

Г. Д. Ільницька, канд. техн. наук; В. І. Лаврінченко, д-р техн. наук;  
О. Б. Логінова, д-р хім. наук, В. В. Смоквіна, О. М. Соколов, С. П. Старик,  
І. М. Зайцева, А. П. Загора, В. В. Тимошенко, кандидати технічних наук;  
Л. Й. Котинська, Т. О. Косенчук

*Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України,  
вул. Автозаводська 2, 04074, м. Київ, e-mail: izaitseva@ukr.net*

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗДІЛЕННЯ ЗА ДЕФЕКТНІСТЮ ПОВЕРХНІ ШЛІФПОРОШКІВ АЛМАЗУ У ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

*Розглянуто можливості підвищення ефективності розділення за дефектністю поверхні шліфпорошків алмазу у водному середовищі. Дослідження проводили на алмазах марки АС20 зернистості 200/160. Нанесення на дефектні ділянки поверхонь зерен тонкодисперсних феромагнітних частинок з розміром частинок менше 1000 нм з концентрацією цих часток  $2,5 \pm 0,1$  % проводили в слаболужному водному середовищі при постійному перемішуванні протягом  $25 \pm 2$  хв. Після нанесення воду із частинками порошку заліза, що не закріпилися, зливали, а порошок алмазу із частинками заліза, що закріпилися на поверхні зерен, висушували, а потім розділяли в магнітному полі на електромагнітному сепараторі 138 Т при напруженості від 5 до 20 А/м з отриманням чотирьох фракцій розділення порошків алмазу з різною дефектністю поверхні та міцністю.*

*Проведені дослідження показали, що у слаболужному розчині тверді металеві частки вступають у взаємодію з утворенням гідрату окису металів заліза, які осідають на поверхні зерен алмазу в першу чергу на активованих центрах, які на зернах алмазу з'являються на виступах, де накопичується максимум дислокацій, що сприяє селективному закріпленню металевих частинок на дефектних ділянках поверхні зерен алмазу і після сушки порошку алмазу із закріпленням на поверхні зерен твердих металевих частинок забезпечує посилення та створення набутих магнітних властивостей для наступного поділу у магнітному полі на фракції алмазів з різними магнітними властивостями, які відрізняються між собою.*

*Встановлено, що за результатами адгезійно-магнітного розділення вихідних алмазів марки АС20 зернистості 200/160, отриманих в системі Ni-Mn-C, було отримано порошки, які за коефіцієнтом поверхневої активності  $K_a$ , відрізняються між собою від 0,59 до 1,34 %, що забезпечує виділення із вихідних алмазів шліфпорошків 14,8 % алмазів марки АС50 з однорідністю за міцністю в 1,9 разів вище за однорідність вихідних порошків.*

**Ключові слова:** *характеристики міцності синтетичних алмазів, однорідність шліфпорошків алмазу за міцністю, розділення за величиною дефектності поверхні.*

### Вступ

Для розвитку машинобудівної галузі важливим напрямком є застосування ефективних абразивних інструментів на основі синтетичних алмазів. При алмазно-абразивній обробці поверхні деталей на ефективність роботи шліфувального інструменту впливають характеристики алмазних порошків, які формуються в процесі синтезу алмазу, сортування та класифікації. Шліфпорошки синтетичного алмазу низькоміцних марок АС6–АС20 широко застосовуються при обробці твердого сплаву, кераміки, скла та інших крихких матеріалів. Одним з найважливіших шляхів досягнення збільшення зносостійкості алмазного інструменту є підвищення однорідності за міцністю алмазних порошків, які застосовують в алмазному інструменті [1, 2].

Зростання кристалів алмазу під час синтезу супроводжується утворенням поверхні кристалів, тобто кордону твердого тіла з навколишнім середовищем. Загальною термодинамічною властивістю поверхні є надмірність поверхневої енергії по відношенню до

обсягу і наявності поверхневого натягу, що впливає на кристалізацію алмазів і реконструкцію поверхні. При цьому створюються кристали алмаза з різною поверхнею від атомногладкої до розвиненої дефектної. Дефекти поверхні кристалів алмаза мають підвищену хімічну активність і впливають на характеристики міцності кристала.

В наш час серійні алмазні порошки вітчизняного і зарубіжного виробництва являють собою сукупність зерен певної зернистості, які в значній мірі розрізняються за основними технологічними характеристиками якості (міцності, зернового складу) [3-5].

