



УКРАЇНА

(19) UA (11) 62275 (13) U  
(51) МПК (2011.01)  
B24B 1/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) СПОСІБ КОМБІНОВАНОЇ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ

1

2

(21) u201100017

(22) 04.01.2011

(24) 25.08.2011

(46) 25.08.2011, Бюл.№ 16, 2011 р.

(72) ГРАБЧЕНКО АНАТОЛІЙ ІВАНОВИЧ, ПИЖОВ ІВАН МИКОЛАЙОВИЧ, ФЕДОРОВИЧ ВОЛОДИМИР ОЛЕКСІЙОВИЧ, УЗУНЯН МАТВІЙ ДАНИЛОВИЧ, СТРЕЛЬЧУК РОМАН МИХАЙЛОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) Спосіб комбінованої обробки матеріалів, що включає процес обробки у декілька етапів, при цьому використовують струмопровідні алмазні

круги, ріжучі властивості яких відновлюють в процесі обробки шляхом електроерозійної дії, що крує, на матеріал зв'язки і алмазні зерна в середовищі діелектрика, який **відрізняється** тим, що на всіх етапах обробки використовують один і той же крупнозернистий алмазний круг, причому етап чорнової обробки ведуть з енергією одиничних електричних імпульсів не нижче ніж  $10^{-3}$  Дж, на етапі чистової обробки енергію одиничних електричних імпульсів приймають не вище ніж  $10^{-4}$  Дж, а на етапі прецизійної обробки процес електроерозійної дії переривають.

Корисна модель належить до машинобудування, стосується технології обробки різанням і може бути використана при шліфуванні і заточуванні виробів і інструментів з надтвердих матеріалів (твердість яких складає не менше 20 ГПа). Сюди належать багато матеріалів (від наноструктурних твердих сплавів до алмазу включно).

Відомий спосіб комбінованої обробки металів струмопровідним абразивним інструментом, ріжучі властивості якого відновлюють в процесі обробки електролітичним способом [1]. При цьому як технологічне середовище використовують електроліт.

Недоліком відомого способу є відсутність можливості безпосередньої виборчої дії на алмазні зерна круга, що істотно обмежує технологічні можливості процесу обробки, а необхідність застосування електролітів вимагає спеціального захисту устаткування від корозії.

Відомий спосіб комбінованої обробки, згідно з яким процес обробки ведуть у декілька етапів (чорнова, чистова і прецизійна обробки), при цьому використовують струмопровідні алмазні круги, ріжучі властивості яких відновлюють в процесі обробки шляхом електроерозійної дії, що управляє, на матеріал зв'язки і алмазні зерна в середовищі діелектрика, [2] - прототип. Електроерозійній дії піддаються не тільки металева зв'язка круга і стружка, що утворюється, але і алмазні зерна. Це пов'язано з тим, що при електроерозійній обробці під впливом високих температур в зоні розряду утворюються продукти піролізу робочого середо-

вища і оброблюваного матеріалу, внаслідок чого на поверхні алмазного зерна створюється електропровідний шар. Струмопровідні містки, що крім того формуються, з елементів стружки між зв'язкою і оброблюваним матеріалом, періодично контактуючи з алмазними зернами, сприяють термохімічній дії на них.

Недоліком відомого способу є велика трудомісткість отримання високої якості обробленої поверхні. Це зв'язано з тим, що електроерозійна дія на алмазні зерна реалізується не вибірково (тобто не цілеспрямовано), а в рамках рішення загальної задачі відновлення ріжучих властивостей абразивного інструменту, а для чорнової, чистової і прецизійної обробки використовуються круги різної зернистості. Особливо важливим слід рахувати те, що, якщо вести шліфування згідно з прототипом, то для чорнової обробки необхідно використовувати крупнозернисті круги і електричні імпульси великої енергії, а на етапі чистової обробки дрібнозернисті круги і імпульси малої енергії. Це обумовлено наступним - чим більше розмір зерна круга, тим більше міжелектродний зазор між зв'язкою (перший електрод) і другим електродом (наприклад, оброблюваним матеріалом). Поєднання крупної зернистості і необхідної при цьому високої енергії імпульсів приводить до низької якості обробленої поверхні. В той же час поєднання дрібнозернистості і відповідно малої енергії імпульсів забезпечує вищий рівень якості, але при низькій продуктивності процесу.

