

**Н. О. Олійник, Г. Д. Ільницька**, кандидати технічних наук<sup>1</sup>;  
**Г. А. Петасюк<sup>1</sup>, О. М. Сизоненко<sup>2</sup>**, доктори технічних наук;  
**Г. А. Базалій, С. Д. Заболотний<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України, вул. Автозаводська 2,  
04074 м. Київ, Україна, e-mail: oleunik\_nonna@ukr.net

<sup>2</sup>Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України, проспект Богоявленський 43а,  
54018 м. Миколаїв, Україна, e-mail: sizonenko43@rambler.ru

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МЕТОДІВ ОТРИМАННЯ ПОРОШКУ АЛМАЗУ АБРАЗИВНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ПОКАЗНИКИ ЙОГО ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

*Робота присвячена встановленню та порівняльному аналізу фізико-механічних характеристик продуктів розділення порошку алмазу в магнітному полі та продуктів флотаційного розділення порошку. Увагу приділено порошкам марок АС15 зернистості 200/160; АС20 зернистості 160/125; АС20 зернистості 100/80. Дослідження проведено за допомогою методик розроблених в ІНМ ім. В.М. Бакуля. Встановлено, що застосування способів отримання порошку алмазу, які передбачають розділення в магнітному полі та підготовку порошку до розподілення, з попередньою обробкою порошку ультразвуковими хвилями або з попередньою термохімічною обробкою порошку, створює умови для ефективного проведення розподілу порошку на продукти, які відрізняються між собою за міцністю, дефектністю поверхні, мають підвищений рівень однорідності за міцністю та за магнітними властивостями.*

*Встановлено, що застосування підготовки поверхні порошку за рахунок оброблення високовольтними електричними розрядами при виготовленні порошків та застосування флотаційного розділення порошку дозволяє отримати порошок, що характеризується підвищеним показником міцності при статичному стиску на 23,8%, збільшеною однорідністю за міцністю на 25,0%, а також суттєво зниженою кількістю включень, отримувати більш однорідні за морфометричними характеристиками порошки, які мають більшу кількість різальних кромки та більший кут їх загострення, що забезпечує більш високу абразивну здатність. Результати досліджень впливу багатоваріантних методів комплексного послідовного застосування процесів підготовки та розділення порошку алмазу на фракції свідчать, що такі дії призвели до покращення фізико-механічних характеристик порошку.*

**Ключові слова:** порошок синтетичного алмазу, магнітне поле, флотація, міцність, морфометричні характеристики

В галузі машинобудування широко застосовують інструмент, оснащений порошками абразивного призначення, переважно порошками алмазу різних марок з певними характеристиками.

Порошки абразивного призначення мають різні характеристики якості. Отримання порошків синтетичного алмазу передбачає синтез та вилучення частинок алмазу, їх сортування. Як правило, сортування передбачає розподіл частинок алмазу за розмірами, формою, фізико-механічними та морфометричними характеристиками. Розподіл частинок здійснюють за допомогою процесів розділення, наприклад, розділення в магнітному або електричному полі, флотаційного розділення різних видів. Для більш ефективного проведення процесів використовують підготовку поверхні частинок алмазу.

Дослідженнями впливу методів отримання порошку алмазу на показники його фізико-механічних характеристик та розробкою методів отримання порошку алмазу в Інституті

надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України займаються з моменту створення синтетичних алмазів. Широко відомі дослідження наукової школи Богатирьової Г.П. та Нікітіна Ю.І. [1].

Відомо, що для підвищення контрастності властивостей порошку, на підставі яких проводять процеси розділення, наприклад, магнітних властивостей або властивостей поверхні, застосовують процеси підготовки поверхні порошку [2].

В сьогоденні широко застосовують результати дослідження впливу способу розподілу порошку алмазу в магнітному полі, що відображається на магнітних характеристиках та міцності продуктів розподілу.

З розвитком синтезу алмазу продовжують удосконалюватись методи вилучення та сортування алмазу, створення порошків нових марок з покращеними характеристиками якості.

Тому розроблення методів покращення фізико-механічних характеристик порошку алмазу абразивного призначення потребує дослідження впливу методів отримання порошку на показники його фізико-механічних характеристик та є актуальним на сьогодні.

Метою дійсної роботи є порівняння та аналіз характеристик продуктів розділення в магнітному полі та продуктів розділення при флотації порошку алмазу, який призначено для використання в абразивному інструменті.