В зв'язку з цим для підвищення працездатності абразивного інструменту актуальним є удосконалення способів отримання порошків синтетичного алмазу з високою однорідністю за міцністю.

Для підвищення якості порошків алмазу в Інституті надтвердих матеріалів розроблено способи розділення зернистого матеріалу за дефектністю поверхні зерен у повітряному середовищі, які передбачають попередню обробку шляхом вибіркового нанесення на дефектні ділянки поверхонь тонкодисперсних металевих (ферромагнітних або електропровідних) частинок з розміром не більше 1000 нм, що забезпечують наступне розділення у силовому полі (відповідно магнітному або у електричному полі різної напруженості) на фракції з різним рівнем дефектності поверхні, що сприяє розділенню за міцністю [6, 7]. При цьому недостатньо висока селективність закріплення тонкодисперсних металевих частинок на дефектні ділянки поверхонь зерен алмазу з розвиненою дефектною поверхнею. Це призводить до зниження ефективності розділення зерен алмазу, на яких закріплені ферромагнітні або електропровідні частинки у магнітному або електричному полях, на що вказує досить низька однорідність за міцністю отриманих після розділення на фракції порошків зернистого матеріалу.

При синтезі через варіювання концентрацією розчину і його складом кінетика процесу міняється протягом циклу синтезу. У результаті синтезу алмаза утворюються кристали з різною розвиненою поверхнею. Це призводить до істотних змін морфології кристалів з переходом від атомно-гладких до шорсткуватих поверхонь. Для досягнення високої ефективності процесу розділення порошків зерен алмазу за дефектністю поверхні, що забезпечував би розділення зернистого матеріалу за міцністю, необхідно зростання селективності закріплення металевих частинок ферромагнітного або електропровідного порошку на поверхні цих порошків з метою створення набутих властивостей, які забезпечують наступне розділення у відповідних силових полях.

Для підвищення ефективності розділення зернистого матеріалу за дефектністю поверхні і міцністю зерен нанесення металевих частинок здійснювали в рідкому середовищі, що забезпечує більш високу вибірковість закріплення частинок поверхні тому, що адгезійна сила прилипання частинок у рідкому середовищі значно менша, ніж у повітряному. Такий спосіб дозволяє вибірково закріпитися і утримуватися на розвиненій дефектній поверхні зерен надтвердих матеріалів меншій кількості частинок, які створюють набуті властивості, що дозволяє проводити більш ефективне сортування зернистих порошків у відповідних полях, магнітних або електричних різної напруженості. Це відбувається тому, що на розвиненій дефектній поверхні зерен порошку надтвердих матеріалів закріплюється менша кількість частинок, що створює набуті властивості у зерен, і такі зерна розподіляються з більшою селективністю, що сприяє одержанню порошків, які розрізняються за дефектністю поверхні і за міцністю [7].

При нанесенні ферромагнітного або електропровідного тонкодисперсного металевого порошку з розмірами частинок не більше 1000 нм, частинки якого в водному середовищі доволі швидко опускаються на дно ємкості, де відбувається нанесення. В даному випадку для підвищення агрегатованої стійкості дисперсної системи – суспензії твердих металевих часток у водному розчині – можна додавати речовини-стабілізатори, які сприяють зниженню міжфазного натягу між металевими частками. При цьому вільна енергія системи знижується і, відповідно, вищою стає її агрегатна стійкість, тобто металеві частинки менше злипаються,

що значно сприяє адсорбуванню окремих металевих часток на поверхні зерен алмазу. Дисперсні системи, які містять стабілізатор, можуть існувати більш тривалий час, що забезпечує більше посилення взаємодії металевих частинок з поверхнею зерен алмазу [8].

Тому метою цієї роботи було дослідження підвищення ефективності нанесення у водному середовищі металевих частинок на поверхню зерен шліфпорошків алмазу для проведення подальшого розділення цих зерен за дефектністю їх поверхні.

### **Вихідні матеріали та експериментальні методи**

Дослідження проводили на шліфпорошках алмазу марки АС20 зернистості 200/160, синтезованих в системі Ni–Mn–C. Нанесення на дефектні ділянки поверхонь зерен тонкодисперсних феромагнітних частинок з розміром часток менше 1000 нм з концентрацією цих часток  $2,5 \pm 0,1\%$  проводили в водному середовищі при постійному перемішуванні протягом  $25 \pm 2$  хв.

