

УДК.679.8.

В.В. ПЕГЛОВСЬКИЙ,
кандидат технічних наук

ДП «ІВЦ АЛКОН» НАН України

Дослідження трудомісткості виготовлення виробів з каменю

Частина 3. Оцінка продуктивності обробки каменю на окремій технологічній операції. Питома вага трудомісткості основних технологічних операцій каменеобробки

Исследована возможность оценки производительности обработки камня расчетным путем на разных технологических операциях, исходя из параметров алмазоносного слоя инструмента и основных технологических параметров проведения таких операций. Также на основании обобщения и анализа данных о трудоемкости изготовления около 100 изделий из камня определен удельный вес трудоемкости основных групп технологических операций в общей трудоемкости изготовления изделий из камня.

Possibility of estimation of the productivity of treatment of stone is investigational a calculation a way on different technological operations coming from the parameters of diamond layer of instrument and basic technological parameters of leadthrough of such operations, and also on the basis of generalization and analysis of data about labour intensiveness of making about 100 wares from a stone specific gravity of labour intensiveness of basic groups is certain technological an operation in general labour intensiveness of making of wares from a stone.

У першій частині цієї роботи було встановлено, що зростання міцності синтетичних алмазів та їх розміру в досліджених інтервалах приводить до значного зростання продуктивності обробки відповідно у 2 та 12–14 разів, а зростання концентрації алмазів алмазоносного шару каменеобробного інструменту призводить до невеликого зменшення продуктивності обробки (≈ 40 %) [1]. У другій частині було розглянуто вплив технологічних

параметрів процесу обробки: лінійної швидкості, приведеного питомого тиску та витрат МОТС. Було встановлено, що у разі зростання лінійної швидкості та приведеного питомого тиску на 100 % продуктивність обробки каменів теж зростає відповідно на 65–85 % і 160–180 % та незначно збільшується, приблизно на 30 %, у разі збільшення в десять разів витрат МОТС [2].

Ці особливості як для параметрів алмазоносного шару інструменту, так і

для технологічних параметрів процесу обробки можуть бути обчислені за допомогою спеціальних коефіцієнтів, які враховують зміни продуктивності обробки і норм виробітку під час виготовлення виробів з каменю для різних параметрів інструменту та технологічного процесу обробки каменю [1, 2].

З урахуванням формул з визначення продуктивності обробки для інструменту з різними параметрами алмазоносного шару [1] та за різних технологічних

параметрів обробки [2] для оцінки продуктивності обробки можна використувати таку формулу:

$$Q_p = Q_d \cdot K_{KR} \cdot K_{MP} \cdot K_{RP} \cdot K_{ШР} \cdot K_{ТР} \cdot K_{МСР} / K_{КД} \cdot K_{МД} \cdot K_{РД} \cdot K_{ШД} \cdot K_{ТД} \cdot K_{МСД}$$

де Q_p , Q_d – відповідно розраховувана (невідомо) і дослідна (відома) продуктивність обробки каменю певного виду на розглядуваній технологічній операції для інструменту з відомими характеристиками; K_{KR} , K_{MP} , K_{RP} ; $K_{КД}$, $K_{МД}$, $K_{РД}$ – значення коефіцієнтів для концентрації, марки та зернистості (розміру) синтетичних алмазів відповідно для розраховуваних та дослідних параметрів алмазоносного шару інструменту (табл. 2) [1], $K_{ШР}$, $K_{ТР}$, $K_{МСР}$; $K_{ШД}$, $K_{ТД}$, $K_{МСД}$ – значення коефіцієнтів для лінійної швидкості, приведенного питомого тиску та витрат МОТС відповідно для розраховуваних та дослідних параметрів процесу обробки (табл. 3) [2].

Нижченаведений приклад ілюструє оцінювання продуктивності обробки каменю.

