

РОЗРОБКА КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 622.1

DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2020.2-2/01>

Ваннічна В.В.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Виноградова О.П.

Інститут надтвердих матеріалів імені В.М. Бакуля Національної академії наук України

РОЗШИРЕННЯ НОМЕНКЛАТУРИ СИРОВИНИ ЩЕБЕНЕВОГО КАР'ЄРУ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ОБЛИЦЮВАЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ З ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ

У роботі обґрунтовано використання технології обробки природного каменю дисковим алмазним інструментом у поєднанні з буровибуховим способом видобування сировини. Розроблена технологічна лінія, що дозволяє отримати блок граніту правильної форми з тріщинуватістю не більше 100 мт, що придатний по макроеометричних параметрах як облицювальна сировина.

Була проведена експрес-діагностика за допомогою мікроскопа ЛомоМетам Р-1 (після розпилу зразків) із метою порівняння отриманих значень мікротріщинуватості (сіро-червоний – 10–60 мт, червоний – 230–400 мт). У результаті аналізу проб продуктів руйнування (шламу) методом магнітної сепарації з використанням мікроскопу ЛомоМетам при різних режимах різання алмазним дисковим інструментом встановлено, що при другому різанні з подачею столу верстату 800 мм/хв відколюються частинки шламу зі значними габаритними розмірами до 900 мт, у порівнянні з подачею столу верстата 315 мм/хв із товщиною 200–300 мт, тому процес різання менш енергомісткий, проте відбувається пошкодження поверхні зразка.

Портативним профілометром проводилися вимірювання поверхні шорсткості й тріщинуватості зразків відповідно до ДСТУ Б EN 1467:2007. Визначений економічний технологічний режим різання дисковим інструментом, який впливає на шорсткість досліджуваного зразка таким чином, що зменшує затрати на полірувальні роботи.

Під час видобутку й перероблення природного каменю частка витрат пов'язана зі зносом дорогого алмазного інструменту, водночас зношення інструменту сильно залежить від режимів його експлуатації. В області раціональних режимів під час експлуатації видобувного обладнання вартість алмазного інструменту становить 75% від загальної вартості витрат на відділення блоку від масиву, а при експлуатації переробного – 52% від вартості операції на оброблення. Цей показник значно зростає, якщо алмазний інструмент використовується в режимах, відмінних від раціональних. Тому з метою зниження собівартості й підвищення конкурентоспроможності готової продукції виробів із природного каменю необхідно встановити раціональні режими пиляння, фрезерування та шліфування алмазним інструментом, під час яких витрата алмазного інструменту буде мінімальною.

Ключові слова: блоки природного каменю, щебеневий кар'єр, граніт, алмазний дисковий інструмент, тріщинуватість, шорсткість.

Постановка проблеми. Родовища блокового декоративного каменю України мають сприятливі гірничо-геологічні умови залягання, невелику потужність покривних порід і видобуваються виключно відкритим способом. Під час видобування порід повинні бути збережені міцнісні властивості й декоративна якість гірської породи. Крім цього, визначальними є розміри видобутих

блоків, що зумовлено природною тріщинуватістю та обладнанням, яке застосовується під час видобування. Вихід готових блоків знаходиться в межах від 6–10 до 50–60% від об'єму розроблюваних порід.

Природний камінь – цінний декоративно-облицювальний і оздоблювальний матеріал. Але на деяких кар'єрах, які працюють на бут і щебінь,

втрачається ця цінність, тому що відсутній обґрунтований комплекс розробок, який би дозволив видобуток мало тріщинуватих гранітних блоків, що нині актуальне. Це дозволить підвищити технічні, економічні й екологічні показники ефективності виробничої діяльності такого щєбеневого кар'єру.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Процес руйнування гірських порід характеризується особливостями їхньої тріщинуватої структури. Фізичні закономірності зародження та розвитку тріщин лежать в основі теорій міцності А. Гріффітса, Е. Орована, Дж. Ірвіна й інших вчених.

Вихід блоків із гірської маси залежить від системи тріщинуватості масивів і способів видобування блоків. Система тріщинуватості, напрямки, кути падіння та частота тріщин – основні фактори, які впливають на розміри можливих для видобування блоків і процент їхнього виходу з гірської маси [1–5].

Однією з найважливіших технічних характеристик облицювального каменю є його довговічність, тобто здатність каменю чинити опір різного виду зовнішнім впливам, зберігаючи свої властивості в певних умовах експлуатації.