Для створення сприятливих умов при нанесенні твердих металевих частинок у водному середовищі використовували стабілізатори у вигляді гідроксидів натрію або калію. Були проведені експерименти для визначення рН водних розчинів, температури водного середовища та тривалості часу нанесення тонкодисперсних металевих частинок на поверхню зерен алмаза для створення повільного руху металевих частинок у ємкості для нанесення металевих частинок на поверхню зерен алмазу та збільшення тривалості часу осадження цих частинок на дно ємкості і зростання кількості контактів цих частинок з поверхнею зерен алмаза. Обґрунтування відібраних параметрів виконувалось при аналізі даних розподілу порошків алмазу марки АС20 зернистості 200/160. Вимірювання рН водного розчину проводили за допомогою пристрою ADWA AD11. Порівняння проводили за зміною середніх значень коефіцієнта поверхневої активності  $K_a$  та коефіцієнта однорідності за міцністю  $K_{\text{одн.міц.}}$ .

Після проведення операції нанесення воду із частинками порошку заліза, що не закріпилися, зливали, а порошок алмазу із частками заліза, що закріпилися на поверхні зерен, висушували, а потім розділяли в магнітному полі на електромагнітному сепараторі 138 Т при напруженості від 5 до 20 А/м з отриманням чотирьох фракцій розділення порошків алмазу з різною дефектністю поверхні та міцністю.

Для кожної окремої фракції визначали вихід в %, дефектність поверхні, міцність, однорідність за міцністю. Дефектність поверхні оцінювали у вигляді коефіцієнта поверхневої активності ( $K_a$ , %) і визначали за методикою М88 України 90.258-2004 «Методика визначення коефіцієнта поверхневої активності» [9]. Міцність – у вигляді показника міцності при статичному стисненні за методикою ДСТУ 3292 [10]. Однорідність алмазів за міцністю ( $K_{\text{одн.міц.}}$ ) оцінювали за методикою М 28.5-271:2008. Методика аналітической оценки прочности зерен порошков сверхтвердых материалов (СТМ) [11].

### **Результати експериментів та їх обговорення**

Для створення сприятливих умов при нанесенні твердих металевих часток у водному середовищі необхідно, щоб рН водного розчину була більше 7 (нейтральний розчин), але не більше 9, коли в лужному розчині металеві частинки дуже повільно рухаються, що сповільнює процес створення контактів цих часток з поверхнею зерен алмаза.

Результати адгезійно-магнітного сортування алмазів марки АС20 зернистості 200/160 у водному середовищі з різним рН розчину наведені у табл. 1.

**Таблиця 1.** Результати адгезійно-магнітного сортування алмазів марки АС20 зернистості 200/160 у водному середовищі з різним рН розчину

Значення рН розчину	Середнє значення		Характеристика водного середовища
	К <sub>а</sub> , %	К <sub>одн.міц.</sub> , %	
7,0	1,01	38,0	нейтральний розчин при рН= 7
7,5	0,97	40,5	слаболужний розчин при рН від 7,5 до 9,5
8,0	0,90	49,0	
9,0	0,95	48,1	
9,5	0,93	44,6	лужний розчин при рН ≥ 10
10,0	0,91	35,7	

Як видно з табл. 1, для створення сприятливих умов при нанесенні твердих металевих частинок у водному середовищі необхідно, щоб рН водного розчину була більше 7 (нейтральний розчин), але не більше 9,5, коли в лужному розчині металеві частинки дуже повільно рухаються, що сповільнює процес створення контактів цих частинок з поверхнею зерен алмаза.

У слаболужному розчині тверді металеві частинки вступають у взаємодію з утворенням гідрату окису металів заліза або міді, які осідають на поверхні зерен алмазу в першу чергу на активованих центрах, які на зернах алмазу з'являються на виступах, де накопичується максимум дислокацій, що сприяє селективному закріпленню металевих частинок на дефектних ділянках поверхні зерен алмазу і після сушки порошку алмаза із закріпленням на поверхні зерен твердих металевих частинок забезпечує посилення та створення набутих магнітних або електропровідних властивостей для наступного розділення у відповідних силових полях на фракції алмазів з різними магнітними або електропровідними властивостями.

Зростанню ефективності закріплення феромагнітних або електропровідних частинок сприяє постійне перемішування з використанням, наприклад, змішуючих пристроїв типу магнітних перемішувачів. При постійному перемішуванні збільшується кількість зіткнень феромагнітних або електропровідних частинок із твердою поверхнею зернового матеріалу. При цьому підвищення температури рідкого середовища, в якому відбувається нанесення частинок на поверхню твердих тіл, від 30°C але не вище 50°C, прискорює процес і сприяє підвищенню ефективності закріплення частинок (табл. 2).

