

Оброблюваність природного камення – об'єктивна основа його класифікації

Частина 4. Трудомісткість обробки деяких видів природного камення. Вплив міцнісних властивостей каменів на трудомісткість їх обробки

В.В. ПЕГЛОВСЬКИЙ,
кандидат технічних наук

В.І. СИДОРКО,
доктор технічних наук

В.Н. ЛЯХОВ, інженер

О.М. ПОТАЛИКО, інженер

Науково-технологічний алмазний концерн «АЛКОН» НАН України

УДК.679.8. Приведены абсолютные значения производительности шлифования и относительные значения трудоемкости обработки различных видов природных полудрагоценных и декоративных камней. Рассмотрено влияние прочностных свойств природных камней на трудоемкость их обработки.

Absolute values of productivity of grinding and relative values of labour input of processing of various kinds of natural semiprecious and decorative stones are resulted. Influence strength properties of natural stones on labour input of their processing is considered.

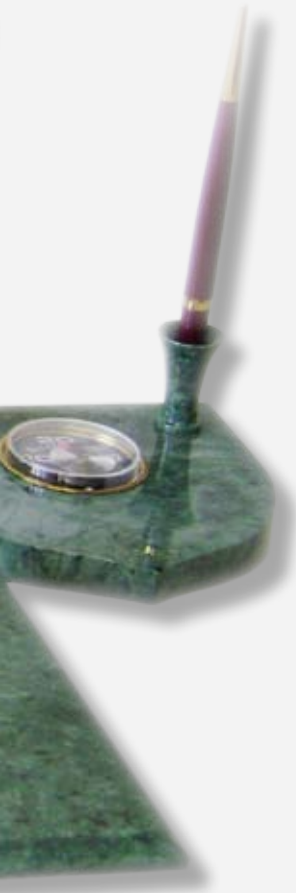
У перших частинах цієї роботи були розглянуті відомі класифікації природного напівдорогоцінного та декоративного камення, властивості, що діагностуються у цих групах природних каменів і які безпосередньо впливають на оброблюва-

ність (зокрема, енергоємність) алмазної обробки деяких їх видів [2–4].

Рівняння, що пов'язує трудомісткість шліфування природного камення з його фізико-механічними властивостями, має такий вигляд:

$$t = f(T_M, R_{CT}, H, \rho_o) [2],$$

де t – відносна трудомісткість обробки; T_M – твердість за шкалою Мооса; R_{CT} – межа міцності при одновісному стисканні; H – мікротвердість (твердість за Вікерсом); ρ_o – середня щільність гірської породи.



Відносну трудомісткість шліфування різних матеріалів t визначали залежно від трудомісткості шліфування еталонного матеріалу, за який взято онікс Карлюкського родовища (Казахстан), що є зручнішим для обробки та найменш енергоємним матеріалом [3] з каменів, використовуваних для виготовлення декоративно-художніх виробів. Трудомісткість його обробки була взята за одиницю.

Основними умовами визначення об'ємної продуктивності шліфування Q – величини, яка була основою для знаходження відносної трудомісткості обробки, – є шлях тертя зразків 1000 м та питомий тиск 60 кПа, що відповідають відомим способам визначення стираності та оброблюваності природного каміння [5, 6].

Експерименти з визначення продуктивності шліфування проводили на шліфувально-полірувальному верстаті моделі ЗШП-320, що використовують

у каменеобробці та оптичному виробництві, одна з позицій якого представлена на рисунку 1 а. Верстат надає можливість у широких межах варіювати необхідні технологічні параметри обробки: швидкість обертання, силу притиску і взаємне розташування інструменту та оброблюваної деталі. Під час проведення експериментів використовували алмазний круг типу 6А2П $\varnothing 150 \times 5 \times 40$ А1 1000/800-150 М10-01 (рис. 1 б), який встановлювали за допомогою спеціальної оправки (рис. 1 в) на одній з робочих позицій верстата. З природного напівдорогоцінного й декоративного каміння вибраних видів виготовляли зразки розміром $100 \times 100 \times 20-25$ мм (рис. 1 г). Для їх швидкої установки та знімання застосовували спеціальний трафарет (рис. 1 д).

