

УДК 528.5

А.О. Криворучко, асист.

Житомирський інженерно-технологічний інститут

ВПЛИВ ТРІЩИНУВАТОСТІ ТА АНІЗОТРОПІЇ КАМЕНЮ НА ТЕХНОЛОГІЮ ВИДОБУВАННЯ*(Представлено д.т.н., проф. Бакка М.Т.)**Розглянуті основні питання впливу тріщинуватості й анізотропії масиву на технологію видобування каменю та необхідність їх першочергового вивчення.*

Україна з позиції мінерально-сировинних ресурсів – одна з найунікальніших країн Європи. В її надрах сконцентровані майже невичерпні ресурси такої цінної мінеральної сировини, як природний облицювальний та декоративний камінь, сумарні поклади якого становлять понад 500 млн. м³. В нашій державі розвідано близько 300 родовищ природного облицювального каменю, з яких приблизно 140 експлуатують постійно чи тимчасово. В Україні в даний час діє близько 600 підприємств різних форм власності з видобування і обробки природного облицювального каменю, які щорічно видобувають понад 150 тис. м³ блоків та виготовляють приблизно 2 млн. м² облицювальних плит і виробів з каменю.

В Україні видобувають блоки декоративного каменю різної міцності. Однак найбільші обсяги видобування блоків в Україні характерні для високоміцних гірських порід, таких як: граніти, лабрадорити, габро, сієніти, базальти, енербіти тощо. В загальному обсязі видобування блоків природного каменю в Україні блоки з високоміцних порід становлять 60 %. На експорт Україна постачає блоки лише з високоміцних порід. Однак її потенціал залишається без запиту і оцінюється як перспективний.

Наявність в Україні великої кількості родовищ з майже невичерпним запасом природного облицювального каменю і дешевої робочої сили, збільшення потреб ринку в камені створюють сприятливі умови для розвитку каменевидобувної галузі. Розвиток даної галузі дуже важливий для всієї економіки країни, адже налагоджене на науковому рівні видобування блоків облицювального і декоративного каменю буде суттєвим джерелом валютних надходжень держави. Не дивлячись на важливість і необхідність розвитку каменевидобування, стан в даній галузі залишає бажати кращого. Причому якість блоків, які видобувають в Україні, дуже низька. Це можна пояснити тим, що каменевидобувні підприємства недостатньо забезпечені сучасним обладнанням, недосконалістю і одноманітністю технології видобування, відсутністю висококваліфікованих спеціалістів та низьким рівнем механізації працевітких процесів (особливо це стосується переважної кількості малих кар'єрів блокового каменю з продуктивністю до 2–3 тис. м³ блоків на рік, при чому окрім цілого ряду допоміжних процесів на цих підприємствах не охоплені механізацією і основні процеси, наприклад, підготовка блоків до виймання. Про спад видобування свідчить й те, що в порівнянні з 1989 роком видобування декоративного каменю за гірничою масою складало 641 тис. м³, а в 2001 – 140 тис. м³. В даний час спостерігається і диспропорція між розвитком каменеобробки та каменевидобування. Потужність каменеобробних підприємств та їх кількість зростають швидкими темпами, а обсяг видобування сировини (природних блоків) знаходиться на одному і тому ж рівні або зростає дуже повільно, а по значній кількості підприємств навіть зменшується. А от потреба у виробництві товарів народного вжитку і ритуальних виробів з каменю постійно зростає. Не повністю задовольняються потреби й будівельної галузі в окремих архітектурно-будівельних виробках з природного каменю.

Отже склалася парадоксальна ситуація, коли Україна має великий потенціал (наявність великої кількості цінної мінеральної сировини природного облицювального каменю), а каменевидобувна і каменеобробна галузі не вносять значного вкладу в економіку країни.

Не зважаючи навіть й на те, що за останні роки було здійснено значні капіталовкладення в каменеобробку і каменевидобування України, обсяги виробництва і експортні поставки зросли не набагато.

В даний час виникає необхідність інтенсифікувати каменевидобування, підвищити ефективність роботи каменевидобувного технологічного комплексу та покращення якості блоків, які видобувають. Враховуючи фінансову обмеженість вітчизняних підприємств, актуальності набуває оптимізація процесу каменевидобування без суттєвих капіталовкладень. Цього можна досягти внаслідок використання таких природних властивостей масивів облицювального каменю:

- природної тріщинуватості;
- анізотропії.