**Таблиця 2.** Результати адгезійно-магнітного сортування алмазів марки АС20 зернистості 200/160 при різній температурі водного середовища

Температура водного середовища °С	Середні значення	
	К <sub>а</sub> , %	К <sub>одн.міц.</sub> , %
кімнатна температура	1,01	38,0
30	0,97	42,0
40	0,90	49,0
50	0,87	46,1
55	0,88	47,7
60	0,89	46,4

Дані табл. 2 свідчать, що підвищення температури водного середовища, при якій відбувається нанесення тонкодисперсних твердих металевих частинок на поверхню зерен

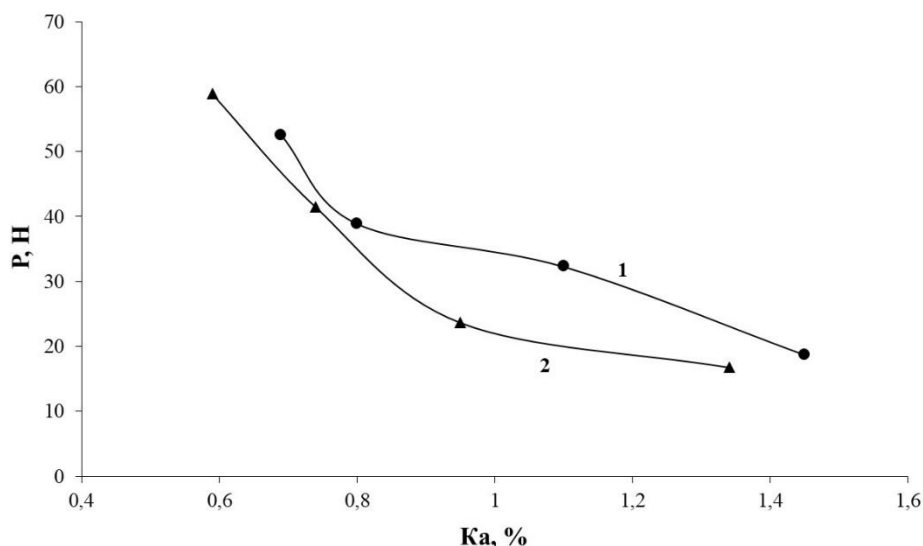
алмаза, від 30 до 50 °С, сприяє ефективності розділення; зростання температури вище 50°С не має сенсу тому, що це не призводить до підвищення ефективності розділення.

**Таблиця 3.** Результати адгезійно-магнітного сортування алмазів марки АС20 зернистості 200/160 при різній тривалості часу нанесення тонкодисперсних металевих частинок на поверхню зерен алмаза

Тривалість часу нанесення металевих частинок на поверхню зерен алмаза, хв	Середнє значення	
	К <sub>а</sub> , %	К <sub>одн.міц.</sub> , %
5	0,85	42,3
15	0,87	47,3
25	0,90	49,0
30	0,89	48,1
35	0,88	49,6
40	0,89	49,7

Дані табл. 3 вказують, що підвищення тривалості нанесення тонкодисперсних металевих частинок на поверхню зерен алмаза до 30 хв сприяє ефективності розділення. Зростання тривалості більше 30 хв не має сенсу тому, що не сприяє подальшому підвищенню ефективності розділення.

З використанням досліджених параметрів сприятливих умов нанесення частинок металевих порошків було проведено адгезійно-магнітне розділення шліфпорошків алмазу марки АС20 зернистості 200/160 з використанням феромагнітного тонкодисперсного порошку заліза (рис. 1). Перед проведенням розділення на алмазний порошок виконували нанесення на дефектні ділянки поверхонь зерен тонкодисперсних електропровідних часток заліза з розміром частинок менше 1000 нм з концентрацією цих часток  $2,5 \pm 0,1\%$  в слаболужному водному



*Рис. 1.* Зміна міцності шліфпорошків алмазу від дефектності їх поверхні при нанесенні феромагнітних частинок заліза: 1 – у нейтральному середовищі; 2 – у слаболужному середовищі

середовищі з рН=8 при постійному перемішуванні при температурі  $40 \pm 3$  °С протягом  $25 \pm 2$  хв. Після проведення операції нанесення воду із частками порошку заліза, що не закріпилися, зливали, а порошок алмазу із частками заліза, що закріпилися на поверхні зерен, висушували, а потім розділення порошку алмаза з частками заліза на його поверхні проводили в магнітному полі на

електромагнітному сепараторі 138 Т при напруженості від 5 до 20 А/м з отриманням також

чотирьох фракцій розділення порошків алмазу з різною дефектністю поверхні та міцністю і з високою однорідністю за міцністю.

