міцність відповідає залежності, вказаній на рис. 2.

В області I динамічна міцність породи співпадає зі статичною міцністю (рис. 2). У відповідності до графіка, починаючи від значення швидкості  $\varepsilon_1$ , спостерігається стрімке пропорційне збільшення короточасної динамічної міцності породи (область II), завдяки збільшенню ролі макроскопічного механізму в'язкості. Оскільки швидкість розвитку тріщин обмежена швидкістю Релея, то коефіцієнт в'язкості не є константою матеріалу, а зменшується зі зростанням швидкості деформації.

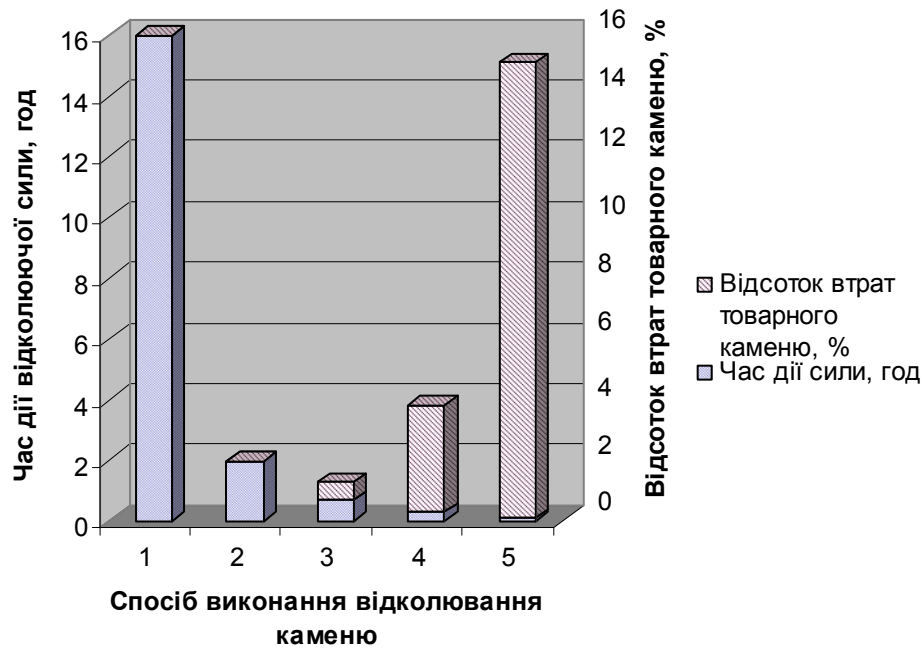


Рис. 1. Порівняльна характеристика способів відокремлення каменю від масиву за часом впливу на масив розколюючої сили:

1 – спосіб з використанням НРЗ; 2 – буроклиновий спосіб; 3 – гідроклиновий спосіб; 4 – спосіб з використанням хімічних газогенераторних патронів; 5 – вибуховий спосіб

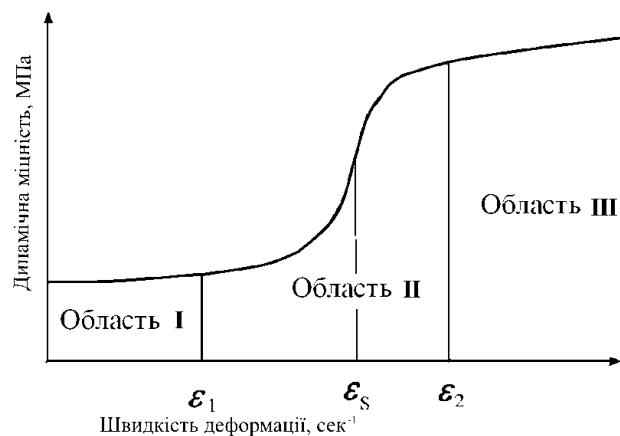


Рис. 2. Графік залежності динамічної міцності породи від швидкості деформації (прикладення зусилля)

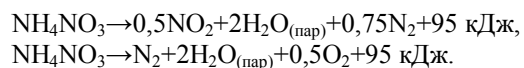
Виходячи з наведеного вище, швидкість прикладення навантаження суттєво впливає на міцність породи до певного значення (область III).

Швидкість прикладення навантаження на стінки свердловини  $v'$ , поруч із значеннями створюваних напружень  $\sigma_{роз}$ , є вирішальними. Значення швидкості прикладення навантажень у даному випадку виступає обмежуючою умовою того чи іншого способу відокремлення для забезпечення максимального ККД розколу [3].