UA (19) 62275 (11) (13) U

Окрім цього у відомому способі не враховуються такі важливі явища, як графітизація алмазу, сприяюча додатковій ініціації електроерозійних розрядів на алмазні зерна, а також пристосованість, яка найяскравіше виявляється при обробці надтвердих матеріалів. А саме ці явища багато в чому сприяють використанню крупнозернистих кругів для прецизійної обробки.

Важливого значення набуває і можлива наявність в алмазних зернах металофази (особливо в зернах великих розмірів), що в ще більшому ступені ініціюватиме дію розряду і інтенсифікуватиме утворення субмікрорельєфу на робочій поверхні алмазних зерен.

В основу корисної моделі поставлено задачу зниження собівартості отримання високої якості обробленої поверхні за рахунок цілеспрямованого використання електроерозійної дії на різні елементи робочої поверхні круга при послідовній реалізації чорнового і чистового етапів обробки, а також використання явища пристосування для здійснення чистової і прецизійної обробки. Це дає можливість на всіх трьох етапах використовувати один і той же крупнозернистий алмазний круг.

Поставлена задача вирішується тим, що на всіх етапах обробки використовують один і той же крупнозернистий алмазний круг, при цьому етап чорнкової обробки ведуть з енергією одиничних електричних імпульсів не нижче ніж  $10^{-3}$  Дж, на етапі чистової обробки енергію одиничних електричних імпульсів приймають не вище ніж  $10^{-4}$  Дж, а на етапі прецизійної обробки процес електроерозійної дії переривають.

Технічний результат полягає в тому, що одним і тим же крупнозернистим кругом послідовно забезпечується можливість високопродуктивної, чистової і прецизійної обробки надтвердих матеріалів.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями. Як випливає з фіг. 1 (1 - зв'язка круга; 2 - алмазне зерно; 3 - стружка; 4 - електрод-інструмент) на етапі чорнкової шліфування відбувається комплексна електроерозійна дія на всі елементи робочої поверхні круга: зв'язку, стружку і алмазні зерна. Це дозволяє забезпечити високий ступінь розвиненості ріжучого рельєфу круга, а, отже, реалізувати високу продуктивність обробки. Для цього необхідна енергія одиничних електричних імпульсів не нижче  $10^{-3}$  Дж. На цьому етапі в результаті графітизації алмазу, піролізу робочого середовища і інших чинників алмазні зерна стають електропровідними, що є фундаментом для реалізації чистового етапу обробки.

На етапі чистової обробки (фіг. 2) енергія одиничних електричних імпульсів має бути недостатньою для електричного пробую зазору між електродом-інструментом і зв'язкою. Для цього при використанні кругів зернистістю 200/160-125/100 необхідна енергія одиничних електричних імпуль-

сів не вище  $10^{-4}$  Дж. При обробці надтвердих матеріалів (в результаті відміченого вище явища пристосованості) в таких умовах на алмазних зернах достатньо швидко сформуються майданчики зносу. Проте завдяки безперервній дії електричних розрядів на вже електропровідні зерна ці майданчики будуть не гладкими, а мати мікро- і субмікро-кромки, які і виконують процес різання. Таким чином, виборча електроерозійна дія направлена в основному на алмазні зерна круга (що знаходяться в межах величини міжелектродного зазору ( $\Delta 2 < \Delta 1$ )) і дозволяє забезпечувати високу якість обробленої поверхні. На цьому етапі можливо також електроерозійне видалення і струмопровідної стружки, хоча завдяки своїм малим розмірам і значному межзеренному простору (на робочій поверхні крупнозернистих кругів) і малому часу реалізації чистового етапу обробки стружка достатньо вільно розміщується в межзеренному просторі.

На етапі прецизійної обробки (при вимкненому джерелі живлення) в результаті швидкої реалізації процесу пристосованості майданчики зносу стають гладкими (див. фіг. 3) і як би проводять полірування оброблюваної поверхні, забезпечуючи ще вищий рівень її якості.

Приклад використання способу.

