

УДК 631.171.075.3

МЕТОДИКА РЕКУПЕРАЦІЇ АЛМАЗНОГО ПОРОШКУ З АЛМАЗОНОСНОГО ШАРУ ШЛІФУВАЛЬНИХ КРУГІВ

Сушко О.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (061) 42-13-54

Анотація – в статті викладена методика рекуперації алмазних зерен з алмазозносною шару, їх вимірювання та визначення зернового складу шару алмазних кругів після виготовлення з метою підвищення їх роботоzдатності.

Ключові слова – надтверді матеріали, шліфувальні круги, алмазні зерна, рекуперація, алмазно-металеві композиції.

Постановка проблеми. Проблема ефективності обробки синтетичних надтвердих матеріалів (НТМ), які застосовуються в різних галузях народного господарства, залишається вельми актуальною. Алмазне шліфування як традиційний процес обробки НТМ є дуже дорогим, низьковиробничим, який характеризується нестабільною якістю оброблюваних виробів. Окрім того, інструмент, який при цьому застосовується, відрізняється високою витратою високовартісних алмазних зерен в процесі експлуатації. Існуючі марки зв'язок, які застосовуються в алмазних кругах, суттєво розрізняються за своїми властивостями міцності. Наприклад, тільки металеві зв'язки мають доволі широкий діапазон міцності від алюмінієвих (ПМ12) до твердосплавних (ВК8). Таким же широким діапазоном міцності характеризуються властивості алмазних шліфпорошків від АС2 до АС160 [1, 2].

Однак, до цього часу відсутня методологія вибору оптимального поєднання властивостей міцності алмазних зерен та металевих зв'язок стосовно до обробки конкретного матеріалу. Рекомендації стосовно застосування тих чи інших алмазних зерен, що є в джерелах, носять дуже загальний характер та мають дуже великі діапазони. Такі рекомендації, з урахуванням високої вартості алмазних зерен (які можуть відрізнитися у сотні разів у залежності від марки зерна) приводять до низької ефективності їх використання і, як наслідок, високої собівартості процесу алмазного шліфування, що сут-

тево стримує його застосування в процесах обробки [2].

До нераціонального використання алмазних зерен призводить також не завжди обґрунтоване призначення рівня їх концентрації в алмазних кругах. Традиційна концентрація алмазних зерен (25, 50, 100, 150, 200 %), яка застосовується в існуючих алмазних кругах, що випускаються, потребує значного уточнення. При цьому повинна вирішуватися задача оптимального поєднання властивостей міцності металевої зв'язки та алмазних зерен з точки зору збереження їх цілісності в процесі спікання алмазних кругів [3].

Тому є потреба в дослідженні рекуперації алмазних зерен з алмазоносного шару круга, вибору раціональної методики вимірювання їх якості та розмірів з метою підвищення роботоздатності алмазних кругів та для подальшого дослідження процесу їх спікання з точки зору визначення умов максимального збереження цілісності зерен.

Аналіз останніх досліджень. Процес лезвійної обробки загартованих сталей різцями з НТМ завдяки високій якості є конкурентоздатним абразивній обробці. Багатократні переваги утворюються за рахунок меншого технологічного часу, значного скорочення циклу обробки деталей при одночасному збільшенні швидкості обробки, зменшенні шорсткості поверхні та значному збільшенні зносостійкості інструменту [1]. Аналіз властивостей зерен, які застосовуються при виготовленні алмазних кругів з НТМ на металевій зв'язці методом порошкової металургії, є основою подальших досліджень напружено-деформованого стану процесу спікання з метою підвищення ефективності процесу алмазного шліфування [2].

Більшість дослідників схиляється до переваги використання для вивчення та описання процесів руйнування крихких неметалевих матеріалів (зокрема, і при абразивній обробці) кінетичної теорії руйнування. Причому, при фінішній обробці (полірування, доводка) переважаючим при руйнуванні буде термофлуктуаційний механізм розриву зв'язків. У разі силового шліфування (чорнові та напівчистові операції обробки конструкційних матеріалів, що супроводжуються зняттям значного припуску) процес руйнування матеріалу при формоутворенні можна умовно вважати таким, який здійснюється за рахунок виникнення та розвитку магістральних тріщин під дією механічних сил (сил різання). Формування в обробленому матеріалі так званого дефектного шару є наслідком порушення суцільності матеріалу при різанні, розвитку та перетину мікротріщин. Виходячи з

основних положень теорій руйнування, глибина поширення цих тріщин буде залежати від ступеня напружено-деформованого стану в обробленому тілі та визначається енергетичними умовами процесу обробки [3].

