

УДК 621.923

Курілович В.Д., Ковальов С.В. к.т.н., Філатов Ю.Д. д.т.н., проф.
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України, м. Київ

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФАКТУРНОЇ АЛМАЗНО-АБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ

Kurilovich V., Kovalev S., Filatov Yu.

V.N. Bakul Institute for Superhard Materials of the National Academy of Science of Ukraine, Kyiv
(filatov@ism.kiev.ua)

INCREASE OF EFFICIENCY OF DIAMOND AND ABRASIVE TEXTURAL PROCESSING OF THE NATURAL STONE

Описано процес фінішної фактурної алмазно-абразивної обробки поверхонь деталей з природного каменю. Досліджено закономірності витягування алмазно-полієфірного волокна з розплаву. Наведено результати експериментальних досліджень впливу розмірів алмазних зерен і діаметру волокна, а також їх співвідношення на якість оброблених поверхонь. Показано, що завдяки виготовленню робочого шару інструменту з алмазно-полієфірного волокна, а також його калібруванню за діаметром забезпечується можливість бездефектної фактурної обробки природного каменю. Визначено найбільш доцільні конструкції інструменту, виходячи з розподілу коефіцієнта заповнення його поверхні робочим шаром і вимог до обробленої поверхні за шорсткістю та відбиваючою здатністю.

Ключові слова: фактурна обробка, інструмент, алмазно-полієфірне волокно, шорсткість, відбиваюча здатність.

Вступ

Фінішна обробка поверхонь виробів з природного каменю (ПК) до теперішнього часу досить часто здійснюється за допомогою суспензій і паст (оксиду хрому, двооксиду церію, алмазних суб- і мікропорошків), вибір полірувальних порошоків для яких базується на основі експериментального досвіду. Аналіз представлених на ринку України інструментів для обробки будівельних та декоративно-художніх виробів з каменю, що виготовляються провідними виробниками: ДГП «Алмазінструмент» (Україна, Київ), «Композит» (Україна, Київ), «ВД» (Україна, Львів), «ДІ-СТАР» (Україна, Полтава), s.r.l. Super Selva (Італія, Верона), Precision Industries Diamond Tools (Італія), 3М (США), s.r.l. Fabbrica Abrasivi Tiburtina (Італія, Рим), «Епаз» та ін., показав, що використання інструментів для фінішної обробки вказаних виробів є недоцільним із-за високої вартості або неможливості виконання вимог, що висуваються до їх якості.

Експлуатаційні параметри виробів з природного каменю визначаються саме станом оброблених поверхонь, їх шорсткістю, відбиваючою здатністю, глибиною дефектного шару. Художня й декоративна цінність виробів, а також їх експлуатаційні характеристики, що напряму залежать від глибини дефектного шару оброблених поверхонь, в значній мірі визначаються технологією їх фінішної обробки, а саме параметрами процесів тонкого (ТАШ), надтонкого (НТАШ) алмазного шліфування і полірування інструментом зі зв'язаними полірувальними порошками. При виготовленні декоративно-художніх і ювелірних виробів з природного та штучного каменю для забезпечення необхідної якості іноді достатньо обмежитись операцією надтонкого алмазного шліфування.

Мета

Метою представленої статті є дослідження закономірностей впливу конструкції і характеристики інструмента, а також діаметру алмазно-полієфірного волокна, з якого формується його робочий шар, на якість оброблених поверхонь та розробка на їх основі нових інструментів, які забезпечують підвищення ефективності фактурної алмазно-абразивної обробки природного каменю.

Дослідження закономірностей фактурної алмазно-абразивної обробки природного каменю

Конструкція робочого шару інструменту для фінішної обробки деталей з ПК вибирається у відповідності до результатів розрахунків коефіцієнта заповнення його поверхні робочим шаром [1–4]. При виконанні робочого шару у вигляді окремих елементів, зафіксованих в полімерній масі, додатково забезпечується поліпшення технології виготовлення інструменту і захист елементів від сколювання в процесі обробки. В якості матеріалу корпусу інструменту для операції ТАШ і СТАШ доцільно використовувати поліетилен високого тиску марки ВД 15803-020 (ДСТУ 2406-94), а для операції полірування – кабельний пластикат И 40-13А (ГОСТ 5960-72) [1–4]. У результаті обґрунтування вибору матеріалу абразивної маси для виготовлення елементів показана доцільність використання алмазних і полірувальних порошоків і звязуючого – поліетилентерефталату (ПЕТФ) [3, 5–6].

