

В.В. Коробійчук, д.т.н., проф.
В.Г. Левицький, к.т.н., доц.
А.О. Криворучко, к.т.н., доц.

Державний університет «Житомирська політехніка»

Геометризація родовищ габроїдних порід на основі моделювання вмісту плагіоклазу як критерію енергоємності руйнування

У роботі розглянуто сучасний підхід до підвищення точності та інформативності геометризації родовищ габроїдних порід на основі цифрового моделювання просторового розподілу мінеральних компонентів. Зокрема, як головний критерій енергоємності руйнування запропоновано використовувати вміст плагіоклазу – одного з найпоширеніших породотвірних мінералів у габро. Обґрунтовано доцільність застосування мінералогічного аналізу при побудові тривимірних моделей родовища, що дозволяє не лише уточнити межі та морфологію покладів, а й оцінити неоднорідність фізико-механічних властивостей масиву.

Методика дослідження базується на використанні цифрових зображень поверхонь уступів, отриманих у межах кар'єру, та їх обробці з застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення MdiStones для визначення відносного вмісту плагіоклазу. Просторову інтерполяцію результатів здійснено у середовищі Surfer з подальшим побудуванням карт і тривимірних моделей розподілу мінералу.

Отримані результати дозволили виявити закономірності зміни вмісту плагіоклазу у межах родовища, визначити зони підвищеної енергоємності руйнування та сформулювати науково обґрунтовані рекомендації щодо оптимізації параметрів буровибухових робіт. Застосування такого підходу сприяє підвищенню ефективності геометризації, зниженню витрат на видобування та забезпечує раціональне використання запасів габроїдних порід при їх промисловій розробці.

Ключові слова: геометризація; цифрове моделювання; природний камінь; габроїдні породи; прогнозування якості; модель покладу.

Актуальність теми. Сучасний розвиток каменедобувної промисловості вимагає впровадження науково обґрунтованих підходів до комплексної оцінки якості родовищ габроїдних порід, що поєднують геометричні, мінералогічні та технологічні характеристики. Традиційні методи прогнозування, орієнтовані переважно на визначення виходу блоків, не враховують достатньою мірою технологічні властивості масиву, які безпосередньо впливають на економічну ефективність видобутку та подальшу обробку природного каменю.

Особливої актуальності набуває питання врахування енергоємності обробки як інтегрального показника, що відображає взаємозв'язок між мінералогічним складом, структурно-текстурними особливостями та технологічною придатністю габроїдів. Встановлення залежностей між вмістом плагіоклазу та ефективністю механічної обробки порід дозволяє створити нові підходи до прогнозування якості покладу, підвищити точність геометризації та обґрунтованість проєктних рішень щодо розробки родовищ.

Таким чином, дослідження, спрямоване на комплексну оцінку габроїдних родовищ із врахуванням енергетичних та мінералогічних критеріїв, є актуальним з наукової точки зору та має практичне значення для підвищення ефективності видобутку й переробки природного каменю.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, на які спираються автори. На сучасному етапі розвитку каменедобувної промисловості існує велика кількість методик прогнозування якості покладів природного каменю, головним критерієм у яких є вихід товарних блоків. Цей показник характеризує частку цілісних блоків, придатних для подальшої переробки на облицювальні або архітектурно-декоративні вироби [5–8].

Однак більшість відомих підходів не враховують повною мірою технологічні властивості масиву, такі як тріщинуватість, текстура, ступінь метаморфізму, фізико-механічні показники тощо, що визначають реальну ефективність подальшої обробки породи.

Винятком серед існуючих методик є графоаналітичний метод Ю.Г. Карасьова [3–5], у якому технологічні характеристики гірських порід включені до прогнозної моделі у вигляді кореляційних залежностей між структурними параметрами масиву та якістю отриманих блоків. Цей підхід дозволяє більш об'єктивно оцінити промислову придатність родовища, враховуючи не лише геометричні, але й технологічні особливості гірських порід.

Результати численних наукових досліджень [1–4, 9–11] свідчать про існування стійкого кореляційного зв'язку між мінералогічним складом гірських порід та ефективністю їх механічної обробки.