Для дослідження були вибрані такі види природного каміння: мармурові онікси (два види), мармури (три види),



а



б



в



г



д

Рисунок 1. Устаткування, інструмент та оснащення, застосовані для досліджень оброблюваності природного каміння: а – верстат ЗШП-320; б – інструмент; в – оправка; г – зразок (яшма); д – трафарет

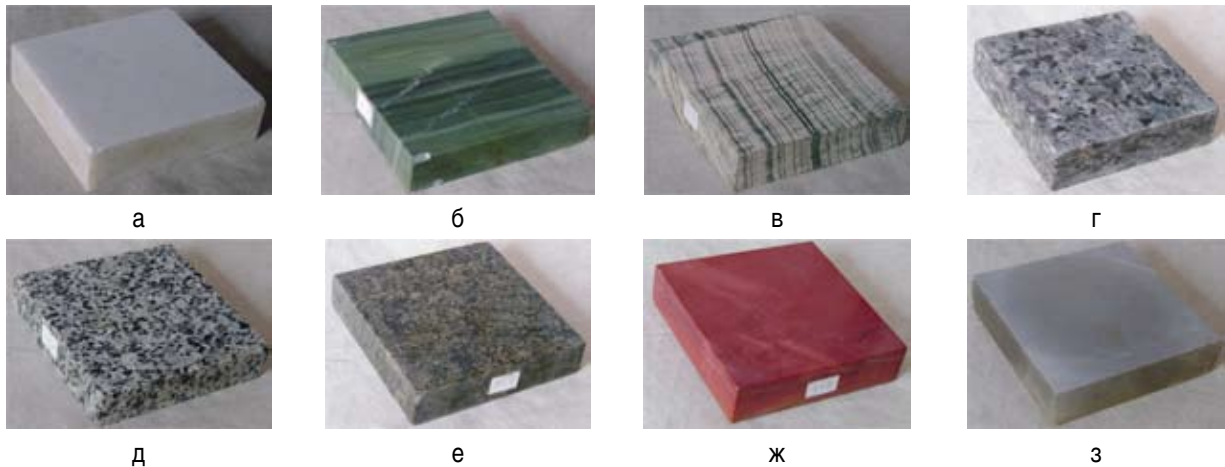


Рисунок 2. Деякі зразки каменів, які використовували в дослідженні трудомісткості: а – мармур “Каррара”, Італія; б – офіокальцит, Росія; в – скарн, Росія; г – лабрадорит, Норвегія; д – граніт покостівський, Україна; е – граніт маславський, Україна; ж – кварцит овруцький, Україна; з – кварц льодистий, Україна

травертин, офіокальцит, лазурит, лиственіт, серпентиніт, габро, лабрадорит (два види), скарн, нефрит, жадеїт, граніти (чотири види), яшма, кварцит, кварц, халцедон та кремій.

На рисунку 2 представлено зразки деяких із цих видів природного каміння.

У таблиці 1 наведено технологічні параметри обробки каменів під час проведення експериментальних досліджень.

У таблиці 2 зібрано дані про продуктивність та відносну трудомісткість шліфування досліджених видів природного каміння, а також середні помилки експериментальних досліджень для кожного виду. Дані представлено в порядку зростання трудомісткості обробки. Середня помилка проведених досліджень (Δ) на всіх видах каменів не перевищує 20 %.

Таблиця 1.

Технологічні параметри обробки

Параметри	Одиниці вимірювання	Значення
Частота обертання шпинделя	об./хв.	97
Частота подвійних ходів повідка	дв. ходів/хв.	48
Питомий тиск	кПа	60
Асиметрія штриха	мм	30
Сумарна споживана потужність	кВт	2,2
Витрата СОТС (води) за 1 хв.	м ³	3,33-6,67×10 ⁻⁶

З таблиці 2 видно, що значення трудомісткості шліфування природних каменів близькі для окремих груп каміння: оніксів, мрамору “Каррара”, травертину і офіокальциту; твердих видів мрамору, лазуриту і лиственіту; габро, лабрадориту, скарну та нефриту; жадеїту, гранітів та яшми технічної; кварциту, кварцу, халцедону та кремію. Все це створює передумови для об’єднання каменів у групи з близькою відносною трудомісткістю обробки.

Таблиця 2.

