

УДК 679.8.

В.В. ПЕГЛОВСЬКИЙ,
кандидат технічних наук
Науково-технологічний алмазний
концерн "АЛКОН" НАН УКРАЇНИ

Дослідження трудомісткості виготовлення виробів із каменю

Частина 1. Вплив параметрів алмазного шару інструменту на продуктивність обробки каменю

Рассмотрено влияние основных параметров алмазоносного слоя камнеобрабатывающего инструмента – концентрации, прочности (марки) и размера синтетических алмазов рабочего слоя на производительность обработки декоративных и полудрагоценных природных камней. На основе обобщения данных по более 30 видам таких камней определены поправочные коэффициенты для практических расчетов производительности обработки и определения обоснованных норм времени при изготовлении изделий из камня.

The effect of the main parameters of the diamond layer of stone processing tools - concentration, strengths (grade) and size of the working layer synthetic diamonds - on processing performance of decorative and semi-precious natural stones is considered. The correction factors for practical calculations of processing performance and determination of reasonable time standards for stone products manufacturing are determined on the basis of more than 30 kinds of stone data.

Ураніше опублікованих роботах було запропоновано класифікацію декоративного та напівдорогоцінного каміння за оброблюваністю, а саме: трудомісткістю (t), енергоємністю (e) і коефіцієнтом відносної оброблюваності (B) у взаємозв'язку з особливостями їхнього хімічного та мінералогічного складу і міцнісними властивостями [1, 2]. Також було розглянуто трудомісткість полірування каменів [3]. Такий розподіл каменів за групами оброблюваності був пов'язаний з однаковими

умовами випробування каменів, а саме: однакової довжини шляху тертя під час іспитів всіх їх видів, однакових технологічних параметрів (лінійної швидкості, питомого тиску та ін.) та однакових параметрів алмазоносного шару інструменту (міцності або марки, концентрації і розміру синтетичних алмазів) [4, 5].

Однак під час виготовлення виробничо-технічних, будівельних, інтер'єрних та декоративно-художніх виробів із каменю [6, 7], як правило, використовують інструмент з різними па-

раметрами алмазоносного шару. Тому необхідно з'ясувати, як ці параметри впливають на продуктивність обробки.

Загальні визначення основних параметрів алмазного каменеобробного інструменту, а саме – концентрації, міцності (марки) та розміру синтетичних алмазів, розглядалися раніше [8].

Ілюстрацію впливу цих параметрів на продуктивність обробки розглянемо на прикладі деяких каменів третьої та четвертої груп. Перелік каменів, які належать до цих груп, наведено в таблиці 1 [1].

Таблиця 1. Види природних каменів, які належать до третьої та четвертої груп

Найменування природних каменів. Походження, родовище або торгова марка	Група оброблюваності
Декоративні: всі види лабрадориту (наприклад: Головинське, Турчинське та ін. – Україна; біломорит – Росія; «Blue Pearl», «Emerald Pearl» та ін. – Норвегія); всі види габро (наприклад: Сліпчицьке, Олександрівське та ін. – Україна; Баженівське, Шавасайське – Росія), базальт. Напівдорогоцінні: родоніт (Узбекистан, Росія), нефрит (Китай, Індія, Росія та ін.), амазоніт (Гора Плосьька – Росія), скарн (Далекосхідне – Росія), чароїт (Мурунське – Росія)	Третя
Декоративні: граніти всіх видів (наприклад: Софіївське, Маславське та ін. – Україна; Сухов'язовське, Каштакське та ін. – Росія; «Amadeus» Фінляндія; Куртінське – Казахстан) а також інші види гранітів різних родовищ, торгових марок та країн. Напівдорогоцінні: жадеїт (Китай, Індія, Росія та ін.), обсидіан (Грузія, Азербайджан та ін.), джеспіліт (Україна, Росія) тигрове та соколине око, гранат-хлоритові породи, роговики, порфіри	Четверта

З усіх цих каменів як приклад обрано ті види декоративного каміння, які в значній кількості видобувають в Україні (габро та граніти), а з напівдорогоцінного каміння ті, які в основному видобувають у Росії (чароїт, родоніт, жадеїт). За цими видами і наведено дані експериментальних досліджень. Фотографії зразків, виготовлених з цих каменів, подано на рисунку 1.