Для габроїдних порід визначальним чинником є вміст плагіоклазу. Встановлено, що зі збільшенням його концентрації підвищується ефективність розколювання та розпилювання блоків, що пояснюється зменшенням твердості, рівномірнішою текстурою та більш сприятливим напрямом спайності кристалів у структурі масиву [8–11].

Отже, при геометризації родовищ габроїдних порід доцільно враховувати не лише морфометричні параметри тіл (форма, потужність, розташування), а й мінералогічні та технологічні характеристики, які безпосередньо впливають на якість готової продукції та економічну ефективність видобутку.

Метою статті є наукове обґрунтування та розроблення підходів до оцінки енергоємності руйнування габроїдних порід на основі аналізу їх мінерального складу, зокрема вмісту плагіоклазу, із застосуванням методів цифрової обробки зображень та просторового моделювання для підвищення достовірності геометризації родовищ і прогнозування технологічної якості облицювального каменю.

Викладення основного матеріалу. Україна володіє потужною та унікально різноманітною мінерально-сировинною базою природного облицювального каменю, що має важливе економічне та промислове значення не лише на національному, а й на міжнародному рівні. Серед багатьох типів декоративних порід найбільшу цінність становлять граніти, габро, габро-норити, лабрадорити, діорити та інші магматичні утворення, які вирізняються високою міцністю, декоративністю та довговічністю.

Також варто зазначити, що в суспільній свідомості часто ототожнюють поняття «граніт» і «габро», хоча з мінералогічної точки зору це два різні типи глибинних магматичних порід. Граніт складається переважно з кварцу, польових шпатів і слюди, тоді як габро містить плагіоклаз, піроксен, амфібол та, у деяких випадках, олівін. Ці відмінності зумовлюють різні фізико-механічні властивості, колірну гаму, текстуру, а також різне призначення матеріалів.

Серед природних облицювальних каменів габроїди вирізняються як унікальна група порід, що поєднує естетичну привабливість із високими експлуатаційними характеристиками. Їхній мінеральний склад (переважно плагіоклаз, піроксен, олівін) забезпечує високу міцність, низьку пористість і стійкість до вивітрювання, що зумовлює високу комерційну цінність та перспективність їх промислової розробки.

Габроїди – це узагальнена назва для сімейства плутонічних порід основного складу, головним пороодоутворюючим мінералом яких є плагіоклаз. До габроїдів належать породи груп габро та нориту, а також їх численні перехідні різновиди.

Термін «габроїдні породи» у геологічній практиці застосовується не як петрографічно точне визначення, а радше як узагальнене поняття, що охоплює цілу низку споріднених за генезисом і складом основних порід. У сучасних вітчизняних петрографічних класифікаціях до габроїдів зараховують велику групу магматичних утворень, включаючи анортозити, габро, габро-норити, норити, троктоліти та їх перехідні різновиди. Вони характеризуються спільними структурно-текстурними рисами, схожими умовами формування та тісними просторово-генетичними зв'язками.

Габроїдні масиви Коростенського плутону (північна частина Українського щита) представлені надзвичайно різноманітними породами – від анортозитів і їх відмін (зокрема лабрадоритів), габро-норито-анортозитів і габро-анортозитів до типових габро. У межах плутону, в асоціації із габро-норитовими породами та на контактах із гранітами групи рапаківі, спостерігаються також проміжні відміни – габро-сієніти та габро-монцоніти. Переважна більшість із них має гібридне походження та утворились унаслідок складних процесів магматичного змішування між габро-норитами та монцонітами.

Отже, основними районами зосередження промислових родовищ габроїдних порід є Коростенський плутон, що розташований у північній частині Українського кристалічного щита, та Корсунь-Новомиргородський плутон, який охоплює центральну його частину. Ці геологічні структури є основними центрами видобутку габро, габро-норитів і лабрадоритів, що широко використовуються у будівництві, архітектурі, благоустрої та меморіальному мистецтві.