Продуктивність шліфування та відносна трудомісткість обробки природних напівдорогоцінних і декоративних каменів

Вид природного каменю. Родовище. Країна	Q, мм ³ /км	t, відн. од.	Δ , %
Мрамуровий онікс. Карлюкське. Казахстан	77187	1,0	12
Мрамуровий онікс. Кумишканське. Казахстан	68200	1,13	6
Мрамур білий “Каррара”. Каррара. Італія	49310	1,57	6
Травертин. Вірменія	26977	2,86	7
Офіокальцит. Росія	17237	4,48	31
Мрамур “Верде Гватемала”. Гватемала	12511	6,20	13
Лазурит. Росія	11983	6,44	22
Лиственіт. Росія	11834	6,52	15
Серпентиніт. Росія	11610	6,65	10
Мрамур “Верде”. Індія	8021	9,62	30
Габро. Торчинське. Україна	3512	22,0	16
Лабрадорит. Головинське. Україна	3019	25,6	30
Скарн. Росія	1691	45,7	22
Нефрит. Росія	1570	49,2	13
Лабрадорит темний. Норвегія.	866	89,1	12
Жадеїт. Росія	499	155	35
Граніт. Покостівське. Україна	375	206	25
Граніт. Маславське. Україна	331	233	26
Яшма технічна. Росія	244	316	20
Граніт. Омелянівське. Україна	221	349	20
Граніт. Межирицьке. Україна	133	580	16
Кварцит червоний. Овруцьке. Україна	119	649	25
Льодистий кварц. Україна	70,1	1100	31
Халцедон. Казахстан	32	2412	12
Кремій. Росія	23	3355	39

Крім того, бачимо, що трудомісткість обробки природного камення істотно відрізняється. Все це зумовлює необхідність застосування різноманітного устаткування під час каменеобробки, використання алмазно-абразивного інструменту з різними параметрами алмазоносного шару, а також призначення дуже відмінних технологічних режимів обробки для різних видів каменю.

Слід зазначити, що використання інструменту з такими високими значеннями щодо властивостей міцності алмазів, високою їх концентрацією та великою зернистістю у виробництві зустрічається рідко, тому такий інструмент можна вважати еталонним. Трудомісткість обробки каменів при використанні інструменту з іншими (звичайними) параметрами може бути в 2–3 рази меншою.

Для дослідження залежності трудомісткості обробки каменів від їх фізико-механічних властивостей (для прикладу вибрано камені середньої твердості) взяли такі їх види: мармурові онікси з Карлюкського та Кумишканського родовищ (Казахстан), мармури “Каррара” (Італія) та “Верде Гватемала” (Гватемала), офіокальцит, серпентиніт, лазурит та лиственіт (Росія).

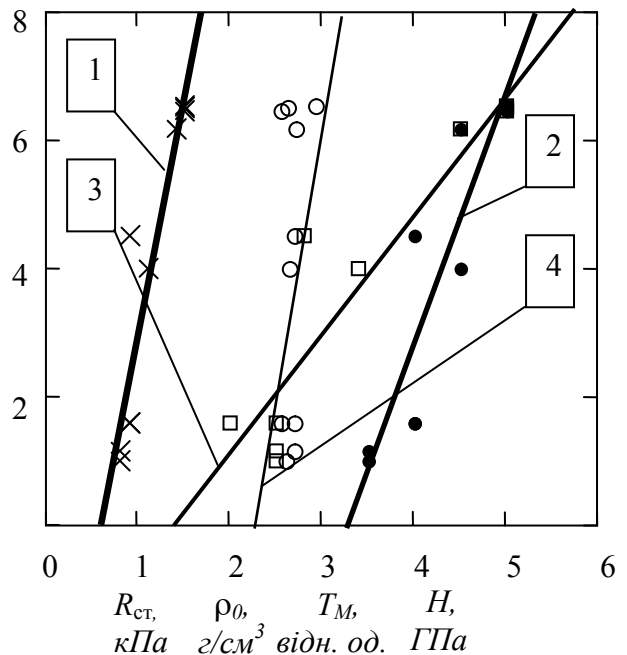
Залежності відносної трудомісткості шліфування вибраних каменів від їх міцнісних та якісних властивостей показано на рисунку 3. Дані про фізико-

Рисунок 3.

Залежності відносної трудомісткості шліфування (t) природних каменів від:

- 1 – межі міцності при стисканні ($R_{ст}$),
- 2 – твердості за шкалою Мооса (T_M),
- 3 – мікротвердості (H),
- 4 – середньої щільності породи (ρ_o)

t , відн. од.