Однією з характерних особливостей корисної копалини є наявність сильно розвинених систем “планетарних” регіональних тріщин тектонічного походження (природних порушень масиву). В даний час існує декілька класифікацій тріщин гірських порід, з яких найбільшого розповсюдження набули геометрична й генетична. На практиці частіше за все використовують генетичну класифікацію Р.Болка, що оснований на класифікаційних ознаках Г.Клооса, відпо-відно до якої тріщини поділяють на поздовжні S, поперечні Q, діагональні D і первинно-пластові L. Відповідно до геологічних звітів вертикальні регіональні тріщини мають протяжність, що досягає декількох сот метрів і більш прямолінійну, слабо хвилюву

чи злегка ламану траєкторію, вертикальне чи досить круте падіння. Пологі тріщини мають прямолінійну, хвилеподібну чи куполоподібну поверхню й кути падіння в межах 0–12°. Системи вертикальних тріщин з крутим падінням і пологих тріщин мають взаємне орієнтування, при якому масив порід родовища розбитий (розділений) на крупні структурні блоки (окремість), що за своєю формою наближаються до прямокутно-паралелепіпедних. Крім регіональних, на родовищах існують й інші види тріщини. Серед них найбільш розповсюджені внутрішньоблокові тріщини, що обмежені регіональними та зменшують розміри природних окремістей.

Як і необхідно було очікувати, степінь тріщинуватості зменшується з глибиною. Розташування всіх тріщин, за виключенням діагональних, підпорядковане певній закономірності, яка властива магматичним породам.

Характер тріщинуватості, її інтенсивність і елементи залягання визначають форму і розміри структурних блоків, а отже і ставлять в залежність від названих параметрів вибір напрямку фронту гірничих робіт, технології видобування та формування технологічного комплексу, що і обумовлює необхідність, важливість і першочерговість вивчення тріщинуватості та її основних параметрів.

Необхідно зазначити й те, що тріщини розташовані неоднорідно, тобто масиви більшості родовищ природного каменю відрізняються неоднорідністю структури сітки тріщин, що і обумовлює відмінність ділянок цих родовищ по блочності масиву, при чому зони підвищеної блочності не співпадають по горизонталі. Дана особливість обумовлює необхідність вивчення та встановлення закономірності розподілення природної блочності масиву на конкретних ділянках і на кожному горизонті зокрема.

Як показує практика та аналіз методів, які використовують для вивчення тріщинуватості та блочності, найбільш ефективними для кар'єрів блочного каменю є статистичні й гірничо-геометричні методи, а саме:

- масові вимірювання тріщин у вибоях і відслоненнях з інструментальною прив'язкою і наступним опрацюванням, складанням планів, карт і діаграм тріщинуватості;
- вивчення тріщинуватості за допомогою колонкового буріння свердловин з наступною побудовою геологічних колонок;
- безпосереднє вивчення (споглядання) за виходом блочної продукції з кар'єру;
- спостереження і вивчення мікро- і макротріщинуватості каменю при його видобуванні та переробці на продукцію.

Дані методи зручні тим, що вони:

- широко висвітлені в науковій літературі й тому легко зіставляти одержані результати досліджень з літературними даними;
- дають можливість виконувати безпосередні вимірювання елементів залягання тріщин, їх розбраківку і планову маркшейдерську прив'язку без суттєвих витрат;
- вже мають необхідну основу, оскільки вже наявна велика кількість матеріалів по свердловинах колонкового буріння, що була зібрана при детальній та експлуатаційній розвідках родовища;
- не потребують суттєвих витрат при безпосередньому вивченні тріщинуватості каменю в процесі його видобування і переробки на продукцію.

Отже родовища, що досліджувались, відрізняються неоднорідністю структури мережі тріщин, що і обумовлює відмінність ділянок цих родовищ по блочності масивів, а отже і вказує на недоцільність використання тільки одного способу видобування (технології і технологічного комплексу) для різних ділянок масиву. Тому поряд з вивченням тріщинуватості масиву виникає необхідність встановлення оптимальних способів відпрацювання товщі масиву для конкретних ділянок.

Ефективність використання того чи іншого способу відділення монолітів можна контролювати завдяки дослідженню якості розколювання каменю в заданій площині, реакції порід на техногенну дію, що виникає в процесі видобування блоків, та аналізу економічних показників.