Для кожної окремої фракції визначали вихід в %, дефектність поверхні, міцність; дефектність поверхні оцінювали у вигляді коефіцієнта поверхневої активності  $K_a$ , % [9], міцність у вигляді показника міцності при статичному стисненні (Р, Н) [10], однорідність алмазів за міцністю ( $K_{\text{одн.міц.}}$ , %) [11].

За таких же умов виконували сортування шліфпорошків алмазу марки АС20 зернистості 200/160 у нейтральному водному середовищі з рН=7.

За результатами розділення вихідних алмазів марки АС20 зернистості 200/160 після нанесення на їх поверхню феромагнітних частинок заліза у нейтральному водному середовищі отримали шліфпорошки алмазу, які за коефіцієнтом поверхневої активності  $K_a$ , відрізняються між собою від 0,69 до 1,45 %, при цьому середнє значення  $K_a$  склало 1,01 % (рис. 1, крива 1). У слаболужному водному розчині було отримано порошки, які за коефіцієнтом поверхневої активності  $K_a$ , відрізняються між собою від 0,59 до 1,34 %, при цьому середнє значення  $K_a$  склало 0,90 % (рис. 1, крива 2).

Оскільки нанесення металевих феромагнітних частинок здійснюється у водному середовищі з рН 8 (слаболужному розчині) з концентрацією феромагнітних або

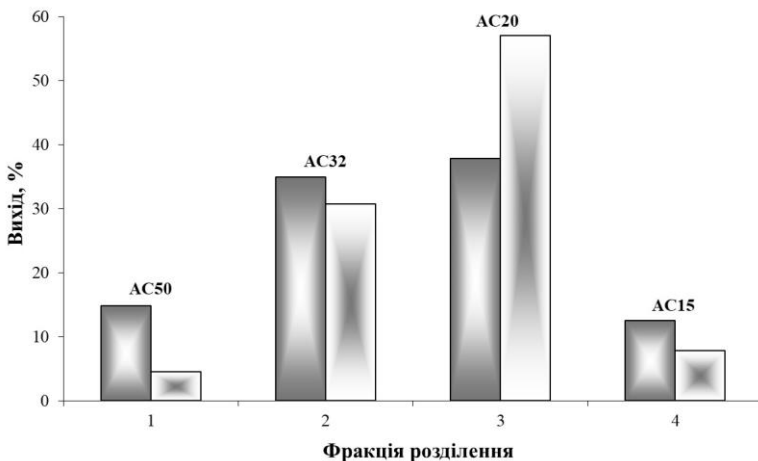


Рис. 2. Вихід шліфпорошків алмазу марок АС50, АС32, АС20 та АС15 після адгезійно-магнітного розділення при нанесенні феромагнітних частинок заліза: 1 – у нейтральному середовищі; 2 – у слаболужному середовищі.

електропровідних часток від 0,5 до 5,0 %, при постійному перемішуванні при температурі від 30 до 50 °С, забезпечується більш висока вибірковість закріплення частинок на поверхні. Це дозволяє селективно закріпитися й утримуватися на розвиненій дефектній поверхні зерен алмазу меншій кількості частинок, що створює набуті властивості і дозволяє виконувати більш ефективне розділення порошків алмазу у магнітному полі різної напруженості.

Розділення вихідних шліфпорошків алмазу марки АС20 зернистості 200/160 у водному слаболужному розчині забезпечує виділення із вихідних алмазів шліфпорошків 14,8 % алмазів марки АС50, а в нейтральному середовищі тільки 4,5 % (рис. 2).  
З рис. 2 випливає, що після адгезійно-магнітного розділення при нанесенні феромагнітних частинок заліза на поверхню зерен алмазу у слаболужному середовищі отримано шліфпорошки алмазу марки АС50 у 3,3 рази більше, ніж при нанесенні у нейтральному середовищі; при цьому вихід алмазів низькоміцної марки АС15 склав 12,5 %, що в 1,6 разів більше, ніж при нанесенні у нейтральному середовищі, що свідчить про більш високу селективність розділення зерен алмазу після нанесення на їх поверхню феромагнітних частинок заліза.

