

УДК.679.8.

В.В. ПЕГЛОВСЬКИЙ,
кандидат технічних наук

ДП «ІВЦ АЛКОН» НАН України

Дослідження трудомісткості виготовлення виробів з каменю

Частина 2. Вплив технологічних параметрів обробки на продуктивність шліфування каменю

Рассмотрено влияние основных технологических параметров камнеобработки: линейной скорости шлифования, приведенное удельного давления и расхода смазывающе-охлаждающей технологической среды на производительность обработки декоративных и полудрагоценных природных камней. На основании обобщения данных по более чем 30 видам таких камней определены поправочные коэффициенты для практических расчетов производительности обработки и определения норм времени при изготовлении изделий из камня.

Influence of basic technological parameters of treatments of stone is considered: to linear speed of polishing, resulted specific pressure and expense oiling and cooling of technological environment on the productivity of treatment of decorative and semiprecious natural stone and on the basis of generalization of information to on more than correction coefficients are certain 30 types of such stone for the practical calculations of the productivity of treatment and determination of norms of time at making of wares from a stone.

У першій частині цієї роботи було встановлено, що зростання концентрації алмазів алмазоносного шару камнеобробного інструменту від 12,5 до 150 % 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 [1]. Ці осо-

бливості 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 [1].

У роботі [2] була запропонована класифікація декоративних та напівдорогоцінних каменів за п'ятьма групами за коефіцієнтом відносної оброблюваності

(В), який зв'язує трудомісткість (t) та енергоємність (e) обробки каменю з особливостями їх хімічного та мінералогічного складу і міцнісними властивостями. Дослідження оброблюваності різних видів каменю здійснювалися за однакових умов випробування, а саме: однакових технологічних параметрів обробки (лінійної швидкості, приведенного питомого тиску та ін.); однакового для всіх видів каменю довжини шляху

тертя [3, 4] та однакових параметрів алмазозного шару інструменту, вплив яких на продуктивність обробки був розглянутий у першій частині [1].

Однак під час виготовлення будівельних, виробничо-технічних, інтер'єрних та декоративно-художніх виробів з каменю [5, 6] використовують різні технологічні параметри обробки. Тому ця робота ставить за мету з'ясувати, як основні технологічні параметри обробки каменю (лінійна швидкість, приведений питомий тиск та витрати мастильно-охолоджувального технологічного середовища – МОТС) впливають на її продуктивність.

Для ілюстрації впливу цих параметрів на продуктивність обробки з усіх найменувань каменів, які належать до третьої та четвертої груп (багато з яких видобувають в Україні), було обрано дванадцять видів, перелік яких подано в таблиці 1. Фотографії зразків, виготовлених з цих каменів, подано на рисунку 1.

Таблиця 1. Види природних каменів, які було відібрано для досліджень

Найменування природних каменів. Походження, родовище або торгова марка. Які дослідження ілюструють	Група оброблюваності
Дослідження впливу лінійної швидкості	
Родоніт, Росія (1). Габро, Україна (2)	Третя
Граніт, Покостівське, Україна (3). Жадеїт, Росія (4)	Четверта
Дослідження впливу приведенного питомого тиску	
Габро, Торчинське, Україна (5). Скарн, Росія (6)	Третя
Джеспіліт, Україна (7). Роговик, Росія (8)	Четверта
Дослідження впливу витрат МОТС	
Нефрит (9) та амазоніт (10), Росія	Третя
Граніт, Янцівське (11) та Омелянівське (12), Україна	Четверта



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12

Рисунок 1. Зразки каменів, які віднесені до третьої і четвертої груп оброблюваності та обрані для вивчення впливу лінійної швидкості, приведенного питомого тиску та витрат МОТС на продуктивність обробки: 1 – родоніт (Росія); 2 – габро (Україна); 3 – граніт покостівський (Україна); 4 – жадеїт (Росія); 5 – габро торчинське (Україна); 6 – скарн (Росія); 7 – джеспіліт (Україна); 8 – роговик, 9 – нефрит і 10 – амазоніт (Росія); граніти: 11 – янцівський і 12 – омелянівський (Україна)

Залежності продуктивності обробки обраних видів каменю (Q , мм³/хв) від технологічних параметрів обробки – лінійної швидкості (U , м/с), приведенного питомого тиску (P , КПа) та витрат МОТС (j , мм³/хв), апроксимовані лінійно за допомогою відомих методів [7], показано на рисунку 2.