На рис. 1 представлені інструменти для фінішної обробки виробів з природного каменю. Робочий шар інструментів для обробки плоских поверхонь (рис. 1, *а, б, в*) у вигляді окремих елементів має вигляд вигнутих лопатей, ширина яких зростає від центральних зон до периферії [1, 2, 4] з коефіцієнтом заповнення, що залежить від кінематичної схеми обробки та використовуваного обладнання. Форма робочого шару інструменту для обробки складно профільних поверхонь (рис. 1, *г-д*) виробів із ПК визначається видом функції, що описує твірну їх профілю.

Робочий шар інструменту, що зображений на рисунку 1 *в*, виготовлений з алмазно-поліефірного волокна [7], що виключає можливість утворення конгломератів зерен алмазного мікропорошку завдяки тому, що забезпечується рівномірний розподіл алмазних зерен у робочому шарі інструменту із умови, що зерна алмазів розташовувалися по одному у кожному поперечному перерізі алмазно-полімерного волокна. Для виконання цієї умови діаметр волокна D визначається із співвідношення $d_{\max} < D < 2d_{\min}$, де d_{\max} і d_{\min} – верхня і нижня границі основної фракції зерен абразивного порошку, відповідно, що і сприяло еволюції форми лопатей.

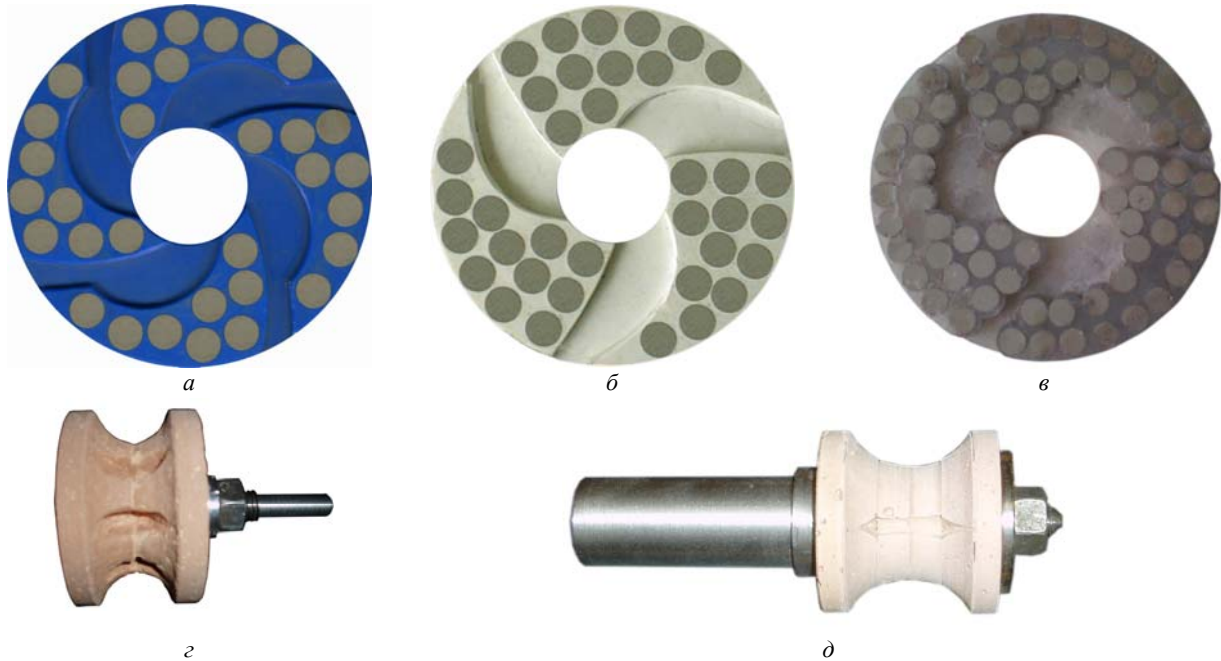


Рис. 1. Інструменти для фінішної обробки виробів з природного каменю

Деталі з природного каменю характеризуються наявністю на їх полірованих поверхнях подряпин і виколів, що залишилися з попередніх операцій обробки, дефектів, нанесених безпосередньо полірувальним інструментом (подряпини, сітка дрібних подряпин тощо), пор та інших дефектів техногенного або природного походження. Це пояснюється недосконалістю технології фінішної обробки деталей з ПК, відсутністю інструментів, здатних забезпечувати необхідну якість обробки протягом тривалого часу та стабільну продуктивність знімання оброблюваного матеріалу, а також неможливістю повного контролю їх якості, особливо в умовах масового виробництва, та складністю її автоматичного забезпечення і регулювання.