На рис. 3 наведені значення однорідності за міцністю шліфпорошків алмазу після адгезійно-магнітного розділення при нанесенні феромагнітних частинок заліза у слаболужному середовищі (3, а) та у нейтральному середовищі (3, б).

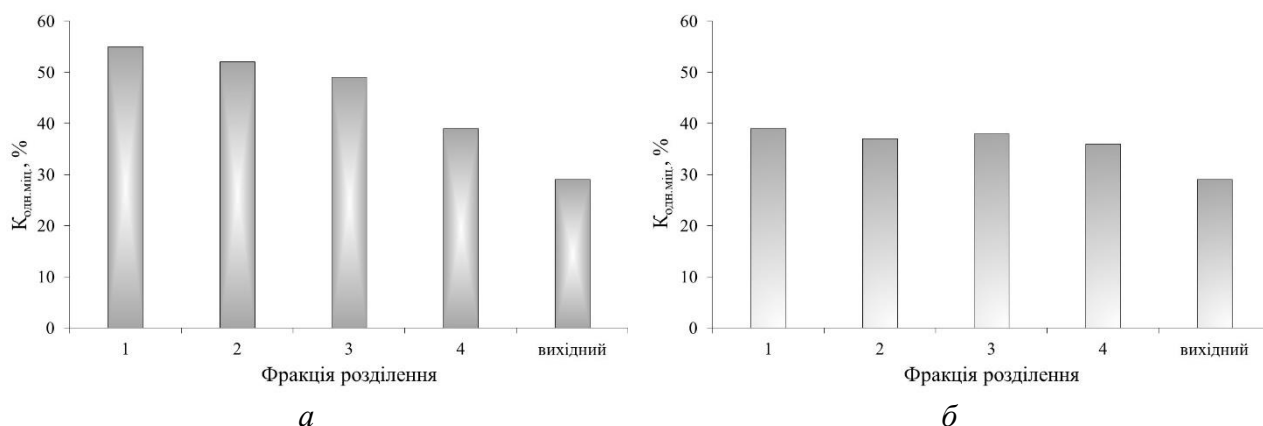


Рис. 3. Однорідність за міцністю шліфпорошків алмазу після адгезійно-магнітного розділення при нанесенні феромагнітних частинок заліза у слаболужному середовищі (а) та у нейтральному середовищі (б)

З рис. 3 видно, що за значеннями однорідності за міцністю шліфпорошки алмазу після адгезійно-магнітного розділення при нанесенні феромагнітних частинок заліза у слаболужному середовищі відрізняються від однорідності вихідних порошоків у 1,9–1,3 рази, а при нанесенні у нейтральному середовищі приблизно у 1,3 рази.

Таким чином, завдяки проведенню нанесення феромагнітних частинок тонкодисперсного металевого порошку у слаболужному розчині водного середовища досягається вибіркове закріплення таких частинок на розвиненій дефектній поверхні зерен алмазу, що сприяє підвищенню ефективності розділення порошоків алмазу у магнітному полі різної напруженості, і як наслідок, підвищенню селективності розділення на фракції зернистого матеріалу, міцності отриманого зернистого матеріалу та його однорідності за міцністю, що значно розширює технологічні можливості процесу.

### Висновки

Встановлено, що виготовлення шліфпорошків алмазу, який передбачає попередню обробку шляхом нанесення на дефектні ділянки поверхонь зерен феромагнітних частинок розміром менше 1000 нм у слаболужному водному середовищі з рН 7,5–9,5 з концентрацією цих частинок від 0,5 до 5,0 % при постійному перемішуванні при температурі від 30 до 50 °С протягом не більше 30 хв. за результатами адгезійно-магнітного розділення вихідних алмазів марки АС20 зернистості 200/160, отриманих в системі Ni–Mn–С, було отримано порошки, які за коефіцієнтом поверхневої активності  $K_a$ , відрізняються між собою від 0,59 до 1,34 %, що забезпечує виділення із вихідних алмазів шліфпорошків 14,8 % алмазів марки АС50 з однорідністю за міцністю в 1,9 разів вище за однорідність вихідних порошоків.

