

С.С. Іськов, аспір.

Житомирський державний технологічний університет

**ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ РОДОВИЩ ДЕКОРАТИВНОГО КАМЕНЮ
І ЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЗАЦІЇ ЇХ ОСНОВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЛЯ
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИДОБУВАННЯ БЛОКІВ***(Представлено д.т.н., проф. Бакка М.Т.)*

Охарактеризовано закономірності умов залягання родовищ декоративного каменю Українського кристалічного щита і особливості їх розробки, наведено рекомендації з геометризації даних родовищ.

В Україні розвідано близько 300 родовищ облицювального каменю, які представлені переважно високоміцними породами (гранітоїди, габроїди), з них четверта частина (73) знаходиться в Житомирській області [6]. Майже всі родовища каменю Житомирщини належать до Українського кристалічного щита. Як показують дані порівняння фізико-механічних, декоративних, гірничо-геологічних показників [2], граніти, лабрадорити, габро, гранодіорити, монцоніти, інші породи Українського кристалічного щита набагато перевершують аналогічні породи родовищ не лише інших геоструктурних районів України, але і аналогічні породи Балтійського щита. До того ж середній відсоток виходу блоків з видобутої гірської маси для родовищ Українського кристалічного щита порівняно вищий і може сягати в окремих випадках 70 %.

Однією з особливостей геологічної будови цих родовищ високоміцних облицювальних порід є те, що для них притаманні крупні розміри покладів по площі й на глибину залягання каменю, що можуть вимірюватись сотнями метрів, а затверджені запаси є лише відносно невеликою частиною даних геологічних тіл. Геологічним інтрузивним тілам характерні також зміни структури при переході з купольної частини на крила інтрузії. Куполам характерні крупнозерниста і середньозерниста структури, периферійним фаціям інтрузивної породи у більшості випадків притаманні дрібнозернисті різновиди. Це обумовлює зміну анізотропних властивостей породи і напрямків найкращого розколу каменю, а також призводить до зменшення розмірів природних структурних блоків, оскільки дрібнозернисті породи характеризуються більш високою інтенсивністю природної тріщинуватості. Зазначена особливість свідчить про зниження якісних показників блоків у периферійних зонах покладів і необхідність зміни технології добування блоків при відробці цих зон родовища.

Велике значення для забезпечення правильної розробки родовища і використання ефективних технологічних прийомів має проведення оцінки і надання прогнозу за технологічними властивостями і якісними характеристиками каменя (декоративність, блочність й ін.), вивчення гідрогеологічних і гірничотехнічних умов (розвиток і орієнтація головних систем тріщин, анізотропні властивості каменю). Все це свідчить про актуальність детального вивчення умов залягання і властивостей родовищ декоративного каменю – їх геометризацію.

На відміну від родовищ інших корисних копалин (будівельних порід, руд, вугілля) способи видобування і переробки для родовищ облицювального каменя повинні забезпечувати:

- збереження властивостей каменя;
- максимально можливий вихід блоків з корисної копалини, що розроблюється;
- зниження втрат каменю при його видобуванні;
- максимально можливе комплексне використання сировини;
- збереження монолітності масиву корисної копалини;
- мінімально можливу собівартість продукції.

Проблемами геометризації тріщинуватості й блочності облицювального каменю займалися різні вчені, наприклад Н.Н. Анощенко [1], Б.П. Беліков. Використання методів теорії ймовірності при геометризації запропонували А.І. Арсеньев і С.И. Подойніков. Найбільше підходить до гірничо-геологічних умов родовищ Українського кристалічного щита запропонований М.Т. Бакка гірничо-геометричний метод оцінки блочності й її геометризації [2], [3], [4], [5]. Оцінка декоративності каменя проводиться згідно з методичними рекомендаціями "ВНИПИИСтромсырье" "Оцінка декоративності облицювальних матеріалів з природного каменю".