При аналізі процесу витягування алмазно-поліефірного волокна з розплаву полімерного композита через філь'єру установлені закономірності впливу діаметра філь'єри, швидкості витягування, висоти рівня розплаву, його густини, в'язкості та поверхневого натягу на дебіт розплаву і діаметр волокна. Закономірності течії розплаву через філь'єру вивчались на основі рівняння Нав'є–Стокса й нерозривності

$$\frac{dU}{dt} = F - \frac{1}{\rho} \text{grad}P + \nu \Delta U, \quad (1)$$

$$\text{div}U = 0, \quad (2)$$

де: ρ – густина розплаву;

F – масові сили;

Δ – оператор Лапласа;

ν – кінематичний коефіцієнт в'язкості;

U – швидкість;

P – тиск;

t – час.

За стаціонарних умов:

$$\frac{dU}{dt} = 0;$$

$$\frac{dU}{dz} = 0;$$

$$\text{grad}P = \frac{\partial P}{\partial z} \neq f(r),$$

коли сила $F_1 = -\frac{6 \sigma d_0 \cos \vartheta}{\rho d^3}$ (σ – коефіцієнт поверхневого натягу; ϑ – кут змочування розплавом поверхні

філь'єри; d і d_0 – діаметр філь'єри й діаметр її каналу відповідно, залежність швидкості течії розплаву від координати r визначається формулою

$$U(r) = \frac{\rho g}{4 \eta} \left(\frac{d_0^2}{4} - r^2 \right) \left[\frac{H_u}{H} + \frac{6 \sigma d_0 \cos \vartheta}{\rho g d^3} \right], \quad (3)$$

де: $\eta = \rho \nu$ – динамічний коефіцієнт в'язкості;

H_u – висота рівня розплаву;

H – довжина каналу філь'єри;

g – прискорення вільного падіння.

Об'ємні витрати розплаву визначаються при цьому формулою

$$Q = 2\pi \int_0^{\frac{d_0}{2}} U(r) R dr = \frac{\pi \rho g d_0^4}{128 \eta} \left[\frac{H_u}{H} + \frac{6 \sigma d_0 \cos \vartheta}{\rho g d^3} \right], \quad (4)$$

яка на відміну від класичної формули Пуазейля–Гагена містить ще один доданок, який залежить від поверхневого натягу розплаву й змочування розплавом поверхні філь'єри.

Діаметр волокна залежить від швидкості V витягування волокна і визначається формулою

$$d_f = \frac{\rho g d_0^2}{8 \eta V} \left[\frac{H_u}{H} + \frac{6 \sigma d_0 \cos \vartheta}{\rho g d^3} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

При виготовленні інструменту і формуванні робочого шару з алмазно-полієфірного волокна, яке не уможливає контактування окремих зерен, забезпечується повне виключення конгломератів зерен, що дозволяє стабільно забезпечувати необхідну якість обробки деталей з ПК.

Виходячи з результатів теоретичних розрахунків витрат розплаву і діаметра волокна, оптимізовано значення технологічних параметрів процесу формування алмазно-полієфірного волокна. В таблиці 1 наведено експериментально визначені значення технологічних параметрів процесу витягування алмазно-полієфірного волокна, що складається із полімерного зв'язуючого – ПЕТФ та алмазного порошку. Там же наведені розраховані за формулами (4)–(5) значення технологічних параметрів (об'ємні витрати розплаву і діаметр волокна), а також похибки розрахунків.

Таблиця 1

Технологічні параметри процесу виготовлення алмазного волокна

Технологічний параметр		Дані розрахунку	Експериментальні дані			Похибка розрахунку, %
			Час витягування, хв	Маса волокна, кг	Величина параметра	
Витрати розплаву	Q , м ³ /с	$1,2 \cdot 10^{-9}$	15,5±0,1	$(1,4 \pm 0,1) \cdot 10^{-3}$	$(1,1 \pm 0,1) \cdot 10^{-9}$	12,2
Діаметр волокна	d_f , мкм	87,3				

Розрахунки за формулою Пуазейля–Гагена дають занижені результати: витрати розплаву – $6,9 \cdot 10^{-10}$ м³/с, менші в 1,8 рази, ніж розраховані за формулою (4) (відхилення даних розрахунку від експерименту – 37 %); діаметр – 74,0 мкм, значення якого в 1,2 рази менше, ніж розраховане за формулою (5) (похибка розрахунку – 24 %).

На рис. 2 наведено зображення алмазно-полієфірних волокон із центральним (а) і периферійним (б) розташуванням алмазних зерен та у вигляді ланцюга, що ілюструє неможливість утворення конгломератів (в).