Експериментальні дослідження проводилися на базі універсально-заточувального верстата мод. 3D642E, модернізованого для реалізації процесу алмазно-іскрового шліфування. Проводили заточування різців з двох надтвердих оброблюваних матеріалів - синтетичного полікристалічного алмазу марки СКМ-Р твердість (HV) якого складає 100 ГПа і наноструктурного твердого сплаву марки «Волкар» твердість (HV) якого складає 23...25 ГПа. Як джерело живлення використовували генератор електричних імпульсів ГКІ 200-300А. Діелектричне середовище - вода технічна. Порівнювали два способи - згідно з прототипом і запропонований спосіб. У першому випадку обробку вели в два етапи: крупнозернистим кругом 12A2 45°150×10×3×32 AC6 125/100 4 M2-01, а потім кругом на основі мікропорошку алмазу 12A2 45°150×10×3×32 ACM 40/28 4 M2-01. Пропонований спосіб був реалізований із застосуванням одного і того ж круга 12A2 45°150×10×3×32 AC6 125/100 4 M2-01. При цьому на першому етапі (чорнова обробка) енергія одиничних електричних імпульсів складала  $W=2,5 \cdot 10^{-3}$  Дж. ( $U_{\max}=130$  В,  $I_{\max}=130$  А,  $f=22$  кГц), а на другому (чистова обробка) вона була рівною  $W=0,75 \cdot 10^{-3}$  Дж. ( $U_{\max}=150$  В,  $I_{\max}=24$  А,  $f=88$  кГц). На третьому етапі  $W=0$  Дж. Для оцінки ефективності способів використовували два параметри - шорсткість обробленої поверхні (по критерію  $R_a$ ) і штучний час на заточування ( $\dot{O}_{\text{шт}}$ ). Результати експериментів наведені в таблиці.

Порівняльні дані способів обробки

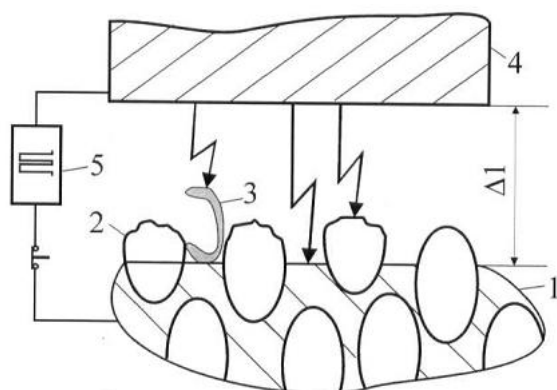
Спосіб обробки	Оброблюваний матеріал	$R_a$ , мкм	$\dot{Q}_{об}$
Прототип	СКМ-Р	0,1	60
	Волкар	0,14	20
Запропонований	СКМ-Р	0,025	45
	Волкар	0,12	15

Як видно з даних таблиці, запропонований спосіб забезпечує рівень якості, не нижче ніж спосіб згідно з прототипом, причому при меншому значенні штучного часу на обробку ( $a$ , отже, і собівартості обробки), що зв'язане, у тому числі і з відсутністю необхідності в заміні кругів при переході з одного етапу на інший, причому, чим твердіше оброблюваний матеріал, тим вигідніше відрізняються показники у пропонованого способу.

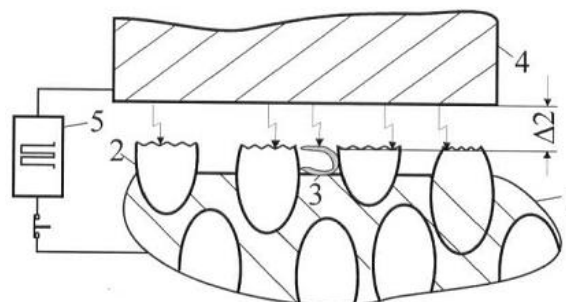
Джерела інформації:

1 Захаренко И.П., Савченко Ю.Я Алмазно-электролитическая обработка инструмента -К.: Наукова думка, 1978, 224 с.

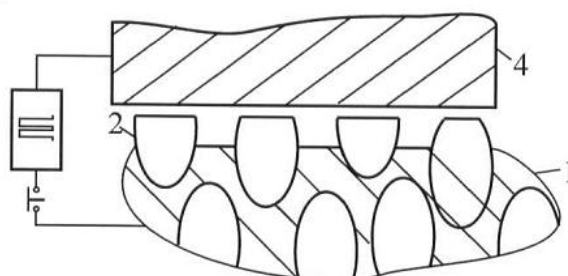
2 Полтавец В.В. Повышение степени управляемости технологической системой шлифования кругами из сверхтвердых материалов за счет воздействий на характеристики инструмента. Наукові праці Донецького національного технічного університету. Секція машинобудування і машинознавство. Вип. 6 (154). -Донецьк: ДонНТУ, 2009, с 79-86.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3