На рисунку 2 показано апроксимовані лінійно за допомогою відомих методів [9] залежності продуктивності обробки цих каменів від параметрів алмазозносного шару каменеобробного інструменту: а – концентрації; б – міцності (марки) та сумісного впливу розміру алмазних зерен і міцності.

Ці дані є результатом експериментальних і технологічних досліджень закономірностей продуктивності обробки декоративних та напівдорогоцінних каменів, а також частиною загальних досліджень закономірностей обробки більше ніж 30 видів каменю. Під час досліджень застосовували інструменти типу 6A2T та АЕ різного діапазону розмірів $\varnothing 40\text{--}400$, в алмазозносному шарі яких були синтетичні алмази марок AC15–AC100 розміром $40/28\text{--}400/315$ та концентрацією $12,5\text{--}150\%$ з металевими зв'язками різного складу на основі порошоків міді, алюмінію, олова, цинку та заліза M1-10-1, M6-15 та M2-01, твердість яких (HRB) знаходилась у межах 75–90. Технологічні параме-

три обробки відповідали загальновідомим методам визначення оброблюваності [4, 5].

Під час досліджень встановлено, що для всіх видів каменів різних груп, які мають відмінний хімічний склад, певні мінералогічні особливості, а також широкий спектр фізико-механічних властивостей, за їх обробки алмазно-абразивним інструментом зростання концентрації алмазів в алмазозносному шарі в дослідженому інтервалі ($12,5\text{--}150\%$) призводить до зниження продуктивності обробки (приблизно на 40 %) для каменів 1–4 груп та практично не відображається на продуктивності обробки каменів 5 групи.



Рисунок 1. Зразки каменів, які належать до різних груп за оброблюваністю: третя: 1 – чароїт, 2 – родоніт (Росія), 3 – габро (Україна); четверта: 4, 5 – граніти (Україна), 6 – жадеїт (Росія)