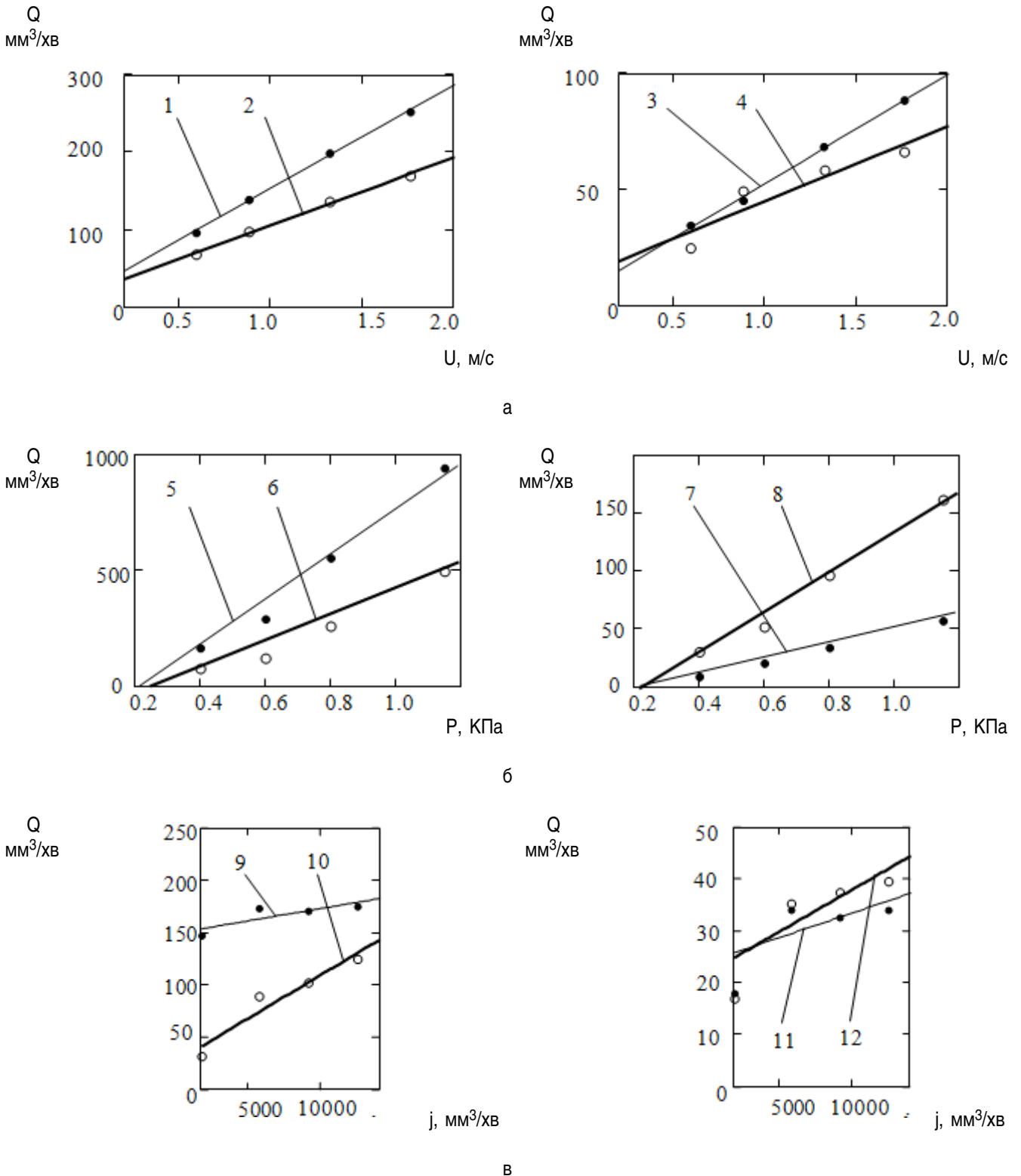


Рисунок 2. Залежність продуктивності обробки від технологічних параметрів: а – лінійної швидкості (U), б – приведенного питомого тиску (P) та в – витрат МОТС (j) для каменів третьої і четвертої груп: 1 – родоніт; 2, 5 – габро; 3, 11, 12 – граніти; 4 – жадеїт; 6 – скарн; 7 – джеспіліт; 8 – роговик; 9 – нефрит; 10 – амазоніт

У таблиці 2 наведено коефіцієнти регресії (k , b) та середні похибки апроксимації (Δ), яка в середньому складає біля 10 % для лінійних залежностей вигляду $Y = kX + b$.

Якщо апроксимувати ці залежності для кожного розглянутого фактора однією прямою (зважаючи на близькість значень коефіцієнтів регресії цих залежностей), то для кожного з них (лінійної швидкості, приведенного питомого тиску та витрат МОТС) отримаємо вираз, що пов'язує продуктивність шліфування з його зміною. На основі цих виразів можливо розрахувати поправочні коефіцієнти для врахування впливу кожного фактора (табл. 3). У таблиці зазначено $K_{ш}$, K_T , $K_{МС}$ – коефіцієнти, які враховують відповідно вплив лінійної швидкості, приведенного питомого тиску та витрат МОТС на продуктивність обробки природного каменю. Ці дані базуються на результатах експериментальних та технологічних досліджень закономірностей продуктивності обробки більше ніж 30 видів декоративних та напівдорогоцінних каменів.

Виходячи з даних рисунку 2 і таблиць 2, 3, можна зробити висновки, що у разі зростання лінійної швидкості і особливо питомого тиску продуктивність обробки значно зростає. Наприклад, зі збільшенням цих параметрів у десять разів у діапазонах 1–10 м/с та 60–600 КПа продуктивність зростає відповідно у 8,6 та 17 разів, а за такого самого збільшення витрат МОТС (одна відносна одиниця дорівнює 5000 мм³/хв) продуктивність зростає приблизно в 1,3 рази.