### Методика дослідження

Дослідження проведено у два етапи на вихідних порошках синтетичного алмазу, які синтезовано в системі Ni-Mn-C, марок АС15 зернистості 200/160, АС20 зернистості 160/125, АС20 зернистості 100/80, які використовують в абразивному інструменті, та продуктах їх розділення в магнітному полі та в процесі флотації.

Схеми отримання зразків для встановлення їх фізико-механічних та морфометричних характеристик наведено на рис.1 а, б.

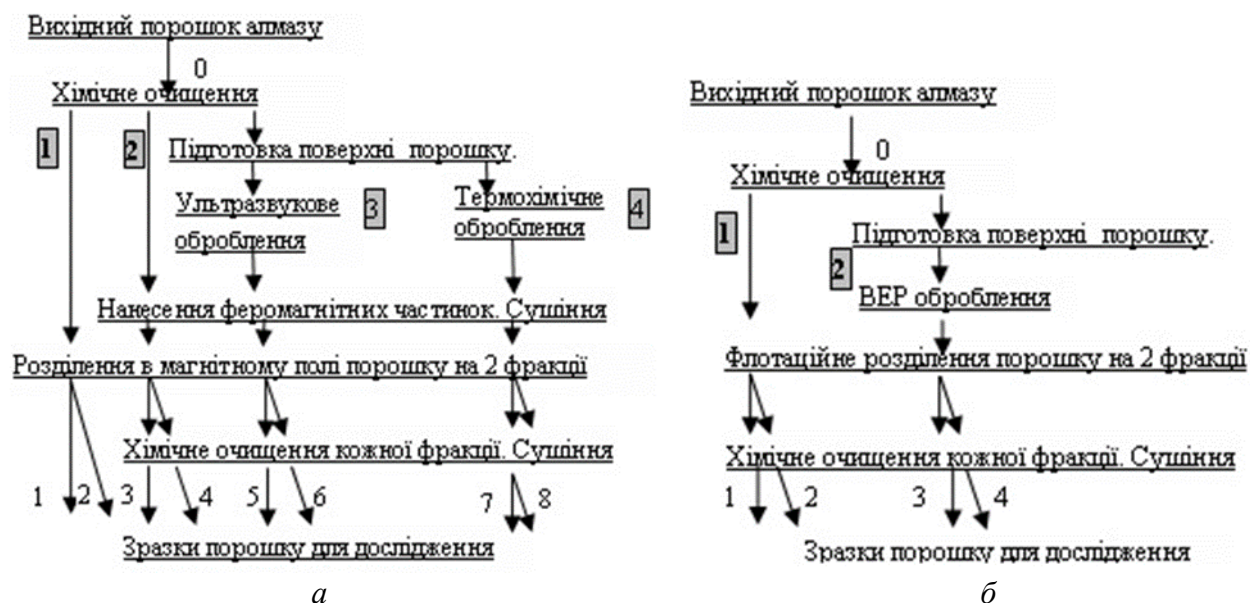


Рис. 1. Схеми отримання зразків порошку алмазу для дослідження: а – перший етап процесу розділення порошку – розділення у магнітному полі; б – другий етап процесу розділення порошку – розділення в процесі флотації

Відомо, що з метою створення та підвищення набутих магнітних властивостей підвищують селективне закріплення частинок феромагнітного або електропровідного порошку на поверхні частинок алмазу. Попередньо на дефектні ділянки поверхонь наносять

феромагнітні або електропровідні частинки. Це забезпечує розподіл порошку на групи з різним рівнем дефектності поверхні і міцності. Хімічне, фізико-механічне оброблення, оброблення високовольтними електричними розрядами (ВЕР) або ультразвуковими хвилями в рідині призводить до очищення поверхні порошку алмазу та впливає на адсорбційні характеристики порошку, що сприяє збільшенню питомої площі поверхні, адсорбційній спроможності та закріпленню флотореагентів. Це сприяє створенню контрастності набутих властивостей поверхні та результатах розділення порошку при флотації [2, 3].