Необхідно дослідити рекуперацію алмазних зерен з алмазоносного шару круга, визначити якість та розміри зерен з метою подальшого виявлення оптимального поєднання марок, зернистостей, концентрацій алмазних порошків з типом металевої зв'язки, які забезпечують мінімальну дефектність спечених шліфувальних кругів.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Навести методику рекуперації алмазних зерен з алмазоносного шару, їх вимірювання та визначення зернового складу алмазоносного шару після виготовлення кругів з метою підвищення їх роботоздатності.

Основна частина. При проведенні експериментальних досліджень [4], був досліджений алмазоносний шар шліфувального круга 12A2 – 45° (150×10×3×32) ГОСТ 16172-80 AC6 200/160 M2 - 014 в об'ємі ~1см³, подрібнений до порошкоподібного стану.

Для очищення алмазного порошку було приготовано суміш азотної та соляної кислот (у співвідношенні 1:3) з розрахунку 100-150мл суміші на 200-300 каратів алмазного порошку. Алмазомісткий порошок, масою близько 4,5 каратів, заливався сумішшю кислот на 1/3 об'єму ємності порцелянової чашки. Після кип'ятіння протягом 30-45 хвилин та відстоювання отриманої суміші, відпрацьовані кислоти зливалися. Алмазний порошок промивався гарячою (60-70°C) водою 3-4 рази.

На другому етапі готувалася «хромова суміш», яка складається зі 100-150мл концентрованої сірчаної кислоти та 3 гр. K₂C₂O₇. Алмазний порошок заливався «хромовою сумішшю» з розрахунку 100-150мл на 200-300 каратів порошку, та кип'ятився, не доводячи до повного видалення води. Відпрацьована «хромова суміш» зливалася, а алмазний порошок промивався гарячою дистильованою водою до повного зникнення промивних вод. Після цього алмазний порошок заливався 10 % розчином NaOH на 1/3 об'єму порцелянової чашки та кип'ятився протягом 30-45 хв. Розчин луги зливався, а алмазний порошок знову промивався дистильованою водою до нейтральної реакції шляхом багатократного повторення операцій. Потім ємність з алмазним порошком підлягала сушінню у сушильній шафі протягом 1 години при температурі 100°C до отримання псевдотекучого стану.

У таблиці 1 наведені матеріали, обладнання та засоби захисту, які використовувалися під час очищення алмазного порошку.

Таблиця 1 – Матеріали, обладнання та засоби захисту

	Назва	ГОСТ
Матеріали	Алмазний порошок	ДСТУ 3292-95
	Дистильована вода	ГОСТ 6709-72
	Кислота соляна	ГОСТ 3118-77
	Кислота азотна	ГОСТ 4461-77
	Кислота сірчана	ГОСТ 4204-77
	Калій двохромовоокислий	ГОСТ 4220-75
	Їдкий натр	ГОСТ 4328-77
Обладнання	Витяжна шафа типу Ш2НЖ	ТУ 95-7028-73
	Лабораторна сушильна шафа СНОЛ 3.5.3.5.3.5/3-53	ГОСТ 13474-79
	Ваги лабораторні 2-го класу	ГОСТ 24104-80
	Ваги 2-3-го класів	ГОСТ 7328-82
	Плитка електрична	ГОСТ 14919-83
	Термічна конічна колба	ГОСТ 19908-80
	Випарювальна порцелянова чашка	ГОСТ 19908-80
	Термостійкий скляний стакан	ГОСТ 19908-80
	Ексикатор з вологопоглинаючим вкладнем	
	Універсальний індикаторний папір «Рифан»	
	Совок	
	Мірні циліндри	ГОСТ 1170-74 Е
	Засоби захисту	Халат бавовняний
Рукавички гумові		ГОСТ 20010-74
Окуляри захисні		ГОСТ 12.4013-75 Е

Сто зерен, виділені таким чином із алмазноносного шару круга, вимірювалися на двопробеному мікроінтерферометрі В. П. Лінника МІІ-4М, оптична схема якого має збільшення 490 разів та поле зору 0,32 мм.