На верстаті для різки каменю типу БМ-1, основні характеристики якого наведено в таблиці 1, необхідно порізати заготовку, виготовлену зі слябу мармуру, алмазним кругом \varnothing 320 мм (наприклад, 1A1R 320x2,0x5x76) з параметрами алмазоносного шару: марка синтетичних алмазів – АС50, концентрація – 50 %, розмір зерна – 250/200 за таких технологічних параметрів: лінійна швидкість – 15 м/с; затрати МОТС – 5000 мм³/хв. Яка буде лінійна продуктивність різання в цьому випадку, якщо продуктивність різання такого самого слябу алмазним кругом з такими самими геометричними параметрами (діаметр, товщина та висота алмазоносного шару) та з параметрами шару: марка синтетичних алмазів – АС100, концентрація – 100 %, розмір зерна – 315/250 за таких технологічних параметрів: лінійна швидкість – 20 м/с; затрати МОТС – 10000 мм³/хв становить $Q_d = 2,0$ пог. м за годину.

Вирахувати точно питомий тиск складно, якщо різку деталі з такого слябу виконують вручну, але якщо врахувати допустиме навантаження на людину (120 Н), товщину різку (2 мм), товщину слябу (30 мм), то ця величина приблизно буде дорівнювати 200 КПа. Будемо вважати її однаковою як для розраховуваних, так і для дослідних значень тиску.

Таблиця 1. Основні технічні характеристики верстата для різки каменю типу БМ-1

№ з/п	Характеристики	Значення
1	Найбільші розміри оброблюваної деталі: довжина, ширина, висота (мм)	800 240 240
2	Діаметр відрізних кругів (мм)	320–630
3	Найбільше переміщення столу: подовжнє, поперечне (мм)	250 230
4	Число обертів шпинделя (об/хв)	1450
5	Споживана потужність (кВт)	5,0
6	Габаритні розміри: довжина, ширина, висота (мм)	1500 1800 2250
7	Маса (кг)	800

Таблиця 2. Питома вага трудомісткості основних груп технологічних операцій

Найменування виробів та операцій	Різання, %	Чорнове шліфування, %	Чистове шліфування, %	Полірування, %	Інше, %
1. Підставка під олівці з годинником	3,4	46,6	22	15,3	12,7
2. Підставка під папір	3,4	34,5	19,2	20,9	22
3. Підсвічник	6	12	34	33	15
4. Ваза	5,5	34,5	12	12	16
Узагальнені дані щодо всіх (\approx 100) виробів					
Середньоарифметичне	5,6	31,4	23,2	23,6	16,2
Середньозважене	4,4	34,0	20,2	25,2	15,9

Обравши з таблиць 2 [1] і 3 [2] необхідні значення коефіцієнтів ($K_{KR} = 1,0$; $K_{MP} = 1,37$; $K_{RP} = 8,96$; $K_{КД} = 0,92$; $K_{МД} = 1,92$; $K_{РД} = 10,9$; $K_{ШР} = 12,9$; $K_{ТР} = 5,67$; $K_{МСР} = 1,0$; $K_{ШД} = 17,1$; $K_{ТД} = 5,67$; $K_{МСД} = 1,03$) та підставивши їх у формулу для розрахунку, отримуємо: $Q_p = 0,93$ пог. м за годину.

Аналогічно може бути розрахована продуктивність алмазної обробки каме-

ню на переважній більшості технологічних операцій: різання, чорнове та чистове шліфування, формоутворення, свердлення та ін.

Під час вивчення технологічних параметрів механічної обробки каменів та близьких до них полікристалічних систем (кераміки, скла) деякі автори віддають перевагу процесам руйнації матеріалу і формоутворення [3–5], інші –



1



2



3



4

Рисунок 1. Зразки виробів з каменю, які обрано для вивчення питомої ваги трудомісткості різних технологічних операцій у загальному виробничому циклі виготовлення таких виробів: 1 – підставка під олівці з годинником (мармур, онікс); 2 – підставка під папір (мармур); 3 – підсвічник (мармур); 4 – ваза (родоніт)

фізико-хімічним процесам, які дозволяють надати поверхням виробів відповідних світловідбивних властивостей [6–8].

