

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗНОСУ РОБОЧОГО ІНСТРУМЕНТУ В ХОДІ ВИКОНАННЯ ПРОФІЛЮВАННЯ ВИРОБІВ З ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ

Більшість підприємств каменеобробної галузі для виконання операції профілювання виробів виконує ручний інструменту, при цьому виробам надається найпростіший тип профілю – фаска, або ж дана операція не виконується взагалі. Відповідно, внесення операції профілювання до загального циклу обробки виробів з природного каменю дозволить забезпечити підвищення спектру послуг підприємств, збільшення номенклатури виробів та підвищити кінцеву вартість готової продукції. В результаті цього, актуальності набуває питання доцільності застосування фрезерувальних кругів різних типорозмірів, дослідження оптимальних параметрів їх роботи, в тому числі і інтенсивності їх зносу [1].

Знос інструменту при виконанні операції профілювання визначався за умов каменеобробного підприємства ТОВ «Гранітдрев». В ході виконання операцій профілювання, на підприємстві застосовують вісім різних типів профілювальних головок з метою отримання типових профілів, показаних на рис.1 [2].

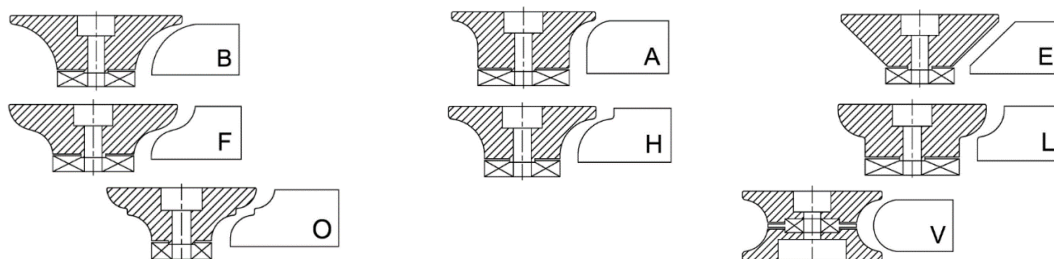


Рис.1. Типи фрез та схематичне зображення профілів, які утворюються при їх використанні

Процес визначення зносу інструменту є досить складним, та ґрунтується на практичних дослідженнях, суть яких полягає у визначенні товщини робочого шару інструменту, який спрацьовується (стирається) за певний робочий цикл. Порядок виконання дослідів при цьому наступним:

- перед початком операції профілювання було виміряно товщину робочого шару фрези;
- впродовж деякого часу виконувалось профілювання виробів за допомогою даної фрези, при цьому вимірювалась і записувалась довжина граней, пройдених нею;
- по завершенню профілювання виконувалась повторний замір товщини робочого шару фрези.

Вимірювання товщини робочого шару фрези виконувалось за допомогою електронного штангенциркуля Digital caliper. Значення зносу робочого інструменту при виконанні певного об'єму робіт може бути описане за допомогою ряду відповідних величин, до яких відносяться: товщина робочого шару інструменту до початку виконання робочого циклу, товщина робочого шару інструменту по закінченню виконання робочого циклу та власне об'єм роботи, виконаний впродовж циклу (таблиця 1).

Таблиця 1

Результати дослідження зносу робочого інструменту

№ з/п	Тип профілю	Товщина робочого шару інструменту до початку робочого циклу, мм	Товщина робочого шару інструменту по завершенню робочого циклу, мм	Відстань, пройдена впродовж робочого циклу, м.п
1	Профіль В	7,59	6,50	5,20
2	Профіль F	4,38	2,82	7,00
3	Профіль Н	11,26	10,72	3,20
4	Профіль L	8,74	7,95	6,50
5	Профіль О	9,37	7,49	7,50
6	Профіль V	2,57	0,35	12,40
7	Профіль E	4,66	3,74	8,80
8	Профіль А	10,23	9,01	7,30

В основі розрахунку величини зносу інструменту лежить порівняння товщини робочого шару інструменту до початку циклу роботи та по його завершенню. Математично це може бути виражено наступним чином (1):

$$\Delta = h_1 - h_2, \text{ мм/цикл} \quad (1)$$

де h_1 – висота робочого шару інструменту до виконання робочого циклу, мм;
 h_2 – висота робочого шару інструменту по завершенню робочого циклу, мм.