На рис. 1 наведено оптичну схему мікроінтерферометра. Промені від лампи направляються конденсатором 2 через світлофільтр 3 в площину апертурної діафрагми 4. Паралельний пучок світла після виходу з об'єктиву 5 падає на напівпрозору розділювальну пластинку 6. Відбита від пластинки частина світлового потоку, яка проходить через першу гілку інтерферометру, збирається в фокальній площині об'єктиву 10 на поверхні зерна 11, що підлягає вимірюванню. Після відбивання від неї пучок світла знов проходить через об'єктив 10 та пластину 6 та збирається в фокусі об'єктива 12. Після цього пучок променів потрапляє в окуляр-мікромір 13 візирного тубусу, за допомогою якого спостерігається збільшене зображення вимірюваного алмазного зерна.

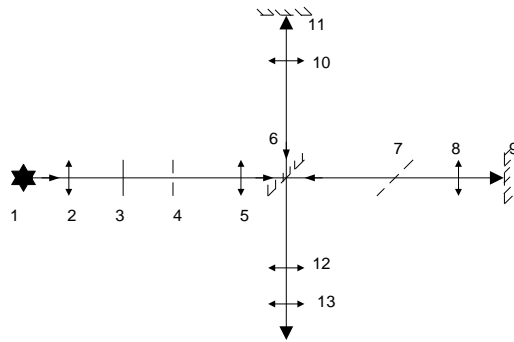


Рис. 1. Оптична схема мікроінтерферометру МІІ-4М

Алмазні зерна по одному розташовувалися між тонкими скляними пластинками та у такому вигляді поміщалися на предметний столик інтерферометра, де зерно орієнтувалося для зміни свого найбільшого та найменшого розмірів у даній площині. Після фокусування мікроскопу на вимірюваній поверхні потрібні напрямки зерна по чергово суміщалися зі шкалою окуляр-мікрометра обертанням навколо вертикальної вісі та переміщенням у горизонтальній площині предметного столика приладу. Ціна ділення шкали окуляр-мікрометра – 0,3 мкм. Розмір зерна визначався як різниця відрахувань, які знімалися по шкалі та барабану окуляр-мікрометра у двох крайніх точках контуру зерна.

Отримані таким чином розміри 100 алмазних зерен були розбиті на шість груп. Результати наведені у таблиці 2.

Таблиця 2 – Розмір навіски зерен

Розміри, мкм	55×125	85×200	115×160	135×200	165×255	185×310
Кількість зерен	2	3	9	24	51	11

За цими даними побудовано гістограму розподілу отриманих розмірів за зернистістю (рис. 2, а). Нормований алмазний порошок зернистістю 200/160 повинен містити не менш 70 % зерен основної фракції, великої та мілкої фракцій – у кількості не більше 15 % кожної, граничної фракції – не допускається [5]. Гістограма такого розподілу розмірів показана на рис. 2, б.

З рисунку видно, що кількість зерен основної (200/160) фракції зменшилася на 19 %, великої – на 4 %, а мілкої – зросла на 9 %. Крім того, з'явилися три ще більш мілкі фракції у наступній кількості: 125/100 – 9 %; 100/80 – 3 %; 80/63 – 2 %. Ступінь пошкодження, яка визначається по аналогії з Н.В. Новіковим для композиційних

алмазовмістких матеріалів як відношення зруйнованих зерен до їх загальної кількості [6], складає приблизно 0,28.