З урахуванням цієї інформації на першому етапі досліджували вплив розподілу вихідного порошку в магнітному полі (спосіб 1), після нанесення у водній суспензії феромагнітних частинок (розмір частинок не більше 1000 мкм, концентрація 0,5–5 мас %) на дефектні ділянки поверхонь зерен алмазу з наступним сушінням осаду (спосіб 2), після оброблення порошку у воді ультразвуковими хвилями (частотою 20,0–35,0 кГц при сумарній енергії 50,0–770,0 кДж/л, виділеній у одиниці об'єму при співвідношенні маси порошку до маси води від 1:2 до 1:25), нанесення феромагнітних частинок у суспензії при температурі 30–70 °С (спосіб 3), сушіння; після спеціального термохімічного оброблення нанесення феромагнітних частинок (спосіб 4) [4]. Розділення порошку в магнітному полі проводили за допомогою електромагнітного сепаратору типу 138 Т при напруженості від 5 до 20 А/м з отриманням двох фракцій, які розрізняються за магнітними властивостями [5, 6]. Хімічне очищення, сушіння у всіх способах проводилося в однакових умовах.

На другому етапі досліджували вихідний порошок алмазу та продукти (пінний та камерний), які отримано в результаті флотаційного розділення. Флотацію виконували за допомогою лабораторної імPELLерної флотаційної машини з використанням в якості збирача розчину солі Мора та в якості піноутворювача жирної кислоти ряду С7—С9 [3, 7]. Процес проведено в одну стадію, продукти розділення хімічно очищені від флотореагентів. Розділення порошку при флотації, хімічне очищення, сушіння у всіх способах проводили в однакових умовах [7, 8, 9].

При дослідженні вихідного порошку та продуктів розподілу застосовували методики, розроблені в ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України та ДСТУ 3292-95 [10]. Визначали питому магнітну сприйнятливність порошку ( $\chi$ , м<sup>3</sup>/кг), магнітофракційний склад, масову частку домішок у вигляді неспаленого залишку (% за масою), із застосуванням приладу ДА-2 встановлювали показники міцності при статичному стисканні, розподілення зерен порошоків за розмірами, однорідність за міцністю (вміст зерен алмазу в пробі відповідних номінальній марці порошку, що визначається за паспортом міцності проби порошку). За допомогою приладу *DiaInspect.OSM* встановлювали морфометричні характеристики зразків: мінімальний ( $F_{min}$ , мкм) та максимальний ( $F_{max}$ , мкм) діаметри Фере, висоту зерна ( $H$ ), шорсткість проекції зерна ( $Rg$ ), показник зовнішньої питомої поверхні ( $F_{пт.}$ , м<sup>2</sup>/кг).

## Результати та їх обговорення

### *Етап 1.*

Фізико-механічні характеристики вихідного порошку та продуктів розподілу у магнітному полі після підготовки чотирма способами наведено у табл. 1.

**Таблиця 1.** Фізико-механічні характеристики вихідного порошку та продуктів його розподілу у магнітному полі після різних способів підготовки [5, 6]

Фізико-механічні характеристики порошку	Вихідний порошок	Спосіб							
		1		2		3		4	
		Продукт							
		1	2	1	2	1	2	1	2
Питома магнітна сприйнятливості частинок (середнє значення), $\chi \cdot 10^{-8}$ , м <sup>3</sup> /кг	20,9	7,71	13,36	6,00	11,14	4,00	11,43	5,00	12,60
Коефіцієнт поверхневої активності, $K_a$ , %	1,17	0,40	1,12	0,57	1,24	0,68	1,34	0,60	1,0
Міцність, Р, Н	21,1	30,5	18,3	40,6	16,8	55,9	13,7	50,3	12,9
Однорідність частинок алмазів за міцністю, $K_{одн. міц}$ , %	45,2	50,3	42,8	51,0	46,0	75,0	45,5	70,0	44,0

Як впливає з результатів табл. 1, всі продукти, які отримано в результаті підготовки вихідного порошку та розділення в магнітному полі, відрізняються між собою за питомою магнітною сприйнятливостю, коефіцієнтом поверхневої активності, міцністю, та мають підвищений рівень однорідності за міцністю. Слід зазначити, що застосування способу 3, де проведено підготовку поверхні вихідного порошку обробленням ультразвуковими хвилями, найбільшою мірою впливає на показники продуктів розподілення.