**Н. Пнытська, В. Лавриненко, О. Логінова, В. Смоквчина,  
О. Соколов, С. Старик, І. Зайцева, А. Загора, В. Тимосенко, Л. Котинська, Т. Косенчук**

*V. Bakul Institute for Superhard Materials of the National Academy of Sciences of Ukraine,  
e-mail: izaitseva@ukr.net*

### INCREASING THE EFFICIENCY OF SEPARATION ACCORDING TO THE DEFECTIVENESS OF THE SURFACE OF DIAMOND GRINDING POWDERS IN AN AQUEOUS MEDIUM

*The possibilities of increasing the efficiency of separation according to the defectiveness of the surface of diamond grinding powders in an aqueous medium are considered. The study was carried out on diamonds of grade AC20, grain size 200/160. Application of finely dispersed ferromagnetic particles with a particle size of less than 1000 nm with a concentration of these particles of  $2.5 \pm 0.1\%$  to defective areas of grain surfaces*

was carried out in a weakly alkaline aqueous medium with constant stirring for  $25 \pm 2$  min. After application, the water with non-fixed iron powder particles was poured off, and the diamond powder with iron particles fixed on the surface of the grains was dried and then separated in a magnetic field on a 138 T electromagnetic separator at a strength of 5 to 20 A/m to obtain four fractions.

The studies performed have shown that in a weakly alkaline solution, solid metal particles interact with the formation of oxide hydrate of iron metals, which are deposited on the surface of diamond grains, primarily on activated centers, which appear on diamond grains protrusions where a maximum of dislocations accumulate. After drying, the diamond powder with solid metal particles fixed on the surface of the grains provides enhancement and creation of acquired magnetic properties for subsequent separation in a magnetic field into diamond fractions with different magnetic properties.

It has been established that according to the results of the adhesion-magnetic distribution of the initial diamonds of grade AC20 with a grain size of 200/160, obtained in the Ni-Mn-C system, powders were obtained, which, according to the coefficient of surface activity  $K_a$ , differ from each other from 0.59 to 1.34%, which provides the separation from the initial diamond grinding powders of 14.8% of AC50 diamonds with strength homogeneity of diamond grinders powders 1.9 times higher than the homogeneity of the initial powders.

**Key words:** strength characteristics of synthetic diamonds, strength homogeneity of diamond grinding powders, distribution by surface imperfection value.

## Література

1. Сверхтвердые материалы. Получение и применение: монография: в 6 т. Т. 2 / под общ. ред. Н. В. Новикова К.: ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины, ИПЦ «АЛКОН» НАН Украины, 2004. 288 с.
2. Лавріненко В. І., Новіков М. В. Надтверді абразивні матеріали в механообробці: енциклопедичний довідник. К.: ІНМ ім. В. М. Бакуля НАН України, 2013. 456 с.
3. Prikhna T.O., Ilnytska H.D., Lavrinenko V.I., Zaitseva I.N., Sheiko M.N., Smokvyna V.V., Tymoshenko V.V. *Improvement of Physical and Mechanical Characteristics of Synthetic Diamond Powders Synthesized from Ferroalloys for Increasing the Wear Resistance of the Diamond Dressing Tool* // Journal of Superhard Materials, 2022, Vol. 44, N 2. P. 139–150.
4. Ильницкая Г. Д. Влияние структуры кристаллов алмаза на физико-механические свойства алмазных порошков *Надтверді матеріали: створення та застосування*. К.: ІНМ НАН України. 2007. С. 189–196.
5. Спосіб розподілу зернистого матеріалу за дефектністю поверхні зерен: пат. 25515 Україна: В03С 7/00, В03С 1/00. № u200703803; заявл. 05.04.2007; опубл. 10.08.2007, Бюл. № 12. 4 с.
6. Спосіб розподілу зернистого матеріалу за дефектністю поверхні зерен: пат. 65128 Україна: В03С 7/00, В03С 1/00 № u200703805; Заявл. 12.01.2009; Опубл.12.01.2009, Бюл. № 1. 4 с
7. Спосіб розподілу зернистого матеріалу за дефектністю поверхні зерен: пат. 85284 Україна: В03С 7/00, В03С 1/00 № u2003065195; Заявл. 05.06.2003, Опубл.15.03.2004, Бюл. № 3.
8. Фізична та колоїдна хімія. Навч. пос. под ред. А.І. Костржицького. 2008. К.: «Центр учбової літератури»: *Поверневі явища та адсорбційні рівноваги* (с. 270-287) та *Агрегативна стійкість та коагуляція дисперсних систем* (с. 371-387).
9. М 88 Украины 90.258–2004. Методика определения коэффициента поверхностной активности порошков сверхтвердых материалов (СТМ). К.: ИСМ НАН Украины, 2004. 11 с.
10. ДСТУ 3292–95. Порошки алмазные синтетические. Общие технические условия. Введ. 01.01.96. К.: Госстандарт Украины, 1995. 71 с.