Крім основних районів, окремі прояви та родовища габроїдів виявлені також у північно-західній і південно-східній частинах Українського щита. Проте на сьогодні більшість із них не перебувають у стадії активної промислової розробки, що пов'язано з економічними, транспортними та технологічними чинниками.

В умовах видобування і обробки габроїдних порід важливим завданням є визначення показників, що характеризують енергоємність їх руйнування. Дослідження показують, що технологічні властивості масиву – такі як міцність, тріщинуватість, ступінь оброблюваності – залежать від мінерального складу порід. Серед основних мінералів, які впливають на поведінку габроїдів під час механічної обробки, плагіоклаз посідає провідне місце.

Низка наукових публікацій свідчить про наявність тісного кореляційного зв'язку між вмістом плагіоклазу та ефективністю процесів розколювання й розпилювання блоків габроїдних порід. Зі збільшенням вмісту плагіоклазу підвищується не лише технологічна придатність порід, а й зменшується енергоємність їх руйнування.

З огляду на це, у нашій роботі для оцінки енергоємності руйнування масиву запропоновано використовувати вміст плагіоклазу як інтегральний показник технологічної якості гірської породи.

Дослідження здійснювалось в умовах Олександрівського родовища габро.

Для визначення вмісту плагіоклазу застосовано методику цифрового аналізу зображень поверхні гірської породи. Суть методики дослідження полягала в зазначеному далі:

1. У межах видобувних уступів визначають місця відбору зразків (рис. 1);
2. На підшві кожного уступу з інтервалом через кожні 5 метрів виконувалося очищення поверхні породи на ділянці розміром 10×10 см, після чого здійснювалося її фотографування високоякісною цифровою камерою (рис. 1–2);
3. Точка зйомки прив'язувалася до місцевості за допомогою тахеометричної зйомки, що забезпечувало просторову відповідність з геодезичною мережею кар'єру;
4. Отримані зображення оброблялися в програмному середовищі *MdiStones*, де шляхом накладання маски за мінералами виконувалося виділення плагіоклазу та визначення його відносної площі на зображенні, що характеризує його кількісний вміст у породі (рис. 3);
5. Просторовий розподіл вмісту плагіоклазу в межах уступів і по кар'єру визначався в програмі *Surfer*, де за результатами аналізу формувалися карти ізоліній концентрації мінералу, що відображають неоднорідність масиву (рис. 4–11).

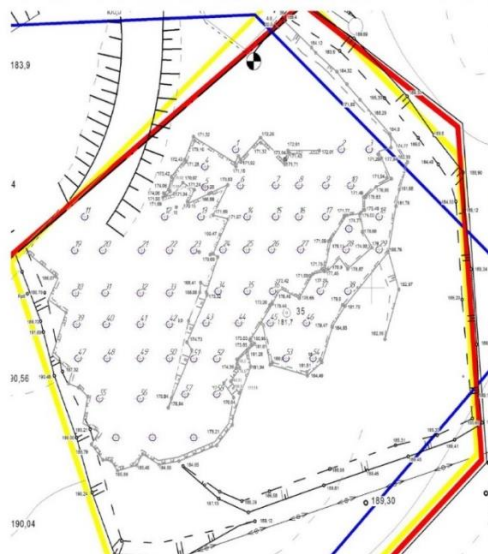


Рис. 1. Методика відбору зразків



Рис. 2. Отримання зображення зразка для аналізу

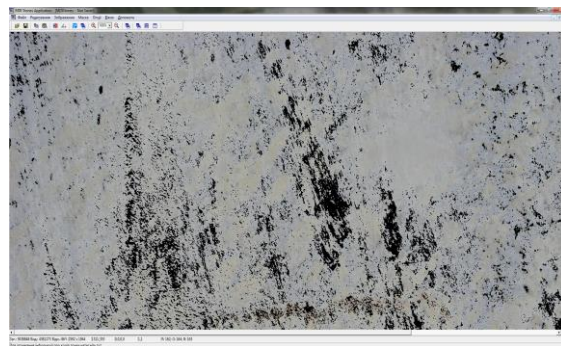


Рис. 3. Обробка відеозображення в програмі *MdiStones* шляхом накладання маски по мінералам плагіоклазу

Застосування такої методики дозволяє оперативно, об'єктивно та візуально оцінювати якість масиву гірських порід без потреби у тривалих лабораторних аналізах, що є важливою перевагою під час геометризації родовищ габроїдних порід.