Завдяки розробленій технології виготовлення робочого шару інструменту з алмазно-полієфірного волокна, а також певному співвідношенню розмірів зерен і діаметру волокна унеможливується утворення їх

конгломератів. Після проходження розплавом з алмазними або абразивними зернами фільтрального каналу в процесі формування (витягування) волокна окремі зерна шикуються в ланцюги, не контактуючи між собою. Інструменти з алмазних і абразивних волокон завдяки цьому забезпечують можливість бездефектної фінішної обробки виробів з природного та синтетичного каменю, а також конструкційних матеріалів спеціального призначення, до яких висуваються високі вимоги до якості оброблених поверхонь.

При збільшенні швидкості витягування волокна зменшується його діаметр. Для компенсації цього і калібрування волокна за діаметром, зазвичай, по мірі намотування волокна на бобіну зменшують кутову швидкість її обертання, не допускаючи зміни швидкості витягування. При зменшенні рівня розплаву діаметр волокна також зменшується, але для запобігання цього застосовувати «підшихтовку» (поступове додавання суміші алмазного порошку та поліетилентерефталату), яка зазвичай використовується при виробництві волокон, недоцільно з економічних міркувань. Тому для забезпечення сталого діаметру алмазно-поліефірного волокна за умови постійного зменшення рівня розплаву потрібно теж зменшувати швидкість витягування.

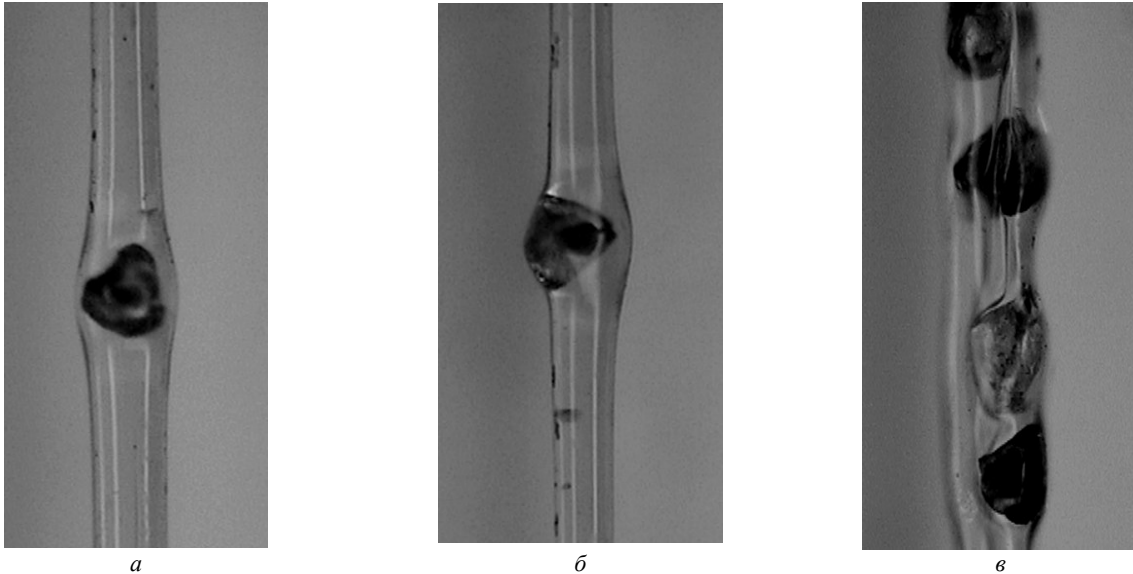


Рис. 2. Алмазно-полімерні волокна

Для забезпечення умови $d_f = const$ ($[dd_f/dt] = 0$), застосовуючи метод Ейлера для чисельного розв'язування задачі Коші для диференціального рівняння першого порядку, можна показати, що частоту обертання бобіни слід зменшувати під час витягування згідно залежності, яку можна виразити наближеною лінійною функцією $n(t) = n_0 - kt$ (коефіцієнти $n_0 = 110$ об./хв. і $k = 0,1$ хв.⁻¹ для $d_f = 60$ мкм). Експериментально доведено, що для калібрування алмазно-поліефірного волокна за діаметром достатньо періодично зменшувати частоту обертання бобіни у відповідності до наведеної функції (через кожні 1,5 години – приблизно на 10 об./хв.).