Родовища декоративного каменю суттєво відрізняються за своїми якісними показниками від родовищ інших корисних копалин, мають багато притаманних їм особливостей, а тому методика геометризації таких родовищ відсутня. Геометризацію потрібно проводити в наступному порядку. Спочатку виконується вибір показника районування – деякої інтегральної величини, що відображає об'єкт геометризації; розрахунок показника районування проводиться за відомим аналітичним виразом, що відображає встановлені функціональні або статистичні зв'язки показника з властивостями породного масиву і його структурою. На наступному етапі встановлюються інформативні параметри, тобто показники чинників, що впливають на зміну показника районування, а також вивчаються зв'язки між інформативними параметрами і показником районування. Ці зв'язки можуть бути як функціональними, так і статистичними. Потім проводиться дослідження просторової мінливості показників властивостей порід (основних інформативних параметрів об'єкту геометризації). Останнім етапом геометризації є складання прогнозу карти – документа, що відображає результати геометризації і дозволяє практично вирішувати різні маркшейдерські, гірничо-технологічні, інженерно-геологічні й інші задачі.

Геометризацію родовищ облицювального каменю пропонується виконувати за такими трьома напрямками.

Геометризація тріщинуватості. Тріщинуватість масиву – сукупність розвинених у масиві системних, позасистемних і постільних тріщин – є найважливішою гірничо-геологічною характеристикою залягання гірських порід, вона має вирішальний вплив на вихід блоків при їх добуванні.

Геометричний аналіз і дослідження тріщинуватості масиву дозволяють одержати результати, що забезпечують розробку раціональних способів підготовки облицювальних гірських порід до виймання, обґрунтування параметрів технології і створення комплексів устаткування для добування і обробки гранітних блоків, а також дає можливість встановити оптимальне розташування фронту гірничих робіт і напрямок їх переміщення щодо розвиненої в масиві тріщинуватості. Міра достовірності й обґрунтованості результатів вивчення тріщинуватості робить вирішальний вплив не тільки на розробку технології і комплексів устаткування для добування блоків, але і на отримання кінцевого результату, що полягає в збільшенні їх виходу з масиву і зниженні відходів каменя при добуванні й переробці його на продукцію.

При вивченні тріщинуватості на кар'єрах блочного каменю важливе значення має обґрунтування кількісних показників оцінки тріщинуватості, які використовуються при оцінці блочності масиву, а також обґрунтування параметрів технології добування блоків. Основні їх характеристики наведені нижче.

1. Питома площева тріщинуватість (m^{-1}) характеризує середню довжину всіх тріщин, що приходяться на $1 m^2$ поверхні, що обстежується:

$$U_{тр} = D_{тр} / P_0 ,$$

де $D_{тр}$ – загальна довжина тріщин на ділянці, м; P_0 – площа обстежуваної ділянки, m^2 .

Цей показник повно характеризує тріщинуватість при оцінці якості добутих блоків і найбільш прийнятний в дослідженнях з оцінки втрат при переробці блокової сировини на продукцію.

2. Питома лінійна тріщинуватість d (м) характеризує середню відстань між тріщинами і дорівнює відношенню загальної довжини всіх шматків S_K за вимірюваним профілем, напрям якого розташовано навхрест простягання тріщин даної системи до числа цих шматків N_K :

$$d = S_K / N_K .$$

Даний показник характеризує відстань між тріщинами однієї і тієї ж системи і приймається за основний при оцінці блочності, класифікації природної окремістості за формами і розмірами структурних блоків, класифікації скельного розкриву за складністю його відробки, районування ділянок кар'єрного поля за структурною окремістю і природною тріщинуватістю, обґрунтуванні параметрів технології добування блоків.

3. Число тріщин на 1 м довжини вимірюваної ділянки $n_{тр}$ – відношення загального числа тріщин до n довжини ділянки l .

$$d = n / l .$$

Розглянуті показники кількісної оцінки тріщинуватості з різним ступенем точності відображають, порушеність масиву тріщинами. Найбільш зв'язані з іншими показниками питома площа тріщинуватість $U_{тр}$ і питома лінійна тріщинуватість d , які забезпечують найбільш точну інформацію про порушеність масиву.

Геометризація блочності. Вивчення тріщинуватості складає базу оцінки блочності родовища. Природні структурні блоки є об'ємними елементами структури масиву, тріщини – площинними, причому системні тріщини є впорядкованими, а несистемні – невпорядкованими елементами структури масиву.