Здійснення описаних робіт було спрямоване на кількісну оцінку неоднорідності габроїдного масиву та встановлення взаємозв'язку між мінеральним складом і енергоємністю руйнування порід.

Отримані результати дають можливість:

- визначати зони з різним вмістом плагіоклазу, що безпосередньо впливають на технологічну поведінку порід при видобутку;

- прогнозувати якість блоків ще на етапі геометризації родовища;
- оптимізувати параметри системи розробки та режими механічної обробки, мінімізуючи витрати енергії;
- створити модель розподілу плагіоклазу для подальшого використання у геолого-технологічному моделюванні.

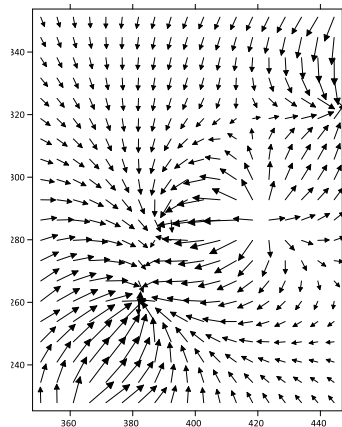


Рис. 4. Векторна діаграма зміни вмісту плагіоклазу для 3 видобувного горизонту

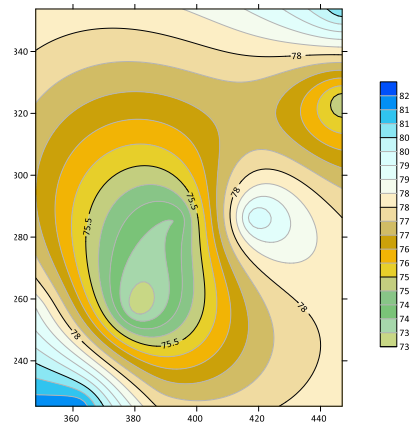


Рис. 5. Модель зміни вмісту плагіоклазу для 3 видобувного горизонту

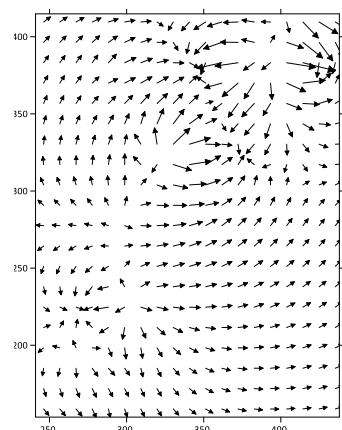


Рис. 6. Векторна діаграма зміни вмісту плагіоклазу для 2 видобувного горизонту

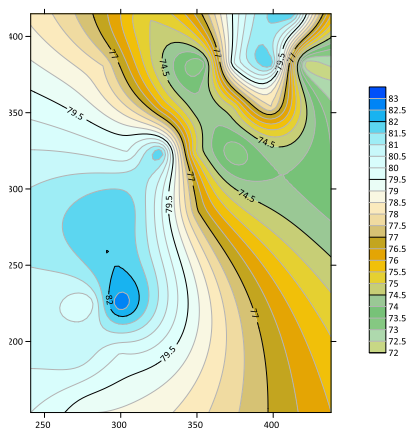


Рис. 7. Модель зміни вмісту плагіоклазу для 2 видобувного горизонту

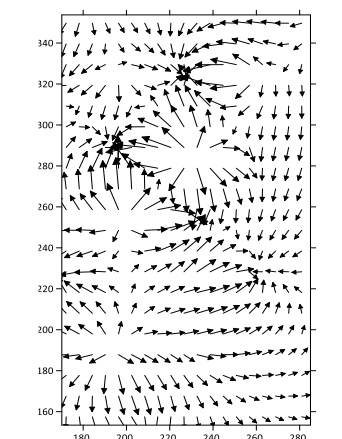


Рис. 8. Векторна діаграма зміни вмісту плагіоклазу для 1 видобувного горизонту

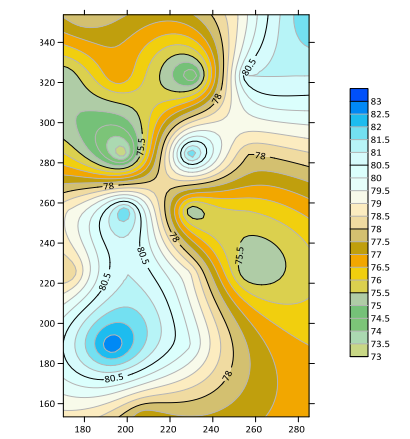


Рис. 9. Модель зміни вмісту плагіоклазу для 1 видобувного горизонту

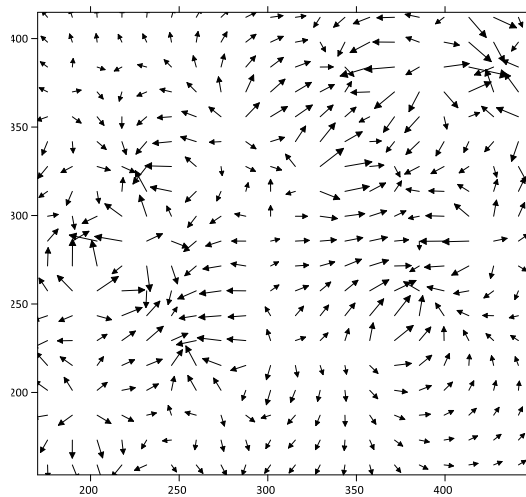


Рис. 10. Векторна діаграма зміни вмісту плагіоклазу для всієї площі родовища, що досліджувалась

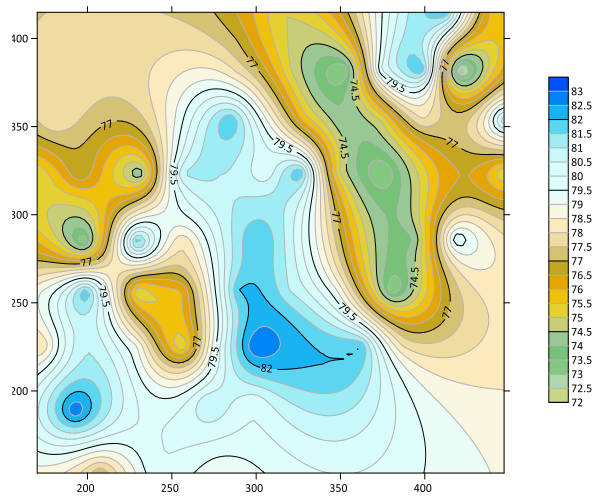


Рис. 11. Модель зміни вмісту плагіоклазу для всієї площі родовища, що досліджувалась

Аналіз отриманих результатів показав, що застосування методики геометризації габроїдних порід на основі моделювання вмісту плагіоклазу є ефективним інструментом для оцінки енергоємності їх руйнування. Отримані дані дають можливість здійснювати оперативне планування гірничих робіт на окремих ділянках родовища з урахуванням просторової мінливості мінерального складу порід, що своєю чергою сприяє підвищенню продуктивності та зниженню витрат на буровибухові роботи й подальшу обробку матеріалу.

Виявлено, що максимальні значення вмісту плагіоклазу спостерігаються переважно в межах азимутів 0–45°, що вказує на певну тектонічну або петрографічну закономірність формування габроїдного масиву. Така орієнтація мінеральних зон може бути використана під час прогнозування напрямів розвитку гірничих робіт та виборі оптимальних схем відпрацювання уступів.

Просторовий аналіз отриманих даних підтвердив, що вміст плагіоклазу є надійним індикатором фізико-механічних властивостей порід, зокрема їх міцності та енергоємності руйнування. Використання цього параметра при геометризації родовищ дозволяє створювати більш детальні та науково обґрунтовані моделі, що враховують неоднорідність складу та структури порід у межах родовища.

Застосування комплексного підходу, що поєднує польові спостереження, цифрову обробку зображень і просторове моделювання, забезпечує підвищення достовірності результатів та відкриває можливості для подальшої автоматизації процесів моніторингу гірничо-геологічних умов.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Використання методики цифрового аналізу зображень у поєднанні з просторовим моделюванням у програмі Surfer забезпечує новий рівень достовірності та оперативності оцінки якості габроїдних порід. Це дозволяє зменшити обсяг лабораторних досліджень, підвищити точність прогнозу енергоємності руйнування масиву і сформувати науково обґрунтовану основу для геометризації родовищ облицювального каменю.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на удосконалення методів цифрового аналізу мінерального складу з використанням елементів машинного навчання та комп'ютерного зору для автоматизованого визначення вмісту плагіоклазу та інших пороутворюючих мінералів.

Перспективним напрямом є інтеграція результатів мінералогічного аналізу з геофізичними та геомеханічними даними з метою створення єдиної геоінформаційної моделі родовища, яка дозволить більш точно прогнозувати зони підвищеної енергоємності руйнування.

Доцільно продовжити дослідження у напрямі побудови моделей габроїдних масивів із урахуванням мінеральної неоднорідності, тріщинуватості та структурних особливостей, що підвищить точність планування гірничих робіт. Подальша робота має бути зосереджена на встановленні кількісної залежності між вмістом плагіоклазу, показниками міцності порід та фактичними витратами енергії під час буріння, розколювання і розпилювання блоків.

Крім того, перспективним є розширення бази експериментальних даних за рахунок вивчення інших родовищ габроїдів України для створення узагальненої регіональної моделі оцінки якості та технологічних властивостей облицювального каменю.

Важливим напрямом розвитку є впровадження геоінформаційних систем (ГІС) та програмного забезпечення типу Surfer, ArcGIS, Micromine для інтеграції польових, лабораторних і модельних даних у єдину аналітичну платформу.

Список використаної літератури:

1. Levytskyi V. The optimization of technological mining parameters in a quarry for dimension stone blocks quality improvement based on photogrammetric techniques of measurement / V.Levytskyi, R.Sobolevskyi, V.V. Korobiichuk // Rudarsko-geološko-naftni zbornik. – 2018. – Vol. 33, № 2. – P. 83–90.
2. Peculiarities of natural stone extraction technology with the help of diamond wire machines / I.Korobiichuk, V.Korobiichuk, S.Iskov and other // Exploration and Mining : 16 th International Multidisciplinary Scientific GeoConference Science and Technologies in Geology, 30.06–6.07.2016. – Albena, Bulgaria, 2016. – Vol. 2. – P. 649–656.
3. Бакка М.Т. Гірничо-геометричне планування гірничих робіт на родовищах облицовального каменю для збільшення коефіцієнту виходу блочної сировини / М.Т. Бакка, В.В. Котенко // Вісник КТУ. – 2005. – Вип. 9. – С. 20–23.
4. Бакка М.Т. Розробка та обґрунтування методики геометризації структурних та якісних показників для родовищ та масивів природного каменю / М.Т. Бакка, А.О. Криворучко, А.О. Коробіичук // Форум гірників : матеріали конференції. – Дніпропетровськ : НГУ, 2006. – С. 206–209.
5. Визначення оптимального напрямку ведення гірничих робіт при видобуванні блоків з природного каменю / А.О. Криворучко, В.В. Коробіичук, Р.В. Соболевський та ін. // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія «Технічні науки». – 2016. – № 3 (78). – С. 150–163.
6. Застосування інформаційно-комп'ютерних технологій для дослідження гірничо – геологічних особливостей родовищ рудних і нерудних корисних копалин / А.О. Криворучко, В.В. Коробіичук, О.О. Ремезова, Ю.О. Подчашинський // Вісник ЖДТУ. – 2007. – № 1. – С. 186–195.
7. Застосування інформаційно-комп'ютерних технологій обробки відеоінформації в гірничо-геологічній галузі / А.О. Криворучко, Є.С. Купкін, Ю.О. Подчашинський, О.О. Ремезова // Вісник ЖДТУ. Серія «Технічні науки». – 2005. – № 1 (32). – С. 107–116.
8. Визначення анізотропності та механічних властивостей природного каменю за допомогою інформаційно-комп'ютерних технологій обробки відеозображень (на прикладі габроїдних порід Коростенського плутону) / А.О. Криворучко, Ю.О. Подчашинський, О.О. Ремезова, В.О. Шлапак // Вісник ЖДТУ. Серія «Технічні науки». – 2005. – № 4 (35). – С. 128–134.
9. Іськов С.С. Геометризація якісних показників покладів гранітоїдних і габроїдних декоративних каменів : дис. канд. техн. наук : 05.15.01 / С.С. Іськов. – Житомир : Житомир. держ. технол. ун-т, 2008. – 202 с.
10. Криворучко А.О. Обґрунтування методики геометризації габроїдних порід на основі визначення та оцінки показників структури та декоративності : дис. канд. технол. наук : 05.15.01 / А.О. Криворучко. – Житомир, Житомирський держ. технол. ун-т, 2006. – 233 с.
11. Аналіз структурних особливостей та геометризація якісних властивостей габроїдних порід східної частини Володарськ-Волинського масиву основних порід Коростенського плутону / А.О. Криворучко, В.В. Котенко, С.А. Горикальов, Г.В. Бруй // Технічна інженерія. – 2024. DOI: 10.26642/ten-2024-1(93)-372-382.

References:

1. Levytskyi, V., Sobolevskyi, R. and Korobiichuk, V.V. (2018), «The optimization of technological mining parameters in a quarry for dimension stone blocks quality improvement based on photogrammetric techniques of measurement», *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*, Vol. 33, No. 2, pp. 83–90.
2. Korobiichuk, I., Korobiichuk, V., Iskov, S. et al. (2016), «Peculiarities of natural stone extraction technology with the help of diamond wire machines», *Exploration and Mining*, 16 th International Multidisciplinary Scientific GeoConference Science and Technologies in Geology, Albena, Bulgaria, 30.06–6.07.2016, Vol. 2, pp. 649–656.
3. Bakka, M.T. and Kotenko, V.V. (2005), «Hirnycho-heometrychne planuvannya hirnychykh robot na rodovyschakh oblytsiuvalnogo kameniu dlia zbilshennia koefitsientu vykhodu blochnoi syrovyny», *Visnyk KTU*, Issue 9, pp. 20–23.
4. Bakka, M.T., Kryvoruchko, A.O. and Korobiichuk, A.O. (2006), «Rozrobka ta obgruntuvannya metodyky heometryzatsii strukturykh ta yakisnykh pokaznykiv dlia rodovysch ta masyviv pryrodnoho kameniu», *Forum hirnykiv, materialy konferentsii, NHU, Dnipropetrovsk*, pp. 206–209.
5. Kryvoruchko, A.O., Korobiichuk, V.V., Sobolevskyi, R.V. et al. (2016), «Vyznachennia optymalnogo napriamku vedennia hirnychykh robot pry vydobuvanni blokiv z pryrodnoho kameniu», *Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu. Seriya «Tekhnichni nauky»*, No. 3 (78), pp. 150–163.
6. Kryvoruchko, A.O., Korobiichuk, V.V., Remezova, O.O. and Podchashynskyi, Yu.O. (2007), «Zastosuvannya informatsiino-kompiuternykh tekhnolohii dlia doslidzhennia hirnycho – heolohichnykh osoblyvostei rodovysch rudnykh i nerudnykh korysnykh kopalyn», *Visnyk ZhDTU*, No. 1, pp. 186–195.
7. Kryvoruchko, A.O., Kupkin, Ye.S., Podchashynskyi, Yu.O. and Remezova, O.O. (2005), «Zastosuvannya informatsiino-kompiuternykh tekhnolohii obrobky videoinformatsii v hirnycho-heolohichnii haluzi», *Visnyk ZhDTU. Seriya «Tekhnichni nauky»*, No. 1 (32), pp. 107–116.
8. Kryvoruchko, A.O., Podchashynskyi, Yu.O., Remezova, O.O. and Shlapak, V.O. (2005), «Vyznachennia anizotropnosti ta mekhanichnykh vlastyvostei pryrodnoho kameniu za dopomohoiu informatsiino-kompiuternykh tekhnolohii obrobky videozobrazhen (na prykladi habroidnykh porid Korostenskoho plutonu)», *Visnyk ZhDTU. Seriya «Tekhnichni nauky»*, No. 4 (35), pp. 128–134.
9. Iskov, S.S. (2008), *Heometryzatsiia yakisnykh pokaznykiv pokladiv hranitoidnykh i habroidnykh dekoratyvnykh kameniv*, Ph.D. Thesis of dissertation, 05.15.01, Zhytomyr. derzh. tekhnol. un-t, Zhytomyr, 202 p.
10. Kryvoruchko, A.O. (2006), *Obgruntuvannya metodyky heometryzatsii habroidnykh porid na osnovi vyznachennia ta otsinky pokaznykiv struktury ta dekoratyvnosti*, Ph.D. Thesis of dissertation, 05.15.01, Zhytomyrskiy derzh. tekhnol. un-t., Zhytomyr, 233 p.

11. Kryvoruchko, A.O., Kotenko, V.V., Horshkalov, S.A. and Brui, H.V. (2024), «Analiz strukturnykh osoblyvostei ta heometryzatsiia yakisnykh vlastyvostei habroidnykh porid skhidnoi chastyny Volodarsk-Volynskoho masyvu osnovnykh porid Korostenskoho plutonu», *Tekhnichna inzheneriia*, doi: 10.26642/ten-2024-1(93)-372-382.

Коробіичук Валентин Вацлавович – доктор технічних наук, професор Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0000-0002-1576-4025>.

Наукові інтереси:

- видобуток та обробка природного каменю;
- гірництво.

E-mail: korobiichukv@ztu.edu.ua.

Левицький Володимир Григорович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0000-0002-3892-5848>.

Наукові інтереси:

- проектування гірничих підприємств;
- геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин;
- маркшейдерська справа.

E-mail: v.levytskyi@ztu.edu.ua.

Криворучко Андрій Олексійович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0000-0003-3332-2631>.

Наукові інтереси:

- геометрія надр;
- видобування блочного каменю;
- геолого-економічна оцінка рудних та нерудних родовищ корисних копалин.

E-mail: km_kao@ztu.edu.ua.

Korobiichuk V.V., Levytskyi V.G., Kryvoruchko A.O.

Geometrization of gabbroic rock deposits based on modeling of plagioclase content as a criterion for energy intensity of destruction

The paper considers a modern approach to improving the accuracy and informativeness of gabbroic rock deposit geometrization based on digital modeling of the spatial distribution of mineral components. In particular, it is proposed to use the content of plagioclase, one of the most common rock-forming minerals in gabbro, as the main criterion for the energy intensity of destruction. The feasibility of using mineralogical analysis in the construction of three-dimensional models of deposits is justified, which allows not only to clarify the boundaries and morphology of deposits, but also to assess the heterogeneity of the physical and mechanical properties of the massif.

The research methodology is based on the use of digital images of the surfaces of the benches obtained within the quarry and their processing using specialized MdiStones software to determine the relative content of plagioclase. Spatial interpolation of the results was performed in Surfer, followed by the construction of maps and three-dimensional models of mineral distribution.

The results obtained made it possible to identify patterns of change in the plagioclase content within the deposit, determine areas of increased energy intensity of destruction, and formulate scientifically sound recommendations for optimizing the parameters of drilling and blasting operations. The use of this approach contributes to improving the efficiency of geometrization, reducing extraction costs, and ensuring the rational use of gabbroic rock reserves in their industrial development.

Keywords: geometrization; digital model; natural stone; gabbroic rocks; quality prediction; deposit model.

Стаття надійшла до редакції 26.08.2025.