

С.Л. Калюжний, аспір.

Національний технічний університет України "КІП"

ВИКОРИСТАННЯ ГІРНИЧО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВ БЛОЧНИХ РОДОВИЩ ДЛЯ ПОЛЕГШЕННЯ ВІДБІЙКИ МОНОЛІТІВ*(Представлено д.т.н., проф. М.Т. Бакка)*

Результатом виконаних практичних спостережень та теоретичних узагальнень розробки гранітних родовищ Українського кристалічного щита є отримання формули зовнішнього зусилля головних об'ємів тиску при руйнуванні твердих інтрузивних порід в залежності від їх фізичних властивостей і форми.

Вирішальне значення для продуктивної роботи за відділенням монолітів від масиву має правильне використання особливостей геологічної будови родовищ, щоб полегшити подолання сил зчеплення часток породи в площині розколу. Внаслідок наявності систем природних тріщин окремоті, блокові родовища являють собою не монолітний масив, а природну кам'яну кладіння. Тому площини розколу, на яких моноліти відділяються від забою, повинні узгоджуватись із наявністю і розташуванням цих тріщин.

Найбільш сприятливе таке розташування забою, коли основа моноліта, що відколюється вміщується на поверхні горизонтальної тріщини L , а верхня і одна з бічних, більш довгих граней, а також одна з торцевих граней – оголені. Таким чином, відколювання повинно проводитися по другій довгій грані, яку потрібно розташовувати паралельно подовжнім тріщинам S , що співпадає приблизно з напрямом найкращого розколу, а торцеві грані при цьому повинні розміщуватися на поперечних тріщинах Q .

Площини по яких проводиться відколювання монолітів рекомендується називати штучними тріщинами окремоті: s , l , q , d . Тому відділення блоку від масиву впливає із можливості, по площині полегшеного розколу (по "ходу каменя"), що дозволяє значно скорочувати кількість отворів для клинів, тобто підвищувати продуктивність праці. Внаслідок багаторічних спостережень за практикою блочних кар'єрів, виявлений вплив на продуктивність праці з виколювання монолітів розташування площини розколу узгоджено напрямком полегшеного розколу. Для розколювання масиву у напрямі полегшеного розколу s клину можна розташовувати рідше (15 см), в перпендикулярному напрямі q клину потрібно розташовувати частіше (через 10 см), а при відколюванні в діагональному напрямі d ще частіше (через 7–8 см).

Кількість ударів для розколювання монолітів у напрямі найкращого розколу s на 50 % менше, ніж при розколюванні в напрямі q і на 25 % менше, ніж в напрямі під косим кутом до найкращого розколу d . Відповідно і продуктивність кольників при інших рівних умовах буде вищою при відколюванні блоків в забої у напрямку найкращого розколу.

На продуктивність праці при виколюванні монолітів в кар'єрах великий вплив надає розташування гнізд для клинів, які можна виготовляти на горизонтальному майданчику уступу або в грудях уступу вертикально і горизонтально. Останній варіант застосовується при відсутності горизонтальних тріщин або при великій відстані між ними 3–4 м і більше.

Проведені спостереження за роботою в кар'єрах показують, що продуктивність праці з виготовлення гнізд для клинів на горизонтальному майданчику виступу на 18 % вища, ніж при розташуванні їх вертикально в грудях забою, і на 88 % вища, ніж при розташуванні клинових гнізд в горизонтальній площині грудей забою.

Викладені вище теоретичні передумови, спостереження у виробничих умовах підтверджують можливість значного збільшення продуктивності бурово-клинових робіт при правильному використанні особливостей геологічної будови блочних родовищ.

Подолання сил зчеплення між частками масиву при відділенні монолітів від забою в кар'єрах може бути здійснене одним з наступних способів:

- шляхом пробуреного на лінії бажаного розколу рядів шпурів і застосування клинових робіт;
- застосування способу термодинамічного буріння;
- застосування вибухових робіт із використанням металевих вибухових речовин, діючих, як клин.