Оцінити розрахунковим способом продуктивність обробки каменю для різних технологічних режимів можна аналогічно тому, як вказано в першій частині цієї роботи для параметрів алмазного шару [1]. $Q_p = Q_d \cdot K_{шР} \cdot K_{ТР} \cdot K_{МСР} / K_{шД} \cdot K_{ТД} \cdot K_{МСД}$, де Q_p , Q_d – відповідно розраховувана (невідомі) та дослідна (відома) продуктивність обробки каменю певного виду в розглядуваній технологічній операції; $K_{шР}$, $K_{ТР}$, $K_{МСР}$; $K_{шД}$, $K_{ТД}$, $K_{МСД}$ – значення коефіцієнтів для лінійної швидкості, приведенного питомого тиску та витрат МОТС відповідно для розраховуваних та дослідних параметрів процесу обробки (табл. 3).

Слід зазначити, що під час виготовлення виробів з каменю розглянуті технологічні режими коливаються в широ-

Таблиця 2. Значення коефіцієнтів регресії та середніх похибок апроксимації цих залежностей

№ з/п	Досліджувані матеріали. Родовище, країна походження	Значення k	Значення b	Похибка D , %
1	Родоніт. Росія	134	19,3	2
2	Габро. Україна	87,6	17,9	2
3	Граніт. Покостівське, Україна	47,0	5,60	2
4	Жадеїт. Росія	32,4	12,5	13
5	Габро. Торчинське, Україна	1,07x10 ³	-301	11
6	Скарн. Росія	585	-3,61x10 ³	21
7	Джеспіліт. Україна	64,9	-17,1	4
8	Роговик. Росія	4,46x10 ³	-47,7	9
9	Нефрит. Росія	2,38x10 ⁻³	149	3
10	Амазоніт. Росія	8,38x10 ⁻³	25,8	13
11	Граніт. Янцівське, Україна	9,39x10 ⁻⁴	24,1	22
12	Граніт. Омелянівське, Україна	1,61x10 ⁻³	21,9	22