11. М 28.5–272:2008 «Методика аналитической оценки прочностных характеристик шлифпорошков сверхтвердых материалов (СТМ). К: ИСМ НАН Украины, 2008. 14 с.  
Надійшла 22.07.2023

### References

1. Novikov, N. V. (Ed.). (2004). *Sverkhtverdyie materialy. Polucheniiie i primeneniie [Superhard materials. Obtaining and applying]. (2004). N. V. Novikova (Ed.) Vol. 2. Struktura i svoistva STM. Metody issledovaniia [Structure and properties of STM. Research methods]. ISM im. V. N. Bakulia NAN Ukrainy, IPTS „ALKON” NAN Ukrainy [in Russian].*
2. Lavrinenko, V. I., & Novikov, M. V. (2013). *Nadtverdi abrazyvni materialy v mekhanoobrobtsi [Superhard abrasive materials in machining]. INM im. V. M. Bakulia NAN Ukrainy [in Ukrainian].*
3. Prikhna T.O., Ilnytska H.D., Lavrinenko V.I., et al. (2022). Improvement of Physical and Mechanical Characteristics of Synthetic Diamond Powders Synthesized from Ferroalloys for Increasing the Wear Resistance of the Diamond Dressing Tool. *J. Superhard Materials*, 44(2), 139–150.
4. Ilnitskaia, G. D. (2007). Vliianiie struktury kristallov almaza na fiziko-mekhanicheskiie svoistva almaznykh poroshkov [Influence of the structure of diamond crystals on the physical and mechanical properties of diamond powders]. *Nadtverdi materialy: stvorennia ta zastosuvannia – Superhard Materials: creation and application*. INM NAN Ukrainy, 189–196 [in Russian].
5. Novikov, M. V., Bohatyrova, H. P., Nevstruiev, H. F., & Ilnytska, H. D. (2007). *Patent of Ukraine № 25515. MIIK B03C 7/00, B03C 1/00. Sposib rozpodilu zernystoho materialu za defektnistiu poverkhni Zeren [The method of distribution of granular material according to grain surface defects] (Patent Ukraine № 25515).*
6. Novikov, M. V., Ilnytska, H. D., Bogatyreva, G. P., & Nevstruev, G. F. (2009). *Sposib rozpodilu zernystoho materialu za defektnistiu poverkhni Zeren [The method of distribution of granular material according to grain surface defects]. (Patent Ukraine № 65128).*
7. Novikov, M. V., Bogatyreva, G. P., Nevstruev, G. F., & Ilnytska, H. D. (2004). *Sposib rozpodilu zernystoho materialu za defektnistiu poverkhni Zeren [The method of distribution of granular material according to grain surface defects]. (Patent of Ukraine 85284).*
8. Kostrzhytskyi A. I. (Ed.) *Fizicha i koloidna chimia [Physical and colloidal chemistr] (2008). Poverkhnevi yavyscha ta adsorbtsiini rivnovahy [Surface phenomena and adsorption equilibria], 270-287; Ahrehatyvna stiikist ta koahuliatsiia dyspersnykh system [Aggregative stability and coagulation of dispersed systems], 371-387. Tsentr uchbovoi literatury [in Russian].*
9. ISM im. V.N. Bakulia NAN Ukrainy. (2004). *Metodika opredeleniia koeffitsienta poverkhnostnoi aktivnosti poroshkov sverkhtverdykh materialov (STM) [Method for determining the surface activity coefficient of superhard material powders (STM)]. (Metodika M88 Ukrainy 90.258-2004) [in Russian].*
10. *Poroshki almaznye sinteticheskie. Obshchie tekhnicheskie usloviia [Synthetic diamond powders. General specifications]. (1995). DSTU 3292-95. K.: Hosstandart Ukrainy [in Russian].*
11. ISM im. V.N. Bakulia NAN Ukrainy. (2008). *Metodika analiticheskoi otsenki prochnostnykh kharakteristik shlifporoshkov sinteticheskoho almaza [Method for the analytical evaluation of the strength characteristics of synthetic diamond grinding powders]. (Metodika M 28.5-272:2008) [in Russian].*