Збереження міцності, довговічності та блочності масиву найбільш повно забезпечує перший з вищенаведених способів, тобто відділення монолітів від масиву шляхом буріння шпурів і

застосування клинів. При цьому під дією ударного інструмента виникають місцеві напруження стиснення, а також тангенціальні напруження, що спричиняють сколювання часток. Як вказувалося раніше, для руйнування інтрузивних твердих порід блочних кар'єрів необхідно створити напруження 250–300 МПа, а для сколювання тільки 11,6 – 16,3 МПа. При цьому руйнуванні зазнають лише вузькі смуги врубів клипів, шириною 20–40 мм, в самому ж блоці руйнування не виникає.

Для даного способу відділення моноліта від масиву особливо важливо, щоб всі шпурі кожного ряду розташовувалися точно на заданій лінії розколу і знаходилися в одній площині.

Розглянемо принципи ударного буріння і механізм руйнування породи. Незважаючи на те, що питанню ударного буріння шпурів давно приділяється велика увага, до цього часу ще немає загальноприйнятої теорії ударного буріння. Першим і ґрунтовним теоретичним дослідженням ударного буріння шпурів і механізму руйнування породи при цьому процесі була робота професора Успенського. Цінними є також дослідження професорів В.А. Гуськова, М.М. Протодьяконова та інші. Основною метою цих робіт є прагнення збільшити продуктивність буріння шляхом найбільш раціонального процесу руйнування гірських порід.

Процес руйнування крихкого середовища має такі специфічні особливості:

- швидке поширення руйнуючих напружень на поверхні крихкого тіла в сфері дії зусилля (відсутність попередніх пластичних деформацій);
- відсутність закономірності в розподілі напружень в різних точках тіла, внаслідок неоднорідності крихкої середи (первинне руйнування виникає в області тих мікрорайонів неоднорідності, які за формою і розмірами є найбільш слабкими місцями: до них відносяться мікрорайони, що мають найбільшу кривизну поверхні, найбільш великі розміри та найбільш несприятливе просторове орієнтування);
- наявність структурних дефектів (слабих місць), що розташовані не тільки всередині, але й на поверхні тіла.

Виверженим твердим масивам характерні всі особливості, що спостерігаються при руйнуванні крихких тіл. Міцність масивів залежить від неоднорідності напружених станів, під якою розуміється неоднаковість механічних і фізичних властивостей, структурних і текстурних особливостей породи в різних частинах її об'єму. Фізико-механічна неоднорідність виражається:

- у внутрішніх структурних дефектах;
- в наявності залишкових напружень;
- у різному розташуванні кристалічних зерен, що створюють в середовищі різний опір зовнішнім зусиллям.

Найбільше значення в порушенні силового поля мають структурні дефекти (пори, тріщини і включення), які обумовлюють крихкий стан в масивах. Пори і тріщини треба розглядати як вірогідні осередки концентрації перенапруг, наявність яких визначає найбільш ослаблені місця. Крім того, часи сприяють взаємодії з навколишнім середовищем і поглинанню газів або вологи у вигляді пари з атмосфери. Присутність води в масивах знижує його опір до зовнішніх механічних зусиль. Крім цього, саме існування пір в гірських породах створює умови для проникнення леза бура в породу.

Механізм деформації масиву гіпотетично можна представити наступною схемою:

Зона руйнування безпосередньо стикається з тілом, що спричиняє руйнування. У ній напруження, які викликані додатком зовнішніх сил, за величиною перевершують міцні напруження. У зоні руйнування сили зчеплення між частками тіла відсутні. Руйнування відбувається у площинах, що найбільш ослаблені різного роду микротріщинами і порами.

Зона пластичних деформацій характерна як область, де сили, діючі в її межах, не забезпечують руйнування. У пластичній деформації, на думку академіка А.Ф. Йоффе, можна спостерігати дві визначальні стадії:

– **просте ковзання** – паралельні зсуви елементів кристаллографічних ґратів. Ці переміщення відбуваються вздовж певних кристаллографічних площин, причому процес ковзання супроводжується плавним вигином ковзаючих площин кристалів. Чим вище діюче напруження, тим більше число площин бере участь у зсуві елементів.