Таблиця 3. Значення поправочних коефіцієнтів ($K_{ш}$, K_T , $K_{МС}$) для розрахунку продуктивності шліфування природних каменів для різних технологічних режимів

Найменування	Шліфування чорнове					
	0,5	1	5	10	15	20
Лінійна швидкість U , м/с	0,57	1,0	4,4	8,6	12,9	17,1
Значення $K_{ш}$, від. од.	60	100	150	200	300	600
Приведений питомий тиск P , КПа	1,0	2,83	4,25	5,67	8,5	17,0
Значення K_T , від. од.	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	10,0
Витрати МОТС j , від. од.	0,98	1,0	1,03	1,06	1,12	1,28
Значення $K_{МС}$, від. од.						

ких діапазонах: високі швидкості – 16–48 м/с під час розпилювання каменю на верстатах (БМ-1, АОС, К8611 та ін.) та 15–26 м/с під час обробки на плоскошліфувальних верстатах (ЗБ71, ЗГ71 та ін.) [8, 9]; середні – 2–20 м/с під час обробки на токарних та фрезерних верстатах (1К62М, 676П та ін.) [8, 9] і малі – 0,5–2,6 м/с під час ручної обробки або обробки на шліфувально-полірувальних та свердлильних верстатах (ЗШП-320, НС-12А та ін.). Так само з високим приведеним питомим тиском до 600 КПа і більше за верстатної об-

робки (верстати для розпилювання, плоскошліфувальні, токарні, фрезерні та ін.) [8, 9] та невисоким тиском до 60 КПа за ручної обробки або на верстатах типу ЗШП-320, ОС-320 й ін.

Також слід зазначити, що в більшості випадків для обробки природних каменів як МОТС використовують воду (або 1–2 % розчин кальцінованої соди) [10], а в деяких випадках, наприклад, під час операції різання (розпилювання) твердих видів каменю (4–5 груп оброблюваності), застосовують масло індустріальне І12-І40.

Висновки

У результаті проведеної роботи встановлено, що у разі збільшення на 100 % лінійної швидкості та приведенного питомого тиску продуктивність обробки каменів значно зростає відповідно на 65–85 % та 160–180 % та незначно збільшується, приблизно на 30 %, у разі збільшення в десять разів витрат МОТС.

Вказані особливості можуть бути обчислені за допомогою спеціальних коефіцієнтів, які враховують зміни продуктивності обробки та норми виробітку під час виготовлення виробів з каменю для різних параметрів технологічного процесу обробки каменю.

Використана література

1. Пегловський В.В. Дослідження трудомісткості виготовлення виробів з каменю. Частина 1. Вплив параметрів алмазного шару інструменту на продуктивність обробки каменю // Коштовне та декоративне каміння. – 2012. – № 3 (69). – С. 12–15.
2. 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.
3. Пат. 90330 Україна, МПК (2009). В28D 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.
4. 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.
5. СТУ Б В.2.7-37-95. Строительные материалы. Плиты и изделия из природного камня. Технические условия. – Введ. 01.07.1995.
6. Изделия камнерезные ТУУ 26.7–23504418–001:2007. – Введ. 01.05.2007.
7. Кирьянов Д.В. Mathcad 13. – СПб.: БВХ-Петербург, 2006. – 590 с.
8. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 томах. – Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение. – 1985. – 496 с.
9. Данилевский В.В. Справочник техника машиностроителя. – М.: Высшая школа, 1962. – 646 с.
10. Технологический процесс изготовления изделий из природного камня. – Введ. 01.03.2010 г.