механічні властивості цих каменів було подано раніше [2].

Ці залежності (рис. 3) апроксимовано через лінійні функції вигляду

$Y = \kappa X + b$ за допомогою методу найменших квадратів і програмного пакету “Mathcad 2000 Pro” [1].

Коефіцієнти регресії κ і b , середні помилки апроксимації Δ для всіх залежностей наведено в таблиці 3.

Як випливає з даних на рисунку 3 та в таблиці 3, за умови посилення міцнісних властивостей природних каменів

трудомісткість їх обробки стрімко підвищується. Властивості залежно від їх впливу на трудомісткість шліфування вибраних природних каменів можна розташувати в такому порядку: межа міцності при стисканні, твердість за шкалою Мооса, мікротвердість. Середня помилка апроксимації впливу всіх міцнісних властивостей (межі міцності при стисканні, твердості за шкалою Мооса та за Вікерсом) складає 27 %. Водночас, якщо вплив середньої щільності на трудомісткість шліфування значний,

Таблиця 3.

Коефіцієнти регресії та середні помилки апроксимацій впливу фізико-механічних властивостей на трудомісткість шліфування природних каменів

Досліджувана властивість	Коефіцієнт регресії		Середня помилка апроксимації Δ , %
	κ	b	
Межа міцності при одновісному стисканні, $R_{ст}$	7,30	-4,31	24
Твердість за шкалою Мооса, T_M	3,76	-12,2	27
Мікротвердість, H	1,98	-3,01	31
Середня щільність гірської породи, ρ_o	9,97	-22,7	89



то помилка апроксимації впливу цього показника на трудомісткість обробки (табл. 3) є високою, що не дозволяє стверджувати про наявність такого впливу.

Отримані результати можуть сприяти об'єктивному розподілу природних каменів на групи відповідно до трудомісткості їх обробки, що дозволить кваліфіковано призначати технологічні параметри обробки каменів залежно

від їх належності до тієї чи іншої групи, що є особливо актуальним при виготовленні виробів із каменю.

Результати цих досліджень можуть бути застосовані для прогнозування трудомісткості обробки досліджених видів природних каменів та видів, близьких до них за міцнісними властивостями, хімічним або мінералогічним складом.

Отримані дані можна використати для визначення технологічних параметрів виготовлення деталей з різних видів каменю, а також оцінки трудомісткості виготовлення виробів із них.

Література

1. Кудрявцев Е.М. Mathcad 2000 Pro. – М.: АМК, 2001. – 572 с.
2. Пегловский В.В., Сидорко В.І., Ляхов В.Н., Поталико О.М. Оброблюваність природного каміння – об'єктивна основа його класифікації. Частина 2. Фізико-механічні властивості напівдорогоцінного та декоративного каміння // Коштовне та декоративне каміння. – К.: Вид-во ДГЦУ. – 2009. – № 3 (57). – С. 16 – 21.
3. Пегловский В.В., Сидорко В.І., Ляхов В.Н., Поталико О.М. Оброблюваність природного каміння – об'єктивна основа його класифікації. Частина 3. Основні поняття алмазної обробки каміння. Енергоємність обробки деяких видів природного каміння. Вплив властивостей природного каміння на енергоємність його обробки // Коштовне та декоративне каміння. – К.: Вид-во ДГЦУ. – 2009. – № 4 (58). – С. 16 – 20.
4. Сидорко В.І., Пегловский В.В., Ляхов В.Н., Поталико О.М. Оброблюваність природного каміння – об'єктивна основа його класифікації. Частина 1. Системи класифікацій природного каміння // Коштовне та декоративне каміння. – К.: Вид-во ДГЦУ. – 2009. – № 2 (56). – С. 8 – 11.
5. ГОСТ 30629-99. Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний. Введ. 01.01.2001.
6. Пат. 33227 Україна, МПК (2006). В28D 1/00, Спосіб визначення оброблюваності каменю / В.І. Сидорко, В.В. Пегловський, В.Н. Ляхов, О.М. Поталико. – Заявл. 21.02.08; Опубл. 10.06.08, Бюл. № 11.

Шановні читачі!