Для забезпечення рівномірного зносу полімерної матриці і робочих елементів, розроблена конструкція робочого шару інструмента з коефіцієнтом заповнення алмазно-полімерним композитом, який змінюється по коловим зонам. Робочий шар інструменту виконаний у вигляді окремих елементів з алмазно-поліефірного волокна діаметром d , зафіксованих в полімерній матриці. З метою покращення виведення шламу із зони обробки робочі елементи розташовуються на передньому фронті лопаті інструмента по логарифмічній спіралі $r = r_0 \exp(m\varphi)$ (r, φ – координати, r_0 – радіус центрального отвору інструменту, m – постійний параметр), а на задньому фронті – вздовж лінії, утвореної двома параболічними спіралями $r_{1,2}^2 = 2p_{1,2}(\varphi - \varphi_{01,02})$ з параметром $p_1 = 2000$ і кутовим зсувом $\varphi_{01} = \pi/10$ та параметром $p_2 = 10000$ і кутовим зсувом $\varphi_{02} = 2\pi/3$ в центральній та периферійній зонах, відповідно та колом радіуса $R = (2,1-2,4)r_0$. Профіль полімерної матриці по передньому і задньому фронтах є еквідистантним боковій поверхні елементів робочого шару [4].

Комп'ютерне моделювання форми робочого шару інструменту здійснювалось на основі розрахунку інтенсивності зносу та коефіцієнту заповнення його поверхні робочим шаром. Для фінішної обробки складнопрофільної деталі з природного каменю (з радіусом профілю $R = 15$ мм), виходячи з результатів розрахунку ширини та глибини заглиблень, що змінюються в процесі зносу робочого шару інструменту, комп'ютерне моделювання за допомогою математичних пакетів MathCAD і «КОМПАС» дозволило побудувати 3D модель ролика з переривчастою робочою поверхнею. Ця модель була матеріалізована способом *Rapid Prototyping* (RP) лазерної стереолітографії в умовах ЗАТ «Конструкторсько-технологічне бюро верифікаційного моделювання та підготовки виробництва» при НТУ «Харківський політехнічний інститут» [8]. Були виготовлені окремі симетричні елементи на основі кремнійорганічної сполуки (Віксинт-К68, каталізатор К18) та порошку CeO_2 , з яких складався полірувальний інструмент (рис. 1 з). Траєкторія руху точки, розташованої на

поверхні робочого шару інструменту, в процесі обробки, дозволяє визначити шлях, який вона проходить по оброблюваній поверхні деталі складного профілю, що визначається формулою

$$L(y) = \sum_{i=0}^{N-1} \int_{t_1(h,i)}^{t_2(h,i)} \sqrt{\left[\left(\frac{d}{dt} X(t,y)\right)^2 + \left(\frac{d}{dt} Z(t,y)\right)^2\right]} dt, \quad (6)$$

де $t_1(h,i) = (\pi/2 - \alpha(h) + 2\pi i)/\omega_1$ – момент часу входження інструменту в контакт із поверхнею деталі,

$t_2(h,i) = (\pi/2 + 2\pi i)/\omega_1$ – момент часу виходу інструменту з контакту з поверхнею деталі, $\alpha(h) = \arcsin\left(\sqrt{\frac{2 \cdot h}{R}}\right)$

– кут контакту інструменту з оброблюваною деталлю, y – координата точки на робочій поверхні інструмента в напрямку, що співпадає з віссю його обертання, h – величина припуску, N – число обертів інструменту.

Коефіцієнт заповнення поверхні інструменту робочим шаром з урахуванням розподілу тиску та умови сталості кривизни в часі (закон зміни $I(y)$) визначається рівнянням:

$$k_i(y) = const \cdot p_a(y) \cdot \frac{L(y)}{I(y)}. \quad (7)$$

Повне заповнення поверхні інструменту робочим шаром в точках переходу тороїдальної (радіусної) поверхні в циліндричну, що відповідає $k_i(y) = 1$, переходить в часткове, тобто робоча поверхня з суцільної переходить в переривчасту. Еквідистантний в напрямку поперечної подачі знос інструменту при фінішній обробці деталей з природного каменю досягається завдяки виконанню на робочій поверхні інструменту заглиблень з різною глибиною і шириною. Профіль заглиблення описується рівнянням (N_c – кількість заглиблень)

$$L_k(y) = \frac{\pi \cdot z(y)}{N_c} \cdot (1 - k_i(y)). \quad (8)$$

Комп'ютерне моделювання форми робочого шару інструменту здійснювалось на основі розрахунку інтенсивності зносу робочої поверхні інструменту в залежності від координати y , та розподілу коефіцієнту заповнення його поверхні робочим шаром вздовж вісі обертання. Для фінішної обробки складнопрофільної деталі з ПК, оброблювана поверхня якої складається з поверхонь з радіусами кривизни профілю $R = \infty$ і $R = 15$ мм, за результатами розрахунку ширини та глибини заглиблень, що змінюються в процесі зносу інструменту, комп'ютерне моделювання дозволило побудувати 3D модель ролика з переривчастою робочою поверхнею.