Оскільки кожна з дослідних ситуацій мала різні значення протяжності циклу роботи, необхідно знайти уніфіковане значення, яке б характеризувало величину зносу інструменту за один і той самий цикл роботи (виконання цієї операції перш за все потрібно для того, щоб мати змогу порівнювати отримані дані) [3]. Для цього було виконано наступний розрахунок (2):

$$\Delta_n = \Delta/L, \text{ мм/м. п.} \quad (2)$$

де Δ - робочий шар інструменту, який руйнується впродовж виконання одного циклу роботи, мм;
 L – сумарна довжина профілю, пройденого за один цикл роботи, м.п.

Знаючи номінальну (тобто вказану виробником) товщину робочого шару інструменту, який застосовується для профілювання, на основі вже отриманих даних можна виконати теоретичний розрахунок робочої спроможності інструменту за аналогічних умов роботи (3):

$$Q = h_n/\Delta_n, \text{ м. п.} \quad (3)$$

де h_n – номінальна висота робочого шару інструменту для виконання конкретного профілю, мм;
 Δ_n – значення зносу робочого шару інструменту для фрези конкретного профілю, мм/м.п.

Також, з метою оцінки економічної ефективності від використання того чи іншого типу фрез було виконано розрахунок вартості інструменту, необхідного на проходження 1 м профілю (4):

$$P = P_\Phi/Q, \text{ грн/м. п.} \quad (4)$$

де P_Φ – вартість однієї фрези, грн;
 Q – робоча спроможність однієї фрези, м.п.

Результати розрахунків відображено у таблиці 2.

Таблиця 2

Результати розрахунку інтенсивності зносу інструменту в процесі виконання профілювання виробів з природного каменю

№ з/п	Тип профілю	Значення зносу інструменту за робочий цикл, мм/цикл	Значення зносу інструменту на метр погонний, мм/м.п.	Номінальне значення товщини робочого шару інструменту, мм	Вартість однієї фрези, грн	Робоча спроможність фрези, м.п.	Вартість інструменту на проходку 1 м профілю, грн/м.п.
1	Профіль В	1,09	0,21	12,00	2100,00	57,17	36,73
2	Профіль F	1,56	0,22	14,00	2217,60	62,81	35,31
3	Профіль Н	0,54	0,17	12,00	1680,00	70,59	23,80
4	Профіль L	0,79	0,12	10,00	1260,00	82,55	15,26
5	Профіль О	1,88	0,25	14,00	2520,00	55,80	45,16
6	Профіль V	2,22	0,18	12,00	2520,00	67,09	37,56
7	Профіль E	0,92	0,10	10,00	1092,00	96,05	11,37
8	Профіль А	1,22	0,17	10,00	1629,60	60,07	27,13

Для порівняння отриманих даних було побудовано ряд порівняльних діаграм (рис.2-4). З порівняльної діаграми інтенсивності зносу інструменту в ході профілювання при використанні фрез різних типорозмірів видно, що найбільш інтенсивному зносу інструменту сприяє використання профілів типу О, F та В, вочевидь, це пов'язано з тим, що при проходці цих профілів площа контакту фрези з площиною заготовки є найбільшою. Відповідно найменша інтенсивність зносу інструменту спостерігається при використанні фрез типу Е та L.

З порівняльної діаграми робочої спроможності інструменту в ході профілювання при використанні фрез різних типорозмірів можна встановити, що найбільший запас робочої спроможності мають фрези, для виготовлення профілів типу Е, L та Н, одна фреза даного типу спроможна виконати профілювання в середньому

від 80 до 90 м виробів. Найнижчі значення даного показника належать фрезам типів О та А з запасом робочої спроможності від 50 до 55 м.

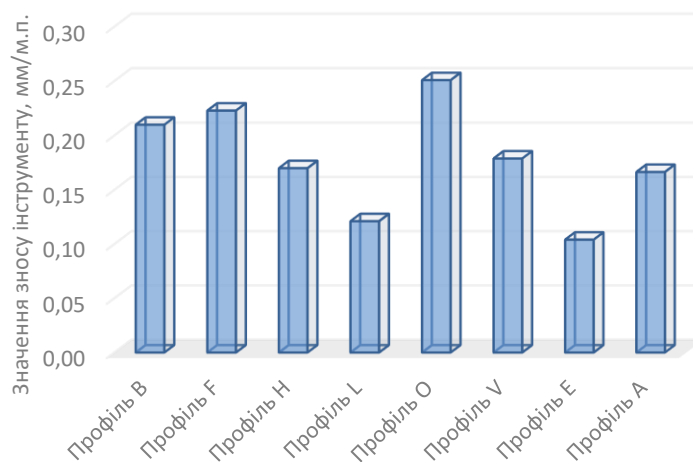


Рис.2. Порівняльна діаграма інтенсивності зносу інструменту в ході профілювання при використанні фрез різних типорозмірів