Відповідно вибуховий спосіб має низьку ефективність використання енергії вибуху, оскільки швидкість прикладення навантажень є мінімальною, а динамічна межа міцності при цьому зростає максимально, і відкол відбувається при максимальних тисках у свердловині. Значна частина енергії вибуху йде на нагрів середовища та руйнування каменю. Більшість із зазначених способів відокремлення має швидкість прикладення навантажень при відколі значно меншу, ніж гранична швидкість динамічних навантажень  $v'$ , а тому в них майже вся енергія йде на розкол каменю. Середнім значенням швидкості прикладення навантажень між вибуховими та невибуховими способами відокремлення характеризується спосіб з використанням хімічних газогенераторів. Швидкість детонації (дефлаграції) останнього значно

менша, порівняно з вибуховим способом, однак швидкість наростання навантаження при реакції є такою, що перевищує швидкість, при якій динамічна межа міцності починає зростати. Головною проблемою використання газогенераторів є зменшення швидкості протікання реакції за рахунок підбору оптимального співвідношення компонентів хімічної суміші.

Ефективність дії газогенераторних патронів (ГП) на пряму залежить від хімічної суміші, що входить до їх складу. ГП повинні мати низьку температуру та малу швидкість горіння. Як основні компоненти в них використовують високоазотисті напіввибухові речовини, які при горінні не дають твердого залишку. Основним компонентом газогенераторної суміші є аміачна селітра ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), вона є найбільш дешевою хімічною речовиною, що виготовляється в масових масштабах. При розкладанні нітрату амонію, залежно від умов, в яких протікає процес, одержують різні газоподібні продукти [4]:



Для регулювання швидкості протікання реакції як каталізатор доцільно використовувати солі шестивалентного хрому  $(\text{NH}_2)_2\text{Cr}_2\text{O}_2$ .

Теплота горіння газогенераторної суміші визначається на основі закону Гесса.

На сьогодні відомі декілька розробок засобів так званого повільного або м'якого підривання, де застосовується понижена швидкість детонації або явище дефлаграції.

Американські розчини нітрату амонію з домішками органічного палива (ANFO), що випускаються з різними складами суміші, й відповідно з різними властивостями. Досить прості і безпечні у використанні, є можливість механічного автоматизованого заряджання, але виникають певні труднощі, якщо стоїть волога погода або шпури обводнені (через значну гігроскопічність цих засобів).

У Росії в дослідно-промисловому порядку федеральним державним унітарним підприємством "Новосибірський завод "Іскра" випускають заряди м'якого підривання (ЗМП-10-2; 3).

Заряд ЗМП-10-2 складається зі детонуючого шнура середньої потужності з лінійною вагою ВР (ТЕН) 10 г/м, що розміщується в центрі, та оболонки із вибухової речовини фугасної дії – аміачної селітри з лінійною масою 138–141 г/м у суміші з вугіллям – 9–12 г/м.

В Україні на багатьох кар'єрах блочного каменю застосовують хімічні генератори тиску "Літокол", принцип дії яких базується на явищі дефлаграції газогенеруючої суміші з виділенням великої кількості газів, які працюють на відкол моноліту або блока.

Хімічний генератор тиску "Літокол" являє собою полімерний циліндричний корпус, закритий з обох боків полімерними корками, які забезпечують герметизацію внутрішньої порожнини корпусу. В середині розміщена газогенеруюча суміш та пускач електричний.

#### Висновки:

1. При відокремленні каменю від масиву швидкість прикладення розколюючого зусилля впливає на важкість відколу, вона повинна бути такою, при якій динамічна межа міцності на відкол дорівнюватиме статичній межі міцності на відкол, тобто бути мінімально можливою.

2. Хімічні газогенератори тиску дозволяють змінювати значення швидкості наростання тиску газу в свердловині та, разом з цим, швидкість навантаження. З огляду на це потрібно здійснити ряд подальших досліджень з: визначення оптимальної хімічної формули та співвідношення компонентів газогенераторів тиску, при яких швидкість реакції була б мінімальною, але достатньою, для відколу каменю; визначити основні параметри розташування шпурів для максимально ефективного використання енергії газогенераторів; дослідити вплив діаметра шпурів на зусилля відколу каменю.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Карасев Ю.Г., Бака Н.Т. Природный камень. Добыча блочного и стенового камня. – С-Пб., 1997. – 428 с.
2. Радионо В.Н., Сизов И.А., Цветков В.М. Основы геомеханики. – М.: Недра, 1986. – 300 с.
3. Смирнов А.Г., Бакка Н.Т. Добыча и обработка природного камня. – М.: Недра, 1990. – 445 с.
4. Шидловский А.А. Основы пиротехники. – М.: Машиностроение, 1973. – 280 с.

КАЛЬЧУК Сергій Володимирович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри геотехнологій імені професора Бакка М.Т. Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- видобування будівельних гірських порід.

ЛУКАЩУК Олександр Вікторович – аспірант кафедри геотехнологій імені професора Бакка М.Т. Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- видобування облицювального каменю.

Подано 17.08.2007