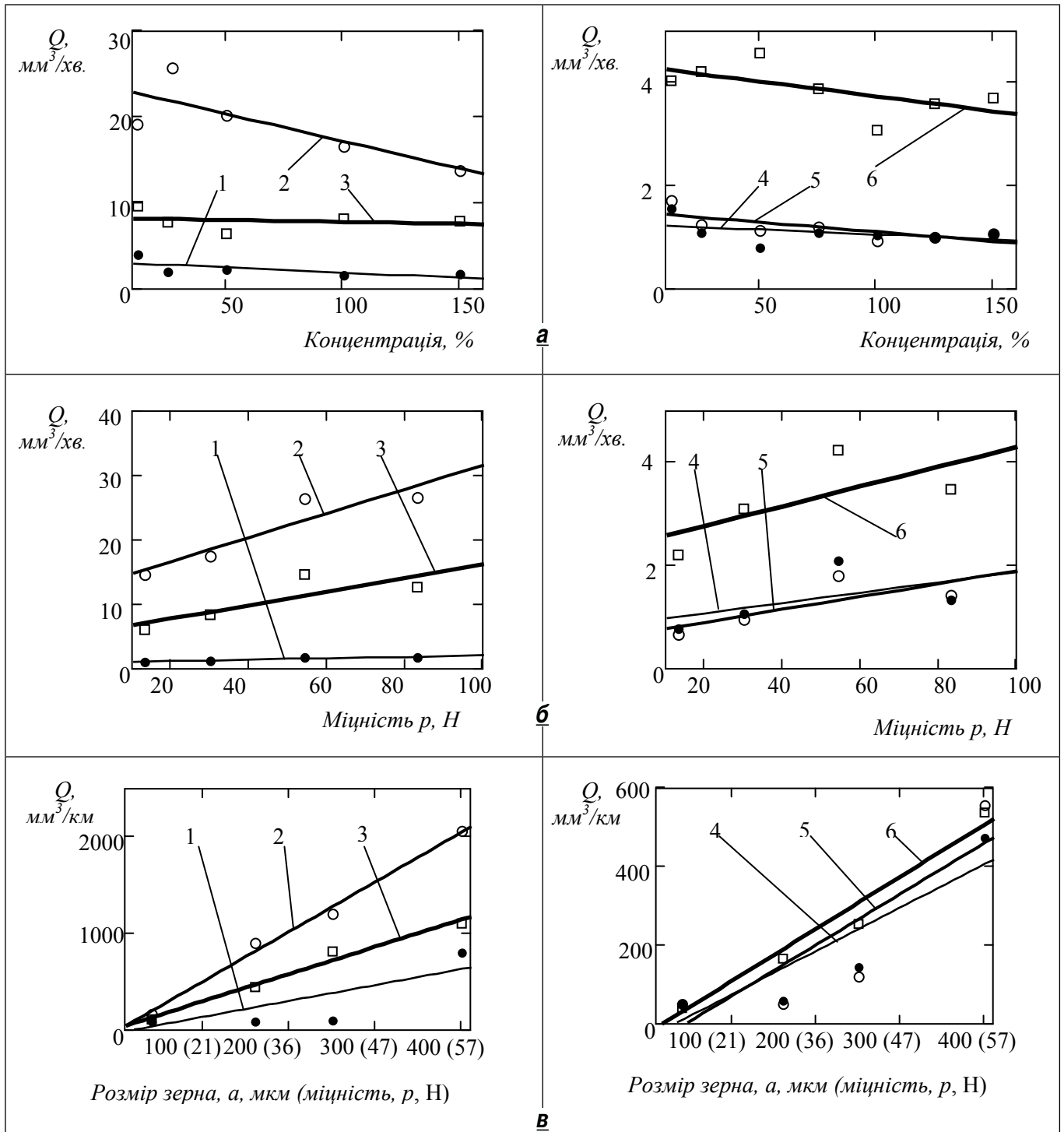


Рисунок 2. Залежність продуктивності обробки каменів третьої (1 – чароїт, 2 – родоніт, 3 – габро) та четвертої груп (4, 5 – граніти, 6 – жадеїт) від параметрів алмазоносного шару каменеобробного інструменту: а – концентрації; б – міцності (марки), в – сумісного впливу розміру та міцності

Зростання міцності (номера марки) синтетичних алмазів у досліджених діапазонах (міцність алмазів 13–83 Н) приводить до росту продуктивності обробки приблизно у 2 рази, а зростання розміру алмазних зерен у діапазоні 40/28–400/315 мкм також зумовлює зростання продуктивності у 12–14 разів.

Аналіз даних про вплив характеристик алмазоносного шару інструменту –

концентрації, міцнісних властивостей (марки) та розміру (зернистості) синтетичних алмазів, які були отримані для всіх груп каменів [1], дали можливість, враховуючи лінійну апроксимацію цих залежностей, встановити поправочні коефіцієнти для концентрації (K_K), марки (K_M) та розміру алмазів (K_P), які можна використовувати для практичних розрахунків продуктивності шліфу-

вання каменю за умови використання алмазних інструментів з різними параметрами алмазоносного шару на різних технологічних операціях, розрахунку трудомісткості виготовлення виробів з каменю та встановлення норм часу на кожній технологічній операції (табл. 2).

Зіставити продуктивність шліфування каменю певного виду, який оброблюється алмазним інструментами од-

Таблиця 2. Значення поправочних коефіцієнтів (K_K , K_M , K_P) для розрахунку продуктивності шліфування каменів 1–5 груп для різних концентрацій, марок та розмірів синтетичних алмазів

Концентрація алмазів, %	Значення K_K						
	25	50	75	100	125	150	-
Камені 1–4 груп	1,05	1,0	0,96	0,92	0,88	0,85	-
Камені 5 групи	1,0			1,1			
Марка алмазів	Значення K_M						
	AC15	AC20	AC32	AC50	AC65	AC80	AC100
	1,0	1,05	1,22	1,37	1,54	1,88	1,92
Розмір алмазів, мкм	Значення K_P						
	50/40	80/63	160/125	200/160	250/200	315/250	400/315
	1,0	2,50	5,80	7,17	8,96	10,90	13,04

ного виду, але з різними параметрами алмазоносного шару за однакових технологічних режимів, можливо за допомогою формули:

$$Q_P = Q_D \times K_{KP} \times K_{MP} \times K_{PP} / K_{KD} \times K_{MD} \times K_{PD}$$

де Q_P , Q_D – відповідно розраховуванa та дослідна (відома) продуктивність обробки каменю певного виду на розглянутій технологічній операції; K_{KP} , K_{MP} , K_{PP} , K_{KD} , K_{MD} , K_{PD} – значення коефіцієнтів для концентрації, марки та зернистості синтетичних алмазів відповідно для визначуваних та дослідних параметрів алмазоносного шару інструменту (табл. 2). Причому продуктивність шліфування може виражатися в одиницях об'єму, площі або довжини.