Нагадуємо, що Державний гемологічний центр України
згідно з наказом Міністерства фінансів України
від 06.12.2000 № 312

проводить реєстрацію власних і торгових назв

дорогоцінного каміння, дорогоцінного каміння органогенного утворення
і декоративного каміння з родовищ України

Зареєстровані торгові назви входять
до уніфікованої обліково-інформаційної системи власних ознак
природного каміння з родовищ України —
Реєстру природного каміння України!

*Власники свідоцтв про реєстрацію торгових назв отримують
можливість:*

- вирішувати питання правомірності використання власних і торгових назв природного каміння України;
- підтримки та просування власних і торгових назв на національному та зовнішньому ринках (за рахунок надання інформації про торгову назву на сайті ДГЦУ, в довіднику "КДК" та інших виданнях);
- регулювання прав власників торгових назв природного каміння при здійсненні торгових операцій.

Порядок подання матеріалів на реєстрацію торгові назви природного каміння

1. Подання заяви щодо внесення власної й торгові назв до Реєстру природного каміння на ім'я директора ДГЦУ.

2. Надання до ДГЦУ відомостей у 10-денний термін за таким переліком:

- документ, що підтверджує право володіння або розпорядження природним камінням (окремим каменем);
- технічна картка родовища природного каміння (для надрокористувачів);
- копія протоколу Державної комісії України по запасах корисних копалин (далі — ДКЗ) (для надрокористувачів);
- стислі письмові пояснення щодо якісних характеристик природного каміння (окремого каменя), необхідні для встановлення їх відповідності власній і торговій назвам;
- пропозиції щодо власної і торгові назв природного каміння (окремого каменя) українською, російською та англійською мовами (у разі потреби — іншими мовами) із відповідним обґрунтуванням (мотивацією);
- еталонні зразки (для дорогоцінних, дорогоцінних органогенного походження і напівдорогоцінних каменів — зразки довільної форми й розмірів; для декоративних каменів — поліровані плити розміром 300 x 300 мм);
- копія сертифіката радіаційної безпеки.

Перелік власних і торгових назв природного каміння із родовищ України, включених до Реєстру природного каміння, щоквартально публікується в журналі **«Коштовне та декоративне каміння»**.

*Детальну інформацію можна отримати
на сайті Державного гемологічного центру України gems.org.ua
і за тел.: 492-9318, 483-3177.*

ШАНОВНІ ЧИТАЧІ ТА ДОПИСУВАЧІ!

Редакція журналу «Коштовне та декоративне каміння» приймає для публікації наукові та науково-публіцистичні статті, тематичні огляди, нариси щодо коштовного, напівкоштовного та декоративного каміння, виробів з нього, напрямків та культури використання, новин світового та вітчизняного ринку тощо.

1. Статті публікуються українською або англійською мовами.

2. Матеріали разом зі списком літератури, резюме, рисунками, графіками, таблицями подаються у форматі А4 в друкованому та електронному вигляді загальним обсягом не більше 10 сторінок, кегль (розмір) 12, інтервал між рядками 1,5. Електронний варіант тексту приймається в одній із версій Word, шрифт Times New Roman на дискеті 3,5 або по e-mail причіпним файлом.

3. Рисунки, графіки, таблиці та фотографії мають бути чіткими і контрастними. Крім того, фотографії повинні подаватися у графічному форматі (TIF, JPG).

4. На початку статті обов'язково вказувати індекс УДК, назву статті, ПІБ автора, назву установи, де працює (якщо працює) автор, його науковий ступінь (якщо є) та коротке (до 10 рядків) резюме російською і англійською мовами.

5. Рукопис повинен бути датований і підписаний автором.

6. Матеріали подаються до редакції для редагування і корекції тексту не пізніше ніж за 1,5 місяця, а для форматування — за 1 місяць до публікації видання «КДК».

7. Редакція не несе відповідальності за точність викладених у матеріалах фактів, цитат, географічних назв, власних імен, бібліографічних довідок і можливі елементи прихованої реклами, а також використання службових й конфіденційних матеріалів окремих організацій, картографічних установ, усіх об'єктів інтелектуальної власності та залишає за собою право на літературне й граматичне редагування.

8. Неопубліковані матеріали, рисунки, графіки та фото до них автору не повертаються.

Просимо звертатись за адресою:
ДГЦУ, вул. Дегтярівська, 38-44
м. Київ, 04119
Тел.: 492-93-28
Тел./факс: 492-93-27
E-mail: olgel@gems.org.ua