Тому також важливо встановити питому вагу трудомісткості основних технологічних операцій з виготовлення будівельних, виробничо-технічних, інтер'єрних та декоративно-художніх виробів з каменю [9, 10].

Деякі дані стосовно питомої ваги трудомісткості основних груп технологічних операцій для декількох таких виробів, а також узагальнені дані щодо великої кількості (близько ста) найменувань виробів наведено в таблиці 2, а на рисунку 1 показано зовнішній вигляд цих виробів. У таблиці 2 всі технологічні операції умовно розподілені за групами: операції різання (розпилювання глибок або блоків на пластини, різання пластин або слябів на заготовки деталей і т. ін.); операції чорнового шліфування та формоутворення (шліфування заготовок з метою видалення дефектів, утворених під час різання (ухил пили), шліфування заготовок до заданих розмірів, підготовки базових опорних поверхонь для подальшої обробки, надання заготовкам потрібних геометричних форм і т. ін.); чистове шліфування (доведення) — надання поверхням деталей та виробів необхідної шорсткості перед проведенням фінішних операцій (полірування), безпосередньо полірування, а також інші технологічні операції (свердлення, клеєння, монтаж, видалення дефектів, контроль та приймання тощо).

Слід зазначити, що ці дані відповідають обладнанню, яке застосовують у виробничих умовах НТАК «АЛКОН» НАН України, а саме: універсальним

металообробним верстатом різних марок (шліфувальним, токарним, фрезерним, свердильним та ін.), які модернізовані для обробки каменю, на технологічних операціях чорнового та чистового шліфування і формоутворення; спеціалізованим каменеобробним верстатом на операціях різання, чистового шліфування та полірування.

Так само розраховують продуктивність шліфування на окремих технологічних операціях.

Якщо застосовують інші спеціалізовані види обладнання, наведені розрахунки необхідно перевірити та у разі необхідності внести корективи.

Висновки

У результаті проведеної роботи встановлено, що на кожній технологічній операції з виготовлення будівельних, виробничо-технічних, інтер'єрних та декоративно-художніх виробів з каменю є можливість шляхом розрахунків оцінити продуктивність обробки каменю в залежності від параметрів алмазного шару каменеобробного інструменту та технологічних параметрів проведення цієї операції.

Також у результаті вивчення та узагальнення відомостей щодо виробів з каменю (приблизно сто видів) орієнтовно встановлена питома вага трудомісткості кожної з основних груп технологічних операцій у загальному циклі виготовлення таких виробів.

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. Дослідження трудомісткості виготовлення виробів з каменю. Частина 2. Вплив технологічних параметрів обробки на продуктивність шліфування каменю. // Коштовне та декоративне каміння. – 2012. – № 3 (69). – С. 12–15.
3. Добыча и обработка природного камня. Справочник / Под. ред. Смирнова. А.Г. – М.: Недра, 1990. – 445 с.
4. Белицкая Э. И. Художественная обработка цветного камня // Учебник для средн. проф.-техн. училищ. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 200 с.
5. Сычев Ю.И., Берлин Ю.Я. Шлифовально-полировальные и фрезерные работы по камню. – К.: Стройиздат, 1985. – 312 с.
6. Рогов В.В. Финишная алмазно-абразивная обработка неметаллических деталей. – К.: Наук. думка, 1985. – 264 с.
7. Філатов Ю.Д. Наукові основи прецизійного полірування поверхонь деталей з кремнеземмішючих матеріалів: Автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.03.01. – Київ, 1996. – 35 с.
8. Сидорко В.И. Научные основы процессов финишной алмазно-абразивной обработки природного и синтетического камня: Дис. д-ра техн. наук: 05.03.01. – К. – 2006. – 396 с.
9. Изделия камнерезные ТУУ 26.7–23504418–001:2007. – Введ. 01.05.2007.
10. ДСТУ Б В.2.7-37-95. Строительные материалы. Плиты и изделия из природного камня. Технические условия. – Введ. 01.07.1995.