Магнітно-фракційний склад вихідного порошку знаходиться в інтервалі значень питомої магнітної сприйнятливості  $(3,5-20,9) \times 10^{-8}$  м<sup>3</sup>/кг. Порошок розділено в магнітному полі на два продукти. Перший продукт має інтервал питомої магнітної сприйнятливості  $(4,0-7,7) \times 10^{-8}$  м<sup>3</sup>/кг, другий продукт –  $(11,1-13,4) \times 10^{-8}$  м<sup>3</sup>/кг. Вихід продуктів з меншою питомою магнітною сприйнятливостю становить 5,9–44,5 мас.% від сумарної кількості порошку. Вихід продуктів з більшою питомою магнітною сприйнятливостю становить 55,5–94,1 мас.%. Спосіб 4, у якому застосовують підготовку порошку термохімічним обробленням, призводить до зниження виходу порошку з питомою магнітною сприйнятливостю в інтервалі  $(2,0-7,9) \times 10^{-8}$  м<sup>3</sup>/кг в 6,4 рази, та збільшення виходу порошку з питомою магнітною сприйнятливостю в інтервалі  $(2,0-21,0) \times 10^{-8}$  м<sup>3</sup>/кг в 1,7 рази. Слід зазначити, що способи, у яких застосовується селективне закріплення феромагнітних частинок на ділянках дефектної поверхні (спосіб 2) та з підготовкою (обробленням ультразвуковими хвилями) (спосіб 3) призводять до зниження виходу порошку з питомою магнітною сприйнятливостю в інтервалі  $(4,0-7,7) \times 10^{-8}$  м<sup>3</sup>/кг в 7,5 рази, та збільшення виходу порошку з питомою магнітною сприйнятливостю в інтервалі  $(11,1-13,4) \times 10^{-8}$  м<sup>3</sup>/кг в 1,7 рази.

Магнітно-фракційний склад продукту (спосіб 1) знаходиться в інтервалі питомої магнітної сприйнятливості  $((3,5-8,2) \times 10^{-8}$  м<sup>3</sup>/кг), продукт (спосіб 2) –  $((3,5-6,4) \times 10^{-8}$  м<sup>3</sup>/кг), продукт (спосіб 3) –  $((3,5-4,0) \times 10^{-8}$  м<sup>3</sup>/кг). Питома магнітна сприйнятливості продукту (спосіб 3) найменше варіюється в порівнянні з показником продуктів (спосіб 1, 2).

Застосування способів отримання порошку алмазу, які передбачають розділення в магнітному полі (спосіб 1); підготовку порошку до розподілення в магнітному полі за рахунок нанесення феромагнітних частинок на ділянки дефектної поверхні порошку (спосіб 2) та з попереднім обробленням порошку алмазу ультразвуковими хвилями і нанесенням феромагнітних частинок на ділянки дефектної поверхні порошку (спосіб 3); підготовку порошку термохімічним обробленням (спосіб 4), створює умови для ефективного проведення

розподілу порошку на продукти, які відрізняються між собою за міцністю, дефектністю поверхні, мають підвищений рівень однорідності за міцністю та за магнітними властивостями.

Слід зазначити, що спосіб підготовки порошку до розділення суттєво впливає на магнітофракційний склад продуктів. Найбільш однорідний за магнітними властивостями є продукт з найменшою магнітною сприйнятливістю, який отримано за способом 3.

За зростанням впливу на поліпшення фізико-механічних та магнітних характеристик продуктів розподілу, способи, які було розглянуто, можна поставити в наступний ряд: спосіб 1 → спосіб 2 → спосіб 4 → спосіб 3.

*Етап 2.*

Фізико-механічні характеристики порошку марки АС20 зернистістю 100/80, виготовленого за традиційною технологією та з застосуванням підготовки вихідного порошку ВЕР обробленням, наведено в табл. 2

**Таблиця 2.** Характеристики вихідного порошку алмазу марки АС20 зернистості 100/80 та порошку, що виготовлено з нього із застосуванням підготовки до розділення ВЕР обробленням [8]

Фізико-механічні характеристики порошку алмазу	Порошок марки АС20 зернистістю 100/80	
	Традиційна технологія	Спосіб з застосуванням ВЕР оброблення в якості підготовки порошку до процесу флотаційного розділення
Масова частка домішок, мас. %	0,98	0,80
Питома магнітна сприйнятливість, $\chi \cdot 10^{-8}$ , м <sup>3</sup> /кг	0,63	0,29
Питомий електроопір, Ом·м	$1,5 \cdot 10^9$	$1,0 \cdot 10^{10}$
Міцність при статичному стисканні, Н	17,9	13,5
Коефіцієнт форми, $K_f$	1,18	1,09

За аналізом поданих характеристик (табл. 2) видно, що порошок, який отримано із застосуванням ВЕР оброблення, містить менше домішок, що підтверджується зниженням показника питомої магнітної сприйнятливості та підвищенням питомого електроопору. Показник міцності при статичному стисканні обробленого порошку менше, ніж у порошку, який отримано за традиційною технологією, але не виходить за інтервал міцності для порошку марки АС20 за ДСТУ 3292-95 [10].