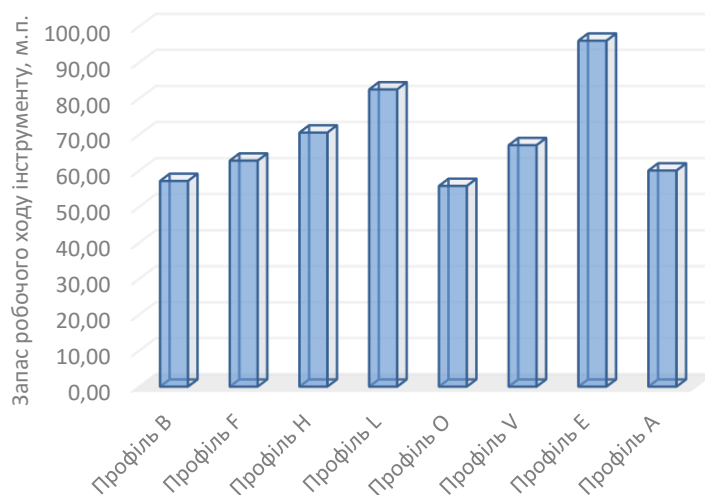


Рис.3. Порівняльна діаграма робочої спроможності інструменту в ході профілювання при використанні фрез різних типорозмірів

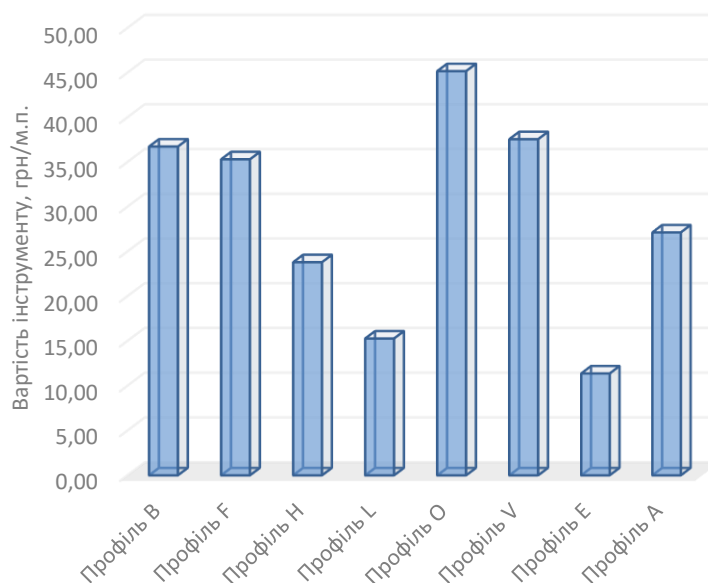


Рис.4. Порівняльна діаграма вартості інструменту в ході профілювання при використанні фрез різних типорозмірів

На порівняльній діаграмі вартості інструменту в ході профілювання при використанні фрез різних типорозмірів показано співвідношення витрат на інструмент, необхідний для проходження 1 метра готового виробу. Отже, найбільш вартісними у виготовленні будуть профілі типів O, V та B, вартість інструменту на їх виготовлення становитиме в межах від 35 до 45 грн/м.п. В свою чергу, найменші витрати на інструмент потрібні при виготовленні профілів типу L та E, вони становитимуть 10-15 грн/м.п.

Список використаної літератури:

1. Козленко С. П. Реалії та можливості ринку українського декоративного каменю / С. П. Козленко // Камінь. – 2004. – №3. – С. 8–12.
2. Xipeng X., Yuan L., Malkin S. Forces and Energy in Circular Sawing and Grinding of Granite. – Journal of Manufacturing Science and Engineering – vol.123, 2001 – pp.13-22
3. Кичигин А.Ф. Алмазний інструмент для розрушення крепких горных пород.– М.: Недра, 1980. – 159 с.