Встановлено, що для ділянок з високою блочністю масиву найбільш оптимальним є використання невибухових і комбінованих способів видобування блоків з застосуванням НРЗ (невибухових руйнуючих засобів) і зменшених зарядів ДП (димного пороху). При невибуховій технології моноліти, в яких наявні природні пологі тріщини, відділяють від масиву тільки в вертикальних площинах за допомогою НРЗ, установок суцільного буріння та нарізання щілин канатопильними установками. При відсутності на флангах моноліту, який відділяють, вільної поверхні чи явно вираженої тріщини їх штучно формують. Для лабрадориту, як показує досвід, необхідно створювати фронтальні щілини (за допомогою вказаних установок) навіть при наявності природних тріщин у зв'язку з слабо вираженими анізотропними властивостями лабрадоритових масивів. Переміщення монолітів від вибоїв необхідно здійснювати тяговою лебідкою або гідродомкратами, або пневмоподушками з еластичним армуванням тканини. Дані способи видобування блоків дуже ефективні на ділянках масиву з підвищеною блочністю. Причому на даних ділянках необхідно здійснювати видобування за двостадійною схемою. При цьому продуктивність зростає на 20–60 %, а коефіцієнт виходу блоків збільшується на 30–50 %. Видобуті блоки за вказаною методикою характеризуються правильною формою, відсутністю штучних макро- і мікротріщин.

За відсутністю пластових регіональних тріщин (чи при хвилеподібній формі даних тріщин) на ділянках з підвищеною блочністю для створення постільних штучних тріщин найкращим є використання канатопильних установок з канатом армованими алмазними сегментами. При створенні даною установкою штучних щілин продуктивність її буде максимальною, а витрати інструменту мінімальні при видобуванні основних порід.

При відсутності канатопильних установок, установок суцільного буріння для створення горизонтальних щілин можна запропонувати наступну методику ведення видобувних робіт. Відділення моноліту від масиву виконують у вертикальній і горизонтальній площинах при обов'язковій наявності флангових тріщин, щілин чи площини відслонення. У вертикальній площині відділення моноліту виконують за допомогою НРЗ і зменшених зарядів ДП, а штучне формування пластових тріщин здійснюють за допомогою зарядів ВР. При цьому магістральну вертикальну тріщину створюють за допомогою НРЗ, а ДП використовують тільки для наступного посування моноліту від масиву (розширення штучної щілини).

При дотриманні даних рекомендацій можна уникнути техногенного руйнування масивів основних порід і мінімізувати поширення мікротріщин вглиб блока (за даними вимірювань дана величина не перевищує 0,05 м).

Анізотропія, тобто різноманітні властивості за різноманітними напрямками, – це основна характерна особливість кристалічних порід. Як вже було відмічено, масив гірських порід в своїй більшості характеризується наявністю сильно розвинутої упорядкованої тріщинуватості, причиною якої і є анізотропність його будови.

Встановлено, що для забезпечення високопродуктивного видобування блоків відповідної якості, необхідно при експлуатації родовища враховувати природну властивість порід, таку як анізотропія, тобто неоднакову здатність порід розколюватися за різними напрямками.

Протягом довгого часу спеціалістами ПО “Житомирнерудпром” вивчався взаємозв'язок габро-норитів та лабрадоритів з їх структурно-текстурними особливостями для одержання оптимальних напрямів лінії розколу каменю і зниження працевитрат при видобуванні блоків. Досліди проводилися по породах з різними структурно-текстурними характеристиками. Лінії полегшеного розколу каменю для всіх родовищ, що досліджувались, мають близьке азимутальне розташування, що обумовлене напрямом течії магми по всьому кристалічному щиту.

За результатами досліджень встановили, що для:

- головинських лабрадоритів найбільш слабка спайність мінералів проявляється між кристалами плагіоклазу і піроксену, форми яких витягнуті в напрямі північного заходу і південного сходу;
- сліпчицьких габро-норитів – між кристалами плагіоклазу і зернами піроксену, які орієнтовані з північного-заходу на південний схід.

Незважаючи на значні дослідження щодо проблеми визначення напрямку анізотропії масиву, сучасна практика видобування блочного каменю на кар'єрах магматичних гірських порід Українського щита поки що не дає відповідних рекомендацій відносно вибору оптимального напрямку лінії розколу при відділенні блоків і монолітів, ґрунтується на досвіді робітників-колієвників. Всі дослідження під час розвідки та створення проекту розробки родовищ дають усереднене значення стосовно вибору напрямку просування фронту гірничих робіт та напрямку анізотропії масиву.