Складна форма канавки пов'язана з тим, що її ширина визначається добутком двох екстремальних функцій, одна з яких описується рівнянням кола з мінімумом в середній частині ролика, а друга – функцією $[1 - k_i(y)]$, яка має максимум. Добуток функцій з різним знаком кривизни представляє функцію з одним або двома максимумами в залежності від їх амплітудних значень. При малих розмірах інструменту, для яких відношення діаметру інструмента до радіусу кривизни $D/R \approx 3,1$, профіль канавки описується сідлоподібною функцією з двома максимумами і відповідає конструкції ролика, який можна скласти тільки за технологією термоформованого каркасу (ТФК) з не менш, ніж чотирьох симетричних елементів (рис.1 д).

Досліджено вплив складу інструменту на ефективність процесу НТАШ складнопрофільних поверхонь деталей з ПК і встановлено, що найбільш доцільно в якості зв'язуючого використовувати епоксидні смоли, в якості абразивів – алмазні мікропорошки, а виготовлення інструменту здійснювати ливарним методом на термоформованому каркасі. Показано, що залежності продуктивності зняття оброблюваного матеріалу (граніту, мармуру тощо) від вмісту полірувального порошку (CeO_2 , УДА) в інструменті мають екстремальний характер, що дозволило здійснити раціональний вибір полірувального порошку та матеріалу зв'язуючого полірувального інструменту, а також визначити найдоцільніший з точки зору продуктивності полірування склад інструментів на кремнійорганічному зв'язуючому з полірувальних порошоків двооксиду церію (80–87 мас.%) та УДА (55–70 мас.%) і на епоксидному зв'язуючому з порошоків “FR-Remillox” (73–75 мас.%).

В результаті аналізу показників ефективності фінішної обробки складнопрофільних поверхонь деталей з ПК за продуктивністю і якістю обробки (табл. 2), що досягаються при ТАШ інструментом з поліефірного волокна PE-AC6 80/63 [7], при НТАШ інструментом на термоформованому каркасі (ТФК) з мікропорошків із спечених УДА, при поліруванні інструментами ТФК-ЕД-20+ CeO_2 і виготовленого за технологією *Rapid Prototyping* RP-Віксинт+Remillox показано, що шорсткість поверхонь за параметром Ra , оброблених розробленими полірувальними інструментами на 0,005–0,010 мкм нижча, а відбиваюча здатність на 1–4 відн. од. вища, ніж аналогічні показники італійського інструмента «LONGLIFE, pos. 6–профіль V3-R15» фірми “Marmoelettromeccanica” (Італія). За продуктивністю зняття оброблюваного матеріалу при поліруванні складнопрофільних поверхонь деталей з ПК розроблені інструменти і інструмент «LONGLIFE» знаходяться на одному рівні. Крім того, радіус кривини робочої поверхні інструмента в процесі полірування залишається незмінним на протязі тривалого часу, завдяки чому виключається необхідність корегування (виправлення) його форми і скорочується час допоміжних операцій.

При дослідно-виробничій перевірці розробленого інструмента, встановлено, що шліфувальні інструменти з алмазно-поліефірного волокна та інструменти з мікропорошків із спечених УДА на ТФК, і полірувальні інструменти, виготовлені на основі епоксидних зв'язуючих на ТФК та на основі кремнійорганічних сполук (КОС) за технологією RP, – задовольняють вимогам виробництва за продуктивністю і якістю обробки і рекомендуються для широкого впровадження у виробництво при фінішній обробці складнопрофільних поверхонь деталей з природного каменю.

Таблиця 2

Результати порівняльного аналізу показників працездатності інструментів при фінішній обробці складнопрофільних деталей з природного каменю

Показник	Операція процесу фінішної обробки ПК, характеристика інструмента				
	ТАШ	НТАШ	Полірування		
	РЕ–АС6 80/63	ТФК– Віксинт+ УДА*	ТФК– ЕД-20+ CeO ₂	RP–Віксинт+ Remillox	LONGLIFE (pos. 6) – V3-R15**
Продуктивність обробки, мкм/хв. м/хв.	50–100 –	1,0–1,5 –	0,28–0,40 0,4–0,5	0,41–0,46 0,5–0,6	– 0,4–0,6
Шорсткість, Ra, мкм	0,3–0,4	0,05–0,10	0,015–0,030	0,01–0,02	0,02–0,03
Відбиваюча здатність, відн. од.***	–	–	94±1	97±1	93±1

* Інструмент з мікропорошків із спечених УДА.

** Інструмент LONGLIFE фірми «Marmoelettromeccanica» (Італія).

*** Одиниці блиску за показниками блискоміру мод. БФО-1.

Висновки

Досліджені конструкції робочого шару інструментів для фінішної обробки деталей з ПК. Встановлено, що при виконанні робочого шару у вигляді окремих елементів, зафіксованих в полімерній масі, додатково забезпечується поліпшення технології виготовлення інструменту і захист елементів від сколювання в процесі обробки.