– **поява уламків в площинах зсуву**. У ході пластичної деформації до явищ трансляції приєднується обертання окремих кристалічних уламків перпендикулярно до напрямку ковзання. У першому наближенні дану фазу напруженого стану можна вважати як контакт

між зоною руйнування і зоною безповоротних деформацій. У контакті останньої зони з областю пружних деформацій передбачається тільки трансляційне ковзання кристалічних пластин. Поступово явище трансляції зустрічаються все менше і, нарешті, затухає, поступаючись місцем пружним деформаціям.

При крупнозернистих структурах контакти зон невиразні. За величиною найменш значна зона руйнування, найбільша – зона пружних деформацій, зона пластичності займає проміжне місце. Найбільшу цікавість викликає зона руйнування, величина якої з достатньою практичною точністю може бути визначена за загальними рівняннями теорії пружності.

Для подальших висновків помічаємо, що місцеві перенапрути при ударі розподіляються за колами, що проходять через точку прикладання зусилля, рис. 1. Точки з однаковими сколюючими напруженнями належать до поверхні цих кіл.

При дії на породу зовнішнього зусилля (циліндричний пуансон), під ним в породі формується об'єм, що являється невід'ємною частиною механізму руйнування. У зв'язку з цим пропонується така послідовність розвитку деформацій:

– пружні деформації (формування головного об'єму тиску, формування сферичних об'ємів матеріалу, що напружений в різних ступенях);

– деформації розділення на частини (відділення головного об'єму тиску, відділення об'єму сколювання та утворення тріщин на поверхні першого сферичного об'єму).

Вважається, що роль головних об'ємів тиску в руйнуванні твердих тіл не залежить від їх фізичних властивостей і форми. Формування головного об'єму тиску відбувається шляхом порушення цілісності тіла зсувами, що проходять по утворюючим поверхням головних об'ємів в умовах всестороннього стиснення:

$$P_i = \frac{\sigma_o \cdot F_o}{\sin \alpha_o - \cos \alpha_o \cdot f_1}, \quad (1)$$

де P_s – тиск інструмента;

α_o – кут нахилу поверхні, що утворює поверхню головного об'єму тиску;

σ_o – тимчасовий опір зсуву на поверхні головного об'єму тиску;

f_1 – коефіцієнт внутрішнього тертя;

F_o – утворююча поверхня головного об'єму тиску.

$$F_o = 3,14 \cdot r \cdot c = \frac{0,785 \cdot d^2}{\cos \alpha_o}, \quad (2)$$

де c – довжина утворюючої головного об'єму тиску.

Таким чином, зовнішнє зусилля повинно дорівнювати:

$$P_s = \frac{0,785 \cdot d^2 \cdot \sigma_o}{\cos \alpha_o (\sin \alpha_o - \cos \alpha_o \cdot f_1)}. \quad (3)$$

Висновком виконаних практичних спостережень на гранітних родовищах Українського кристалічного щита є отримання формули зовнішнього зусилля головних об'ємів тиску при руйнуванні твердих інтрузивних порід в залежності від їх фізичних властивостей і форми.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Карсєв Ю.Г., Бакка Н.Т. Природный камень. Добыча блочного и стенового камня. – Санкт-Петербургский горный институт. СПб, 1997. – 428 с.
2. Рогатин Н.П., Сиренко В.Н., Гайдук Э.Э. Совершенствование техники и технологии добычи блоков природного камня // Экспресс-информация. Серия “Промышленность нерудных и неметаллорудных материалов”. – М.: ВНИИЭСМ, 1982. – Вып. 1.

КАЛЮЖНИЙ Сергій Леонідович – аспірант кафедри геотехнології Національного технічного університету України “КПІ”.

Наукові інтереси:

- фізичні процеси видобування блочного каменю;
- геотехнології.