Однак необхідно на конкретних ділянках видобувного вибою напрям відділення моноліту від масиву узгоджувати з фактичним напрямом найкращої подільності, що відрізняється від усередненого.

Про необхідність узгодження напрямів відділення моноліту, усереднених з фактичними, свідчить як зміна параметрів тріщинуватості, так і зміни порід при переході з купольної частини до периферії (чи з верхніх горизонтів до нижніх).

При використанні анізотропії каменю в процесі видобування блоків кристалічних порід можна значно підвищити ефективність роботи без збільшення витрат, а тільки завдяки оптимальному розташуванню видобувних вибоїв та оптимальному вибору напрямку просування фронту гірничих робіт.

Однак анізотропні властивості магматичних порід впливають не тільки на процес видобування, а й на подальші процеси обробки природного облицювального каменю, зокрема розпилювання. Так встановлено, що для порід групи габро максимальна питома швидкість спостерігається при розпилюванні порід по площинах, які співпадають з площинами постільних систем тріщин масиву. Різниця між питомими швидкостями при утворенні пропиливі по площинах, що паралельні постільним системам тріщин (горизонтальні пропили), і при утворенні поздовжніх і поперечних пропиливі складає відповідно 39–65 і 16–22 %. Дана закономірність підтверджується орієнтуванням найбільш слабких зерен біотиту в горизонтальній площині. Для порід групи лабрадориту найбільші питомі швидкості спостерігаються при утворенні поздовжніх і горизонтальних пропиливі, що пов'язано з орієнтуванням в цих площинах кристалів плагіоклазу. Отже для лабрадоритів найменшу працевітність розпилювання блоків одержують при співпаданні площини пиляння з азимутом простягання і кутом падіння поздовжніх і постільних систем тріщин масиву; для габро – при співпаданні з цими параметрами постільних систем тріщин.

Дані закономірності також показують, що переміщення фронту гірничих робіт кар'єру повинно співпадати чи знаходитися під кутом 90° до азимуту простягання самої розвинутої системи вертикальних тріщин масиву. А відділення блоків повинно здійснюватися таким чином, щоб їх довга сторона співпада-

ла за напрямом з азимутами і кутами падіння: для лабрадоритів – крутопадаючих поздовжніх чи постільних, габро-постільних систем тріщин, що в свою чергу дає можливість знизити працемісткість самого процесу розпилювання та собівартість розпилювання 1 м² порід з лабрадориту – до 13 %, габро – до 65 %.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Бакка Н.Т., Ильченко И.В. Облицовочный камень. Геолого-промышленная и технологическая оценка месторождений: Справочник. – М.: Недра, 1992. – 303 с.: ил.
2. Карасев Ю.Г., Бакка Н.Т. Природный камень. Добыча блочного и стенового камня. – Санкт-Петербург: Изд-во Санкт-Петербургского горного ун-та, 1997.
3. Добыча и обработка природного камня: Справочник/Д57 Под. общ. ред. А.Г. Смирнова. – М.: Недра, 1990. – 445 с.: ил.
4. Державний баланс запасів: В 3 т./ “Укргеоінформ”. – К.: 1997. – Т. 3: Запаси будівельних матеріалів. – 890 с.
5. Козленко С.П. Україна на світовому ринку сировинних блоків природного каменю // Коштовне та декоративне каміння. – 1998. – № 3. – С. 17–19.
6. Карасев Ю.Г., Чаев Т.И. Повышение эффективности распиловки облицовочного камня // Горный журнал. – 1991. – № 3 – С. 30–31.
7. Косолапов А.И. Технология добычи облицовочного камня. – Красноярск.: КрасГУ, 1990. – С. 148.

КРИВОРУЧКО Андрій Олексійович – асистент кафедри геотехнологій та промислової екології Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

– гірництво.

Подано 10.10.2002

Влияние трещиноватости и анизотропии камня на технологию добычи /Криворучко А.А./. Рассмотрены основные вопросы влияния трещиноватости и анизотропии массива на технологию добычи камня, а также необходимость их первоочередного изучения

Influence of natural rock jointing and anisotropy / Krivoruthko A.A./

Basic question of influence of natural rock jointing and anisotropy, also needing of firstful knowledge of them are considered.