В якості матеріалу корпусу інструменту для операції ТАШ і СТАШ доцільно використовувати поліетилен високого тиску, а для операції полірування - кабельний пластикат. У результаті обґрунтування вибору матеріалу абразивної маси для виготовлення елементів показана доцільність використання алмазних і полірувальних порошків і зв'язуючого – поліетилентерефталату. Завдяки розробленій технології виготовлення робочого шару інструменту з алмазно-поліефірного волокна, а також певному співвідношенню розмірів зерен і діаметру волокна унеможливується утворення їх конгломератів. Калібрування алмазно-поліефірного волокна за діаметром забезпечує можливість бездефектної фактурної обробки деталей з природного каменю.

В результаті аналізу показників ефективності фінішної обробки складнопрофільних поверхонь деталей з ПК за продуктивністю і якістю обробки, що досягаються при ТАШ інструментом з алмазно-поліефірного волокна РЕ–АС6 80/63, при НТАШ інструментом на термоформованому каркасі з мікропорошків із спечених УДА, і виготовленого за технологією *Rapid Prototyping* RP–Віксинт+Remillox показано, що шорсткість поверхонь за параметром Ra, оброблених розробленими полірувальними інструментами на 0,005–0,010 мкм нижча, а відбиваюча здатність на 1–4 відносні одиниці вища, ніж аналогічні показники італійського інструмента «LONGLIFE» фірми «Marmoelettromeccanica».

Аннотація. Описан процесс финишной фактурной алмазно-абразивной обработки поверхностей деталей с природного камня. Исследованы закономерности вытягивания алмазно-полиэфирного волокна из расплава. Приведены результаты экспериментальных исследований влияния размеров алмазных зерен и диаметра волокна, а также их отношения на качество обработанных поверхностей. Показано, что благодаря изготовлению рабочего слоя инструмента из алмазно-полимерного волокна, а также его калибровке по диаметру обеспечивается возможность бездефектной фактурной обработки природного камня. Определены наиболее рациональные конструкции инструмента, исходя из распределения коэффициента заполнения его поверхности рабочим слоем и требований к обработанной поверхности по шероховатости и отражающей способности.

Ключевые слова: фактурная обработка, инструмент, алмазно-полиэфирное волокно, шероховатость, отражающая способность.

Abstract.

Purpose. Research of laws of influence of a design and the characteristic of the tool, the size of diamond grains and diameter of an diamond-polyester fibre of which its working layer, on quality of the processed surfaces is formed, and also working out of tools which raise efficiency of impressive diamond and abrasive textural processing of the natural stone.

Design/methodology/approach. Research of evolution of the form of a working layer of the tool is based on results of calculation of its wear rate on circular zones, use of a method of computer modelling and матеріалізації models by way Rapid Prototyping.

Findings. Laws pulling from melt diamond-polyester are investigated. Results of experimental researches of influence of the sizes of diamond grains and diameter a fibre, and also their relations on quality of the processed surfaces are resulted. It is shown, that thanks to manufacturing of a working layer of the tool from an diamond-polyester fibre, and also to its calibration on diameter possibility of faultless impressive processing of a natural stone is provided.

Originality/value. The most rational designs of the tool, proceeding from distribution of factor of filling of its surface by a working layer and requirements to the processed surface on a roughness and reflectivity are defined.

Keywords: Textural Processing, Tool, Diamond-Polyester Fibre, Roughness, Reflectivity