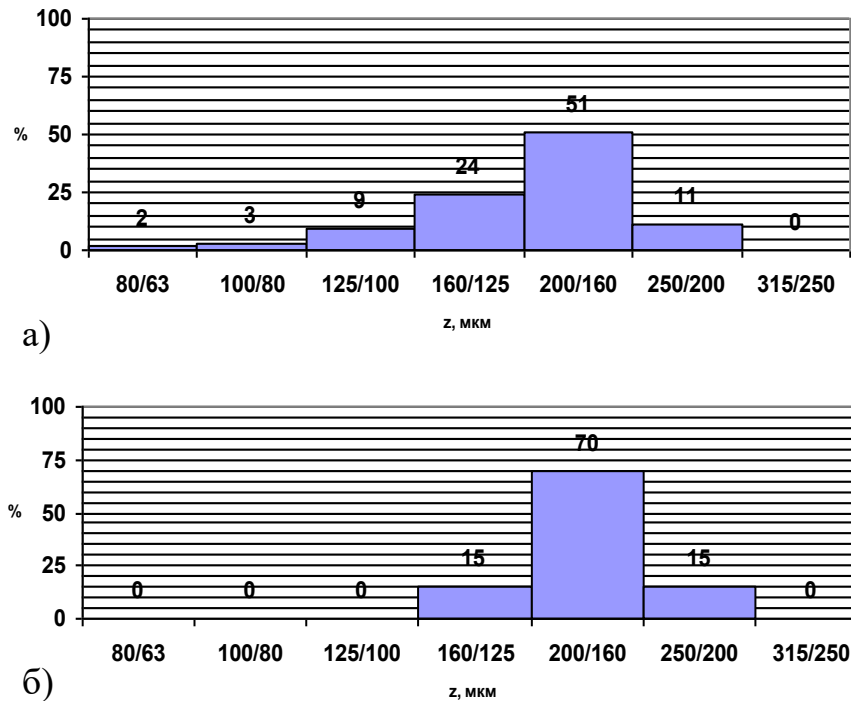


Рис. 2. Розмір навіски зерен 200/160:
а) виміряний; б) за ДСТУ 3292-95

Висновки. Таким чином, алмазні зерна в процесі виготовлення кругів руйнуються, особливо основної та крупної фракцій, хоча, можливо, й мілкої також. Тобто, в експлуатацію потрапляють шліфувальні круги з характеристиками, які суттєво відрізняються від наведених у маркуванні, так як фактично розміри зерен є у 1,25-2 рази меншими розмірів, які відповідають вказаній на кругах зернистості. Тоді й об'єм зішліфованого одиничним зерном матеріалу, і критична величина впровадження зерен у зв'язку, і умови їх утримання зв'язкою будуть відрізнятися від аналогічних параметрів для кругів зі стандартними характеристиками. Тобто, такі круги не можуть реалізовувати необхідні показники алмазно-абразивної обробки.

Виходячи з викладеного, доцільним є визначення умов виготовлення алмазних кругів з максимальною цілісністю зерен.

Література:

1. Новиков Н.В., Майстренко А.Л. Синтетические сверхтвердые материалы: в 3-х т., т.1. Синтез сверхтвердых материалов / Под ред. Н.В. Новикова. – Киев: Наукова думка, 1986. – 280 с.

2. Сушко О. В. Аналіз властивостей алмазних зерен в абразивних інструментах / О.В. Сушко // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, ТДАТУ, 2016. – Вип. 17, Т. 2 – с.117-121.

3. Тарасенко В.В., Сушко О.В. Аналіз існуючих теорій руйнування крихких матеріалів / В.В.Тарасенко, О.В. Сушко // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, ТДАТУ, 2016. – Вип. 16, Т. 2. – с.131-139.

4. Доброскок В.Л. Наукові основи формоутворення робочої поверхні кругів на струмопровідних зв'язках у процесі шліфування: автореф. дис. д-ра техн. наук / В.Л. Доброскок. – Київ, НТУ, 2001. – 33 с.

5. ДСТУ 3292-95. Порошки алмазні синтетичні. Загальні технічні умови. – 2007. – 17 с.

6. Новиков Н.В. Сопротивление разрушению сверхтвердых композиционных материалов / Н.В. Новиков, А.Л. Майстренко, В.Н. Кулаковский – Киев: Наукова думка, 1993. – 220 с.

МЕТОДИКА РЕКУПЕРАЦИИ АЛМАЗНОГО ПОРОШКА ИЗ АЛМАЗНОСНОГО СЛОЯ ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

О. Сушко

Аннотация - в работе приведена методика рекуперации алмазных зерен из алмазноносного слоя, определения размеров и зернового состава алмазноносного слоя круга после изготовления с целью повышения работоспособности инструмента.

TECHNIQUE OF RECOVERY OF DIAMOND POWDER FROM THE DIAMONDIFEROUS LAYER OF THE GRINDING WHEEL

O. Sushko

Summary

The technique of recovery of diamond grains from a diamondiferous layer, determination of the sizes and grain structure of a diamondiferous layer of a circle after production for the purpose of increase of operability of the tool is given in article.