Результати дослідження характеристик порошку алмазу, отриманого за флотаційного розділення на пінний та камерний продукти, показали, що інтервал розподілення частинок алмазу за розміром має 30–160 мкм; в інтервалі 80–125 мкм знаходиться найбільша кількість частинок (99,32%) вихідного порошку, (99,01%) пінного продукту, (98,96%) камерного продукту.

Результати діагностики морфометричних характеристик зазначених зразків порошку наведено в табл. 3.

**Таблиця 3.** Середні значення, стабільність і однорідність морфометричних характеристик порошку марки АС20 зернистістю 100/80, виготовленого із застосуванням підготовки порошку до розділення ВЕР обробленням та за традиційною технологією [8]

Характеристика	Спосіб виготовлення			
	Спосіб з застосуванням ВЕР оброблення в якості підготовки порошку до процесу флотаційного розділення		Традиційна технологія	
	Середнє значення	однорідність/ стабільність	Середнє значення	однорідність/ стабільність
$F_{\max}$ , мкм	131,5100	0,6064/0,2077	134,7357	0,6824/0,3416
$F_{\min}$ , мкм	102,5500	0,6177/0,2130	102,7406	0,6624/0,3340
$C_r$	1,2542	0,7817/0,5461	1,2923	0,7474/0,6238
$F_{el}$	1,2926	0,6117/0,4424	1,3185	0,5821/0,5068
$d_m$ , мкм	117,03	0,6148/0,2257	118,7381	0,6989/0,3530
$n$ , шт	12	—	11	—
$\phi$ , град	112,67	—	108,00	—

Як видно з результатів, застосування ВЕР оброблення при виготовленні порошків дозволяє отримувати порошки з меншим середнім розміром зерна, більш округлою та ізометричною формою зерен, стабільністю і однорідністю; більш однорідні за морфометричними характеристиками; такі, що мають більшу кількість різальних кромки та більші кути їх загострення.

Розподілення частинок вихідного порошку та продуктів флотаційного розділення за розмірами майже не розрізняється та знаходиться в інтервалі 30–160 мкм. Фізико-механічні та морфометричні характеристики вихідного порошку після підготовки та продуктів його флотаційного розділення наведено в табл. 4.

**Таблиця 4.** Характеристики вихідного порошку марки АС20 зернистістю 100/80 та продуктів його флотаційного розділення [7, 8]

Характеристики порошку алмазу	Порошок алмазу марки АС20, зернистістю 100/80	Продукти розділення порошку	
		Пінний	Камерний
1	2	3	4
Масова частка зразка порошку, %	100	13,41	86,55
Питома магнітна сприйнятливості, (середнє значення), $\chi \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$	0,810	0,002	0,780
Масова частка домішок – неспалимий залишок, % за масою	1,48	0,20	0,99
Показник міцності при статичному стисканні, Н	13,0 [10]	16,5	12,5
Однорідність за міцністю, %	16,0	20,0	14,0

Закінчення таблиці 4

1	2	3	4
$F_{max}$ , мкм (середнє значення / однорідність показника)	133,71 / 0,692	137,74 / 0,7197	138,59 / 0,7211
$F_{min}$ , мкм (середнє значення / однорідність показника)	102,83/0,7017	104,63 / 0,7258	105,09 / 0,7154
$R_g$ , (середнє значення / однорідність показника)	1,0569 / 0,7588	1,0615 / 0,7450	1,0609 / 0,7317
$F_{пт.}$ , м <sup>2</sup> / кг (середнє значення)	20,70	21,23	21,90

З отриманих результатів випливає, що кількість частинок, які знаходяться у пінному продукті, значно менша, ніж у камерному, тобто маса відрізняється у 6,5 разів. Пінний продукт у порівнянні з камерним продуктом характеризується зниженою питомою