Блочність – теоретично можливий вихід з масиву блоків каменю, що відповідають вимогам промисловості. Блочність цілком і повністю залежить від природної тріщинуватості, від таких її показників, як не ортогональність систем тріщин, відстані між ними, кутів падіння тріщин... Розрахунковий вихід блоків з масиву залежить від лінійної інтенсивності тріщин за напрямками, перпендикулярними простяганню їх головних систем, азимутів простягання і кутів падіння тріщин кожної системи, що визначають розмір і форму структурних блоків. Для ефективнішої розробки слід районувати родовище чи його окремих ділянок за формами і розмірами структурних блоків. Районування тріщин потрібно проводити за інтенсивністю їх розвитку, пов'язуючи кількісні показники питомої тріщинуватості з відповідним класом окремості.

В даний час існує декілька методів оцінки блочності родовищ облицювального каменю (статистичні, графоаналітичні, гірничо-геометричні, імовірнісні, пробного добування, графостатистичного моделювання, grano-тектонічні), які в одних геологічних умовах забезпечують доволі точні результати визначення блочності, а в інших – лише в першому наближенні.

Для поточного планування гірських робіт приблизне значення блочності (%) визначається за формулою [4], [5]:

$$i = (V_K / V_{II}) \cdot 100,$$

де V_{II} – усереднений об'єм структурного блоку природної окремості (m^3), який визначається методами геометризації надр за формулою

$$V_{II} = ABC \sin \alpha \sin \beta \sin \gamma,$$

де $A, B, C, \alpha, \beta, \gamma$ – відповідно розміри граней і кутів між гранями моноліта;

V_K – усереднений об'єм кондиційного блока (m^3) для групи, що відповідає класу окремості і визначається як

$$V_K = (V_K' + V_K'') / 2,$$

де V_K' і V_K'' – відповідно мінімальний і максимальний об'єм блока з даної групи блоків.

У визначенні напрямків якнайкращого розділювання каменя вирішальну роль виконує також аналіз текстури, яка для кожного виду облицювального каменя і для кожного родовища обумовлена закономірним розташуванням мінералів. Руйнування породоутворюючих мінералів відбувається тільки по певних кристалографічних площинах залежно від їх положення щодо напрямку дії навантаження. Руйнування кварцевмісних інтрузивних глибинних порід обумовлюється також ще і орієнтуванням кристалічних ґраток кварцу. Основним руйнуючим чинником при квазістатичному і динамічному навантаженні породи є розтягуючі напруження за певним напрямком. Найефективніший розкол каменя досягається у тому випадку, коли площина розколювання за напрямком близька або співпадає з площиною анізотропії, яка визначається напрямом найслабшої спайності мінералів, за яким і відбувається найлегший розкол каменя. Саме при дотриманні цієї умови забезпечується висока монолітність відокремленого блока (моноліту) і мінімальна шорсткість його лицьових поверхонь. Найкраще розколення каменю для всіх гранітних родовищ і подібних до них порід відбувається за напрямками розвитку вертикальних поздовжніх і слабконахилених пластових тріщин окремості.

Геометризація декоративності. Декоративність каменя формується структурою і текстурою породи, від яких залежить добування блоків і їх переробка на продукцію через вплив на повноту і якість вилучення природного облицювального каменя. Декоративність каменя в

поєднанні з експлуатаційними характеристиками якості є властивістю для споживача, що визначає цінність каменя, тобто вартість природного каменя, на базі якої можна визначити межі її раціонального застосування. Оцінка декоративності каменя проводиться згідно з методичними рекомендаціями “ВНИИИСтромсырье” “Оцінка декоративності облицювальних матеріалів з природного каменю” за декількома основними параметрами (колір, текстура і фактура), що розбиваються на цілий ряд при знаків.

Геометризацію декоративності слід проводити по родовищу або його ділянці для оцінки зміни декоративності каменю (покращення або зниження його споживацької привабливості – а отже і вартості). При цьому основну увагу слід звертати на наявність і закономірності розміщення та зміни недоліків кольору (жовті відтінки, темні та ржаві плями для гранітів нерівномірність їх розфарбування та ін.), текстури і фактури. Особливо важливо ретельно вивчити включення різних мінералів, які можуть негативно впливати на декоративність, довговічність і солестійкість каменя. Частіше за все такі включення представлені сульфідами, карбонатами, сирицитом, каоліном, які на полірованому камені обумовлюють з часом ржаві плями, раковини і оспини, викришування.