1. Патент 51091. Україна, МПК 7 B24D7/00, 5/00. Інструмент для фінішної обробки / Новіков М.В., Філатов Ю.Д., Сидорко В. І. та ін.; ІНМ НАН України. - № 2001129157; Заявл. 28.12.2001; Опубл. 15.04.2005, Бюл. № 4. – 4 с.
2. Патент 64524 А. Україна, МПК B24D3/28, B24D7/00. Інструмент для фінішної обробки / Новіков М.В., Філатов Ю.Д., Сидорко В. І. та ін.; ІНМ НАН України. - № 2003065738; Заявл. 20.06.2003; Опубл. 16.02.2004, Бюл. № 2. – 4 с.
3. Новіков Н.В. Інструменти для фінішної обробки деталей из неметаллических материалов / Н.В.Новиков, Ю.Д. Філатов, В.И. Сидорко и др. // Инструментальный світ. – 2002. – № 2. – С. 4–6.
4. Патент на корисну модель № 43681, B24D17/00. Інструмент для фінішної обробки/ Філатов Ю.Д., Сідорко В.І., Курілович В.Д., Біловол В.С.; ІНМ НАН України. – Опубл. 25.08.2009, Бюл. № 3. - 4 с.
5. Патент 55047 А. Україна, МПК 7 B24D3/28. Маса для виготовлення робочого шару абразивного інструменту / Новіков М.В., Філатов Ю.Д., Сидорко В. І. та ін.; ІНМ НАН України. - № 2002065043; Заявл. 18.06.2002; Опубл. 17.03.2003, Бюл. № 3. – 4 с.
6. Патент 55048 А. Україна, МПК B24D3/28, B24D3/34. Маса для виготовлення робочого шару полірувального інструменту / Новіков М.В., Філатов Ю.Д., Сидорко В. І. та ін.; ІНМ НАН України. - № 2002065044; Заявл. 18.06.2002; Опубл. 17.03.2003, Бюл. № 3. – 4 с.
7. Патент на корисну модель № 38450 Україна, МПК 7 B24D 17/00. Абразивне волокно / Філатов Ю. Д., Курілович В.Д., Сідорко В. І., Ковальов С. В., Крамар В. Г.; ІНМ НАН України. – № u200810470, заявл. 18.08.2008 р., Опубл.12.01.2009 р., Бюл. № 1. – 4 с.
8. Філатов Ю.Д. Повышение эффективности финишной обработки сложнопрофильных изделий из природного камня / Ю.Д. Філатов, С.В. Ковалев, В.И. Сидорко, А.Ю Філатов., С.И. Пастернак, В.Л. Доброскок // Високі технології в машинобудуванні: Збірник наукових праць НТУ «ХПІ». – Харків.– 2008.– Вип.. 2 (17).– С. 454–459.

REFERENCES

1. Patent 51091. Ukraine, MPK 7 B24D7/00, 5/00. Instrument dlja finishnoï obrobki. Novikov M.V., Filatov Ju.D., Sidorko V. I. ta in.; INM NAN Ukraini, № 2001129157; Zajavl. 28.12.2001; Opubl. 15.04.2005, Bjul. no 4, 4 p.
2. Patent 64524 A. Ukraine, MPK B24D3/28, B24D7/00. Instrument dlja finishnoï obrobki. Novikov M.V., Filatov Ju.D., Sidorko V. I. ta in.; INM NAN Ukraini, no 2003065738; Zajavl. 20.06.2003; Opubl. 16.02.2004, Bjul. no 2, 4 p.
3. Novikov N.V. Instrumenty dlja finishnoj obrabotki detalej iz nemetallicheskih materialov / N.V.Novikov, Ju.D. Filatov, V.I. Sidorko i dr. Instrumental'nij svit, 2002, no 2, P. 4–6.
4. Patent na korisnu model' № 43681, B24D17/00. Instrument dlja finishnoï obrobki. Filatov Ju.D., Sidorko V.I., Kurilovich V.D., Bilovol V.S.; INM NAN Ukraini, Opubl. 25.08.2009, Bjul. no 3, 4 p.
5. Patent 55047 A. Ukraine, MPK 7 B24D3/28. Masa dlja vigitovlennja robochogo sharu abrazivnogo instrumentu. Novikov M.V., Filatov Ju.D., Sidorko V. I. ta in.; INM NAN Ukraini, no 2002065043; Zajavl. 18.06.2002; Opubl. 17.03.2003, Bjul. no 3, 4 p.
6. Patent 55048 A. Ukraine, MPK B24D3/28, B24D3/34. Masa dlja vigitovlennja robochogo sharu poliruval'nogo instrumentu. Novikov M.V., Filatov Ju.D., Sidorko V. I. ta in.; INM NAN Ukraini, № 2002065044; Zajavl. 18.06.2002; Opubl. 17.03.2003, Bjul. no 3, 4 p.
7. Patent na korisnu model' no 38450 Ukraine, MPK 7 B24D 17/00. Abrazivne volokno. Filatov Ju. D., Kurilovich V.D., Sidorko V. I., Koval'ov S. V., Kramar V. G.; INM NAN Ukraini. № u200810470, zajavl. 18.08.2008 r., Opubl.12.01.2009 r., Bjul. no 1, 4 p.
8. Filatov Ju.D. Povyshenie jeffektivnosti finishnoj obrabotki slozhnoprofil'nyh izdelij iz prirodnoho kamnja / Ju.D. Filatov, S.V. Kovalev, V.I. Sidorko, A.Ju Filatov., S.I. Pasternak, V.L. Dobroskok. Visoki tehnologii v mashinobuduvanni: Zbirnik naukovih prac NTU «HPI», Harkiv, 2008, Vip. 2 (17), P. 454–459.