Слід зазначити, що у разі обробки каменів різних груп є певні відмінності щодо вибору параметрів алмазоносно-

го шару інструменту. Так для каменів 1 та 2 груп переважно використовують синтетичні алмази марок AC15–AC32, 25–50 % концентрації, тоді як для каменів 3–5 груп алмази марок AC50–AC100 50–100 % концентрації. Щодо зернистості алмазоносного шару, то вона обирається, виходячи з потрібної продуктивності обробки та необхідної шорсткості утворюваної поверхні [10].

У цій статті розглянуто тільки одну із сторін, яка впливає на продуктивність обробки каменю, але, крім неї, на продуктивність також впливають технологічні параметри обробки (лінійна швидкість, питомий тиск, кількість мастильно-охолоджуючої рідини й інше). Крім того, на продуктивність обробки каменю значно впливають вид використовуваного інструменту, клас та марка застосовуваного технологічного обладнання та інше.

Висновки

У результаті проведеної роботи встановлено, що зростання концентрації алмазів алмазного шару каменеобробного інструменту в розглянутому інтервалі призводить до невеликого зменшення продуктивності обробки ($\approx 40\%$), а зростання міцності синтетичних алмазів та їх розміру в розглянутих інтервалах спричинює значне зростання продуктивності обробки відповідно у 2 та 12–14 разів.

Ці особливості обробки каменю можуть бути обчислені за допомогою спеціальних коефіцієнтів, які враховують зміни продуктивності обробки та норм виробітку під час виготовлення виробів з каменю для різних параметрів алмазоносного шару інструменту.

Використана література

1. Пегловський В.В., Сидорко В.І., Ляхов В.Н., Поталико О.М. Оброблюваність природного каміння – об'єктивна основа його класифікації. Частина 8. Класифікація декоративного та напівдорогоцінного каміння за оброблюваністю // Коштовне та декоративне каміння. – 2011. – № 1 (63) – С. 16–22.
2. Пегловський В.В., Сидорко В.І., Ляхов В.Н., Поталико О.М. Оброблюваність природного каміння – об'єктивна основа його класифікації. Частина 7. Урахування сумісного впливу фізико-механічних властивостей, особливостей хімічного та мінералогічного складу природних каменів на їх оброблюваність. Побудова моделі для розрахунку оброблюваності природних каменів // Коштовне та декоративне каміння. – 2010. – № 4 (62). – С. 10–15.
3. Пегловський В.В., Сидорко В.І., Ляхов В.Н. Дослідження трудомісткості полірування природного каміння. Частина 2. Інструмент, технологічні параметри та трудомісткість полірування // Коштовне та декоративне каміння. – 2012. – № 2 (68). – С. 8–11.
4. Пегловський В.В., Сидорко В.І., Ляхов В.Н., Поталико О.М. Оброблюваність природного каміння – об'єктивна основа його класифікації. Частина 4. Трудомісткість обробки деяких видів природного каміння. Вплив міцнісних властивостей каменів на трудомісткість їх обробки // Коштовне та декоративне каміння. – 2010. – № 1 (59). С. – 12–16.
5. Пат. 90330 Україна, МПК (2009). B28D 1/00, Спосіб визначення оброблюваності каменю / В.І. Сидорко, В.В. Пегловський, В.Н. Ляхов, О.М. Поталико. – Заявл. 21.02.08; Опубл. 24.04.10, Бюл. № 8.
6. ДСТУ Б В.2.7-37-95. Строительные материалы. Плиты и изделия из природного камня. Технические условия.
7. Изделия камнерезные ТУУ 26.7-23504418-001:2007. – Введ. 01.05.2007.
8. Пегловський 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. – 2009. – № 4 (58). – С. 16–20.
9. Кирьянов Д. В. Mathcad 13. – СПб.: БВХ-Петербург, 2006. – 590 с.
10. Пегловський В.В., Сидорко В.І., Ляхов В.Н. Дослідження трудомісткості полірування природного каміння. Частина 1. Основні абразивні матеріали для полірування каменю. Головні вимоги до оброблюваної поверхні // Коштовне та декоративне каміння. – 2012. – № 1 (67). – С. 10–13.