Геометризація іризації проводиться лише для лабрадоритів та габбро-анортозитів. Іризація – властивість утворювати веселкові відблиски на поверхні каменя. Найчастіше іризація каменя зональна, колір її змінюється від жовтого або зрідка червоного до зеленого, синього і фіолетового. Основні проблеми іризації лабрадориту – колірний склад, форма, концентрованість та інтенсивність іризації, її зв'язок із структурно-текстурними особливостями і іншими чинниками.

У лабрадоритових масивах площини іризації фіксуються доволі чітко, – це результат одноманітного орієнтування кристалів лабрадора, що було викликане рухом магми. Іризуючими гранями є грані, що надають кристалу плагіоклаза пластинчасту або плоску таблитчасту форму і співпадаючі з площинами протікання магми.

Існує ряд теоретично цінних і практично корисних закономірностей іризації лабрадоритів, основні з яких полягають в наступному:

- 1) іризація облямування стосується зон переходу зерен лабрадориту різного хімічного складу;
- 2) узорі іризації і малюнки неоднорідного і неодночасного чи хвилястого згасання кристалів співпадають;
- 3) існує прямий зв'язок іризації з деформацією кристалічної решітки;
- 4) втрата іризації пропорційна температурі прожарювання.

Користуючись закономірностями іризації, можна видобувати блоки з необхідним рівнем іризаційних властивостей, визначати напрями площин розпилу, в яких найбільш чітко виражена декоративна властивість іризації. Розрахунок частоти іризації i (%) можна виконувати за формулою [2], [3]:

$$i = nS/100,$$

де n – кількість іризуючих очок на одиницю площі; S – середня площа одного іризуючого кристала, см².

Підрахунки іризації потрібно виконувати на декількох ділянках родовища. Найвірогідніше значення частоти іризації обчислюють як середньозважене з одержаних результатів. Найбільш складні методи оцінки іризації включають також врахування кольору іризуючих очок.

Висновки. Підвищенню якості блоків, зниженню втрат і відходів каменя при його видобуванні, зменшенню трудовитрат робіт видобування сприяє інформація про властивості каменя. Тріщинуватість і блочність масиву визначають вихід блоків з нього і вирішальним чином впливають на вибір способу розкриття, параметрів елементів системи розробки, типу заходок, технології видобування блоків, структури комплексної механізації, напрямку просування фронту гірничих робіт і, як підсумок, вартості проведення добувних робіт і собівартості 1 м³ блока. Дуже важливо детально вивчити мінливість блочності й декоративності в просторі геологічного покладу. Велике практичне значення мають якісно-структурні плани, насамперед плани ізоблочності та плани декоративності. Геометризація цих показників забезпечує інформацією за блочністю і декоративністю на певних ділянках покладу.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Анощенко Н.Н. Геометрический анализ трещиноватости и блочности месторождений облицовочного камня. – М.: МГИ, – 1983.
2. Бакка Н.Т., Ильченко И.В. Облицовочный камень. Геолого-промышленная и технологическая оценка месторождений: Справочник. – М.: Недра, 1992. – 303 с.
3. Бакка М.Т., Кузьменко О.Х., Сачков Л.С. Видобування природного каменю. – Частина 1. Геолого-промислова і технологічна оцінка родовищ природного каменю: Навчальний посібник. – К.: ІСДО, 1993. – 352 с.
4. Бакка М.Т., Кузьменко О.Х., Сачков Л.С. Видобування природного каменю. – Частина 2. Технологія та комплексна механізація видобування природного каменю: Навчальний посібник. – К.: ІСДО, 1994. – 448 с.
5. Карасев Ю.Г., Бакка Н.Т. Природный камень. Добыча блочного и стенового камня: Учебное пособие. – Спб.: Санкт-Петербургский горный институт, 1997. – 428 с.
6. Распутна Т.А. Аналіз мінерально-сировинних ресурсів Житомирщини і обсягів їх видобування та переробки // Вісник ЖІТІ, 2002. – № IV (23). – С. 300–302.

ІСЬКОВ Сергій Станіславович – аспірант кафедри геотехнологій та промислової екології Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- маркшейдерська справа.

Подано 22.06.2004