Фізико-механічні параметри порід поділяють на деформаційні, міцнісні, реологічні. В роботах [1–3] розглядається актуальне питання щодо встановлення зв'язку між фізико-механічними властивостями каменю та його довговічності.

Постановка завдання. Метою роботи є розширення номенклатури сировини щєбеневого кар'єру з метою отримання облицювальної продукції з природного каменю. Встановлення режимів роботи алмазного дискового інструменту, під час яких напрацювання його буде максимальним, а експлуатаційні витрати на процес обробки – мінімальними, є актуальним завданням.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для практичних досліджень використовувалися зразки гранітного каменю з різних ділянок одного кар'єру, які були видобуті на Звірківському родовищі гранітів за допомогою вибухової технології (рис. 1, 2). Їх умовно можна поділити на 2 групи. До групи № 1 були віднесені зразки з червоним відтінком. Цю групу можна віднести до сильно тріщинуватої породи, яка вивітрилася. До групи № 2 були віднесені породи, які мають сіро-рожевий колір [6].

У процесі обробки кам'яних блоків до отримання готових виробів матеріал проходить кілька технологічних стадій: видобування блоків, розпилювання блоків, полірування блоків.

Робочий процес, у результаті якого камінь набуває заданої форми й розміру, а лицьова поверхня – задану фактуру, заведено називати обробкою каменю [7]. Розпилювання відбувається канатною або дисковою пилкою. Після розпилу від блоку залишаються гранітні плити («сляби») з неполірованими по обидва боки поверхнями й шлам (гранітний пил).

В каменеобробній промисловості найширшого розповсюдження набули способи різання, що базуються на використанні алмазних дискових пил, які є продуктивнішим інструментом з усіх відомих у цій галузі. Саме цим способом було здійснено розпилювання досліджуваних зразків (рис. 3).



Рис. 1. Вибухова технологія видобування: а) бурові роботи (буріння свердловин); б) розкол внаслідок проведення бурових вибухових робіт



Рис. 2. Граніти Звірківського родовища, які були видобуті методом багато вибійних свердловин: а) червоний граніт; б) сірий шаруватий граніт

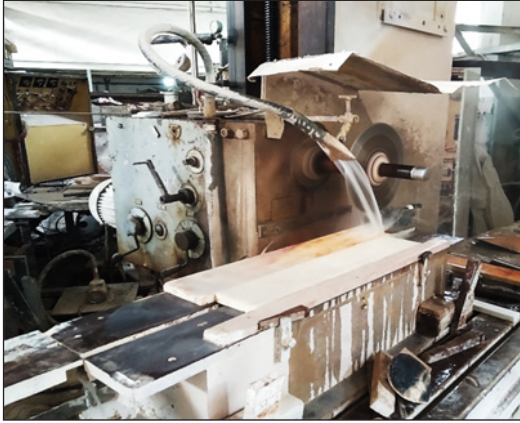


Рис. 3. Горизонтально-фрезерний верстат

Різання здійснене алмазним дисковим інструментом із такими параметрами: діаметр диску – 250 мм, товщина алмазного шару – 2,1 мм, його зернистість – 300/250 (це числа характеристика алмазних кругів, на значення якої безпосередньо впливають розміри алмазних зерен і їхня концентрація на робочих поверхнях інструментів) за різних режимів (рис. 4), швидкість пилки незмінна – 1600 хв⁻¹. Швидкість пересування столу була різною при двох різках – червоний зразок 1 різ – 800 мм/хв, 2 різ – 315 мм/хв; сіро-червоний – 1 різ – 315 мм/хв, 2 різ – 800 мм/хв.

Деформаційні властивості гірських порід визначаються багатьма сучасними методами. Найпростішим методом дефектоскопії є візуальний – неозброєним оком або за допомогою оптичних приладів. Він дозволяє виявити лише поверхневі дефекти. З розвитком сучасних технічних засобів можливо провести більш точну оцінку природного каменю. В роботі використовується методика дослідження, яка була розроблена кандидатом технічних наук, старшим науковим співробітником Інституту надтвердих матеріалів імені В.М. Бакуля В.А. Александровим [8], який застосовував мікроскопічний метод для вивчення робочої поверхні алмазно-абразивного інструмента. До основних параметрів, які характеризують робочу поверхню інструмента, відносяться форма, геометрія та робочий стан зерен, розподілення зерен і відстань між ними в об'ємі алмазного шару й на поверхні робочих елементів, розподіл зерен по

виступу над рівнем зв'язки. Проте в дослідженні вивчалася не робоча поверхня алмазної пилки, а поверхня каменю після розпилювання під час варіювання режимів експлуатації однією пилкою за допомогою мікроскопа ЛомоМетам Р-1, оснащеного CCD відеокамерою Digital КОСОМ, підключеного до персональної електронної обчислювальної машини [9]. За допомогою мікроскопа на поверхні розпилу блоку були виявлені тріщини l_{1-10} , які безпосередньо впливають на міцнісні характеристики гірської породи. Виявлено, що червоний зразок граніту, взятий зі Звірківського родовища, не придатний для декоративно-оздоблювального матеріалу, тому що глибина тріщин коливається в межах від 230 до 400 μm (вимірювання проведені методом «палетки» й належать до вимірювання довжини тріщин [10], а також має великі площі вірогідного кварцового включення, які перевищують норми (25–30%), що також є причиною його непридатності для оздоблювальних робіт.

Крім визначення глибини тріщин, мікроскопічному дослідженню підлягала їхня довжина. Після фотографування тріщин за допомогою відеокамери персонального комп'ютера їхні контури окреслювали й виміряли довжину методом «палетки». Залежність кількості тріщин від їхньої довжини зведемо в таблицю 1 для побудови графіку розподілу кількості тріщин у залежності від їхнього розміру, кривої Гауса (рис. 5, рис. 6).

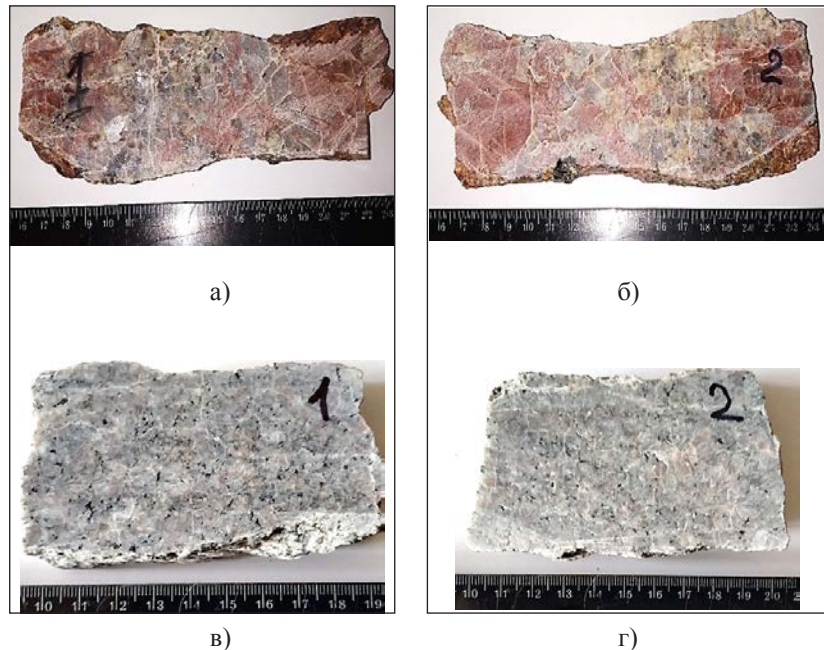


Рис. 4. Граніти Звірківського родовища, розпиляні алмазним дисковим інструментом за різних експлуатаційних режимів: а), б) червоний граніт; в), г) сіро-червоний граніт

Таблиця 1
Залежність кількості тріщин від їхньої довжини

1 різ – 315 мм/хв		2 різ – 800 мм/хв	
Розмір тріщин, μm	Кількість тріщин	Розмір тріщин, μm	Кількість тріщин
Сіро-червоний зразок			
646	12	963	4
1 268	9	1 469	7
1 864	6	4 236	4
4 635	12	6 872	7
6 956	2	1 0726	4
Червоний зразок			
1 різ – 800 мм/хв		2 різ – 315 мм/хв	
2 672	3	2 876	9
6 954	8	19 153	12
19 768	6	22 254	6
23 815	10	26 932	15
29 634	12	29 357	7

Отже, на підставі проведених мікроскопічних досліджень можна зробити висновок, що довжина тріщин на поверхні червоного граніту більша в середньому довжини тріщин на поверхні сіро-червоного граніту в 5,8 рази, відповідно відношенню довжин тріщин 26932 мкм (рис. 6, а) і 4635 (рис. 5, а) та досягає значення 11,9 раз при порівнянні довжин тріщин 22254 мкм (рис. 6, а) і 1864 мкм (рис. 5, а) при одному режимі подачі столу – 315 мм/хв. Крім того, кількість тріщин на поверхні червоного граніту при обох режимах експлуатації монотонно зростає зі збільшенням їхньої довжини, що свідчить про більш руйнівний процес пошкодження на поверхні каменю в порівнянні з інтенсивністю поширення тріщин

на поверхні блоку сіро-червоного граніту. Отже, згідно з мікроскопічним дослідженням, червоний граніт застосовувати для облицювальних робіт не рекомендується.

Що стосується реакції поверхні блоку сірого граніту на режими експлуатації, то під час збільшення швидкості стола горизонтально-фрезерного верстата довжина тріщин на поверхні блоку сірого граніту зростає, отже оптимальним режимом експлуатації алмазного сегментного круга для отримання якісної поверхні сірого граніту є режим подачі стола горизонтально-фрезерного верстата – 315 мм/хв.

Дослідження шорсткості поверхні зразків.

Будь-яка, навіть ретельно оброблена поверхня, не може бути повністю ідеально рівною. Значення гладкості й рівності поверхні в будь-якому випадку буде відрізнятись від заданого значення, тобто від номінального значення. Водночас відхилення може бути або макрогеометричне, або мікрогеометричне. Макрогеометричні відхилення можуть бути охарактеризовані хвилястістю поверхні зразка й невідповідністю форми. Мікрогеометричні відхилення, своєю чергою, визначаються як шорсткості поверхні – це сукупність мікронерівностей, які з'являються на поверхнях готових виробів. Водночас крок нерівностей, що приймається як шорсткість, повинен бути дуже малий щодо довжини всієї поверхні.

Виділяють три види шорсткості поверхні:

- вихідна шорсткість – виникає в результаті технологічної обробки виробу різними абразивами;

- експлуатаційна шорсткість – це шорсткість, яка виникає в процесі експлуатації в результаті зносу й робочого тертя;

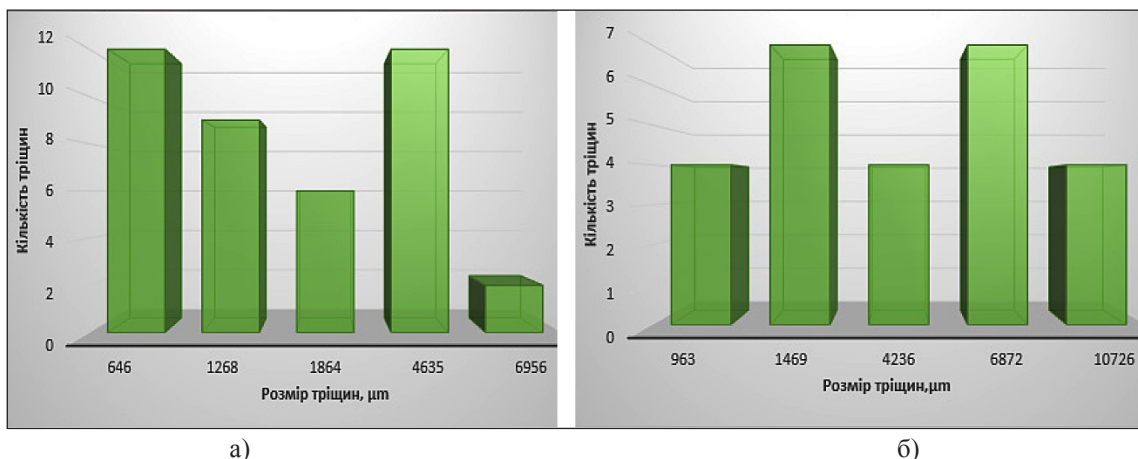


Рис. 5. Залежність кількості тріщин від їхньої довжини (зразок сіро-червоний): а) подача столу 315 мм/хв; б) подача столу 800 мм/хв

– рівноважна шорсткість – це вид експлуатаційної шорсткості, яку можна відтворити в стаціонарних умовах тертя.

Параметри шорсткості визначені в ГОСТ 2789–73 «Шорсткість поверхні. Параметри, характеристики і позначення» [11].

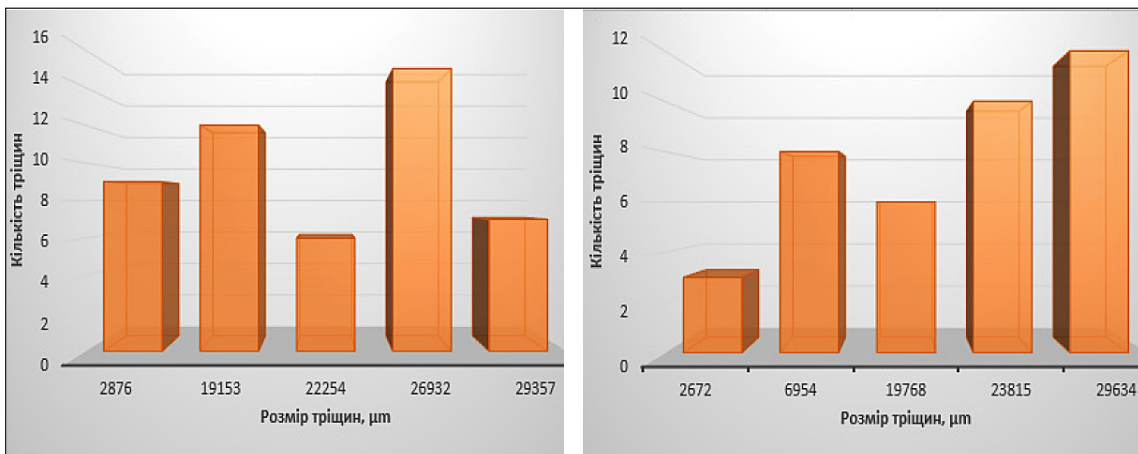
Оцінка шорсткості може здійснюватися двома способами: поелементно, шляхом порівняння окремих параметрів, або в комплексі, використовуючи порівняльний аналіз досліджуваного зразка з еталоном. Найбільш точним є поелементний спосіб, який здійснюється різними методами визначення шорсткості.

Щуповий метод вимірювання шорсткості поверхні – це контактний метод, вимірювання при якому здійснюється за допомогою профілометра. Профілометр є чутливим датчиком, обладнаним тонкою, гостро заточеною алмазною голкою. Алмазна голка притискається та переміщується паралельно

досліджуваній поверхні. У місцях виникнення мікронерівностей (виступів і западин) виникають механічні коливання вимірювальної головки голки. Ці коливання передаються в датчик, що перетворює механічну енергію коливання в електричний сигнал, який посилюється перетворювачем і вимірюється. Записані параметри цього сигналу в точності повторюють нерівності на шорсткій поверхні зразка.

Окрім профілометрів існують також профілографи, які дозволяють не просто виміряти, але й записати параметри шорсткого профілю. В дослідженнях використовувався портативний профілометр (цеховий) RT-10 Plus (рис. 7).

З попереднього пункту встановлено, що червоний зразок не відповідає вимогам Державного стандарту України (далі – ДСТУ) Б EN 1469: 2007 [12], тому подальший огляд й аналіз буде направлений лише на зразок граніту із сіро-червоним забарвленням.



а) б)
Рис. 6. Залежність кількості тріщин від їхньої довжини (зразок червоний): а) подача столу 315 мм/хв, б) подача столу 800 мм/хв



Рис. 7. Стенд для вимірювання шорсткості поверхні: 1 – дисплей персональної обчислювальної електронної машини; 2 – портативний профілометр (цеховий) RT-10 Plus; 3 – досліджуваний зразок

Дослідження шорсткості поверхні сіро-червоного граніту. Експерименти проводилися при подачі столу горизонтально-фрезерного верстата 315 мм/хв і 800 мм/хв. Вони показані на рис. 8 і 9.

Завдяки аналізу побудованих кривих шорсткості за допомогою профілографа ми можемо судити про геометричні параметри глибини й ширини пошкоджень на поверхні каменю. Шорсткість в обох випадках не значно змінюється, R_{max} відрізняється у 1,09 разів. Проте привертає увагу відстань між сплесками на графіку шорсткості поверхні, яка отримана під час режиму подачі стола горизонтально-фрезерного верстата 800 мм/хв, що досягає 100 мкм.

Навпаки, під час подачі стола 315 мм/хв спостерігаємо відстань між сплесками на графіку шорсткості, що не перевищує 50 мкм.

Отже, це свідчить про те, що раціональним режимом експлуатації алмазного сегментного відрізного круга для забезпечення якісної поверхні сірого граніту є режим подачі стола горизонтально-фрезерного верстата – 315 мм/хв.

Дослідження геометричних параметрів продуктів зношування. У результаті аналізу проб продуктів руйнування з використанням мікроскопу ЛомоМетам, оснащеного відеокамерою, представлено фрагменти продуктів руйнування гірської породи алмазним зерном і мікрочастинок

матричного матеріалу при різних режимах різання алмазним дисковим інструментом [9].

Показані продукти руйнування сірого граніту Звірківського родовища, отримані під час різі № 1 – 315 мм/хв алмазним сегментним відрізним кругом (рис. 10, 11).

Зображені продукти руйнування сірого граніту Звірківського родовища при різі № 2 – 800 мм/хв алмазним сегментним відрізним кругом (рис. 12, 13). Товщина частинок породи при таких експлуатаційних умовах коливається в межах від 50 до 900 мкм.

Висновки. Портативним профілометром проводилися вимірювання поверхні шорсткості й тріщинуватості зразків відповідно до ДСТУ Б EN 1467: 2007. Визначений економічний технологічний режим різання дисковим інструментом, який впливає на шорсткість досліджуваного зразка, таким чином, що зменшує затрати на полірувальні роботи. Враховуючи ДСТУ Б EN 1467: 2007, можна зробити висновок, що зразок сіро-червоного граніту придатний для використання в оздоблювальних роботах, а червоний граніт не відповідає цим вимогам [10; 13].

У результаті аналізу проб продуктів руйнування (шламу) методом магнітної сепарації з використанням мікроскопу ЛомоМетам при різних режимах різання алмазним дисковим інструментом встановлено, що під час другого різання

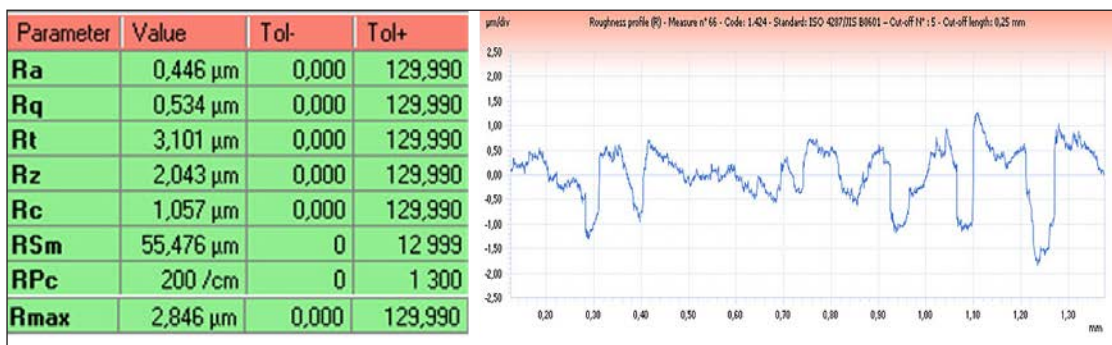


Рис. 8. Крива шорсткості профілю (1 різ – 315 мм / хв) та її показники

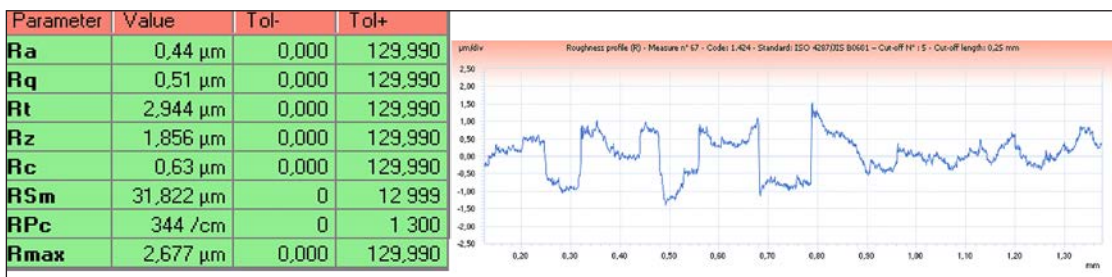


Рис. 9. Крива шорсткості профілю (2 різ – 800 мм / хв) та її показники

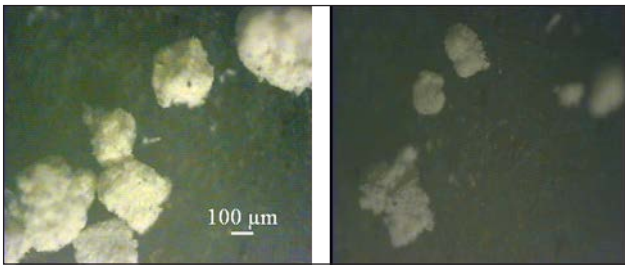


Рис. 10. Продукти руйнування граніту:
а) частинки товщиною 150–200 мкм; б) частинки товщиною 40–200 мкм

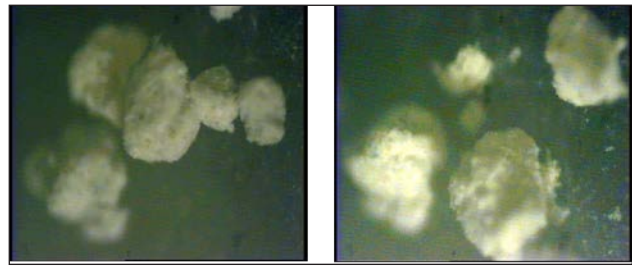


Рис. 11. Продукти руйнування граніту:
а) частинки товщиною 100–400 мкм; б) частинки товщиною 350–200 мкм

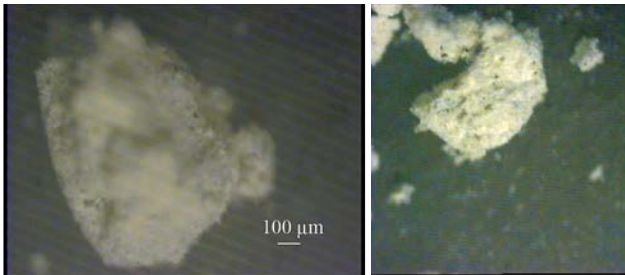


Рис. 12. Продукти руйнування граніту:
а) частинка товщиною 900 мкм; б) частинка товщиною 400 мкм

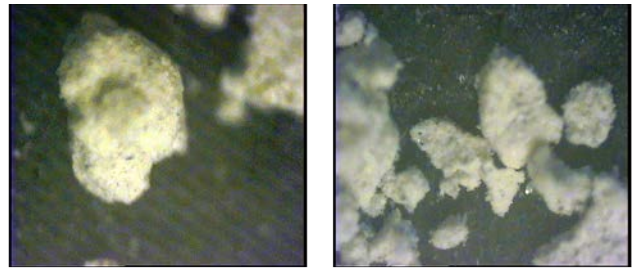


Рис. 13. Продукти руйнування граніту:
а) частинка товщиною 850 мкм; б) частинки товщиною 200–300 мкм

з подачею столу верстату 800 мм/хв відколюються частинки шламу зі значними габаритними розмірами до 900 μm у порівнянні з розмірами частинок 200–300 μm з подачею столу верстату 315 мм/хв. Тому, хоча процес різання з подачею столу верстату 800 мм/хв є менш енергомістким, проте відбувається інтенсивніше пошкодження поверхні зразка з відколюванням більш габаритних частинок продуктів руйнування породи.

На базі проведених мікроскопічних досліджень поверхні блоку сірого граніту, отриманих при двох режимах експлуатації алмазної дискової пилки, досліджень шорсткості вказаних поверхонь і мікроскопічних досліджень геометричних параметрів продуктів руйнування гірської породи, отриманих під час різання зазначеного блоку, було зроблено висновок, що раціональним режимом експлуатації алмазного сегментного відрізного круга для забезпечення якісної поверхні сірого граніту для подальшого його застосування в облицювальних роботах є

режим подачі столу горизонтально-фрезерного верстата – 315 мм/хв.

У процесах видобутку й перероблення природного каменю основна частина витрат пов'язана зі зношуванням дорогого алмазного інструменту. Водночас зношування інструменту сильно залежить від режимів його експлуатації. Так, при експлуатації видобувного обладнання в області раціональних режимів вартість алмазного інструменту становить 75% від загальної вартості витрат на відділення блоку від масиву, а при експлуатації переробного – 52% від вартості операції на обробку. Якщо алмазний інструмент використовується в режимах, відмінних від раціональних, то цей показник значно зростає. Тому з метою зниження собівартості й підвищення конкурентоспроможності готової продукції виробів із природного каменю для облицювальних робіт необхідно встановити оптимальні режими пиляння, фрезерування та шліфування алмазним інструментом, під час яких витрата алмазного інструменту буде мінімальною, а якість поверхні каменю високою.

Список літератури:

1. Мясникова О.В., Шеков В.А. Исследование динамики поведения микротрещиноватости, наведенной взрывом в гранитах. *Геолого-технологические исследования индустриальных минералов Фенноскандии*. Петрозаводск : КарНЦРАН, 2003. С. 82–85.
2. Мясникова О.В., Шеков В. А Некоторые аспекты оценки разрушения горных пород. *Строительные материалы*. 2008. № 7. С. 26–27.

3. Мясникова О.В. Исследование микротрещиноватости изверженных горных пород при динамических нагрузках. *Связь поверхностных структур земной коры с глубинными* : материалы 14-й международной конференции. Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2008. Ч. 2. С. 67–70.
4. Коробійчук В.В., Подчашинський Ю.О., Ремезова О.О., Соболевський Р.В. Розробка методики визначення геометричних ознак тріщинуватості зразків декоративного природного каменю. *Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях* : 7 ежегодная международная промышленная конференция и блиц-выставка, г. Славское, 12–16 февраля 2007 г. Славское, 2007. С. 298–300.
5. Соболевський Р.В., Левицький В.Г. Обґрунтування оптимальних технологічних параметрів видобування гранітних блоків на основі показників тріщинуватості. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2014. № 3. С. 48–52.
6. Барська Н.М., Соболевська М.Ф., Недавніх Н.О. Геолого-економічна оцінка дорозвіданих та залишкових запасів Звірківського родовища гранітів в Уманському районі Черкаської області : звіт партії нерудної сировини ДП «Центрукргеологія» НАК «Надра України». Черкаси, 2013. 251 с.
7. Орлов А.М. Добыча и обработка природного камня. Москва : Строиздат, 1977. 350 с.
8. Александров В.А., Мифлинг Д.М., Мельник В.А. Силовые и энергетические параметры при царапании гранита единичным алмазным зерном. *Сверхтвердые материалы*. 1985. № 3. С. 53–58.
9. Виноградова О.П. Руйнування гірських порід інструментом з функціональними елементами із композиційних алмазовмісних матеріалів : дис. ... канд. техн. наук : 05.15.09. Київ, 2015. 196 с.
10. Люненко Т.О. Оптимізація використання блочного каменю для оздоблювальних робіт : дис. ... магістранта : 184 «Гірництво». Київ, 2019. 97 с.
11. ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики. Москва : Стандартинформ, 2018. 7с.
12. ДСТУ Б EN 1469: 2007. Вироби з природного каменю. Облицовальні плити. Вимоги (EN 1467: 2003, IDT) [Чинний від 2008-10-01]. Київ : Технічний комітет стандартизації ТК 305 «Будівельні вироби і матеріали», 2007. 38 с.
13. Горобчишин О.В., Гелета О.Л., Сергієнко І.А. Оцінка блиску полірованої поверхні декоративного каміння. *Коштовне та декоративне каміння*. 2011. Київ, ДГЦУ. № 3 (65). С. 12–15.

Vapnichna V.V., Vynohradova O.P. EXTENSION OF THE NOMENCLATURE OF RAW MATERIALS OF CRUSHED STONE QUARRY FOR OBTAINING FACING PRODUCTS FROM NATURAL STONE

The paper substantiates the use of the technology of natural stone processing with a diamond disk tool in combination with the drilling method of extraction of raw materials. The technological line allowing to get the block of granite of the correct form, with a fracture of not more than 100 μm , which is suitable for macro geometric parameters as a facing raw material, is developed.

Express diagnostics were performed using a LomMetam P-1 microscope (after spraying the samples) in order to compare the obtained micro crack values (gray-red – 10–60 μm , red – 230–400 μm). As a result of the analysis of samples of fracture products (sludge) by magnetic separation using a LomMet microscope, different cutting modes with a diamond disc tool, it is found that, at the second cutting, the sludge particles with significant dimensions of 900 μm / min are cut off with a large overall dimensions of μm , compared to the machine feed table of 315 μm / min with a thickness of 200–300 μm , so the cutting process is less energy intensive, but the surface of the sample is damaged.

The surface profiler measured the surface roughness and fracture of the specimens according to DSTU B EN 1467: 2007. The economic technological mode of cutting by a disk tool which influences the roughness of the test specimen is determined in such a way that reduces the cost of polishing works.

In the process of extraction and processing of natural stone, the major part of the cost is associated with the wear and tear of an expensive diamond tool. In this case, the tool wear is highly dependent on its operating modes. Thus, when operating mining equipment in the field of rational modes, the cost of the diamond tool is 75% of the total cost of separation of the block from the array, and in the operation of processing – 52% of the cost of the processing operation. If the diamond tool is used in modes other than rational, then this figure increases significantly. Therefore, in order to reduce the cost and increase the competitiveness of the finished products of natural stone products, it is necessary to establish rational sawing, milling and grinding modes with a diamond tool, in which the consumption of the diamond tool will be minimal.

Key words: blocks of natural stone, rubble quarry, granite, diamond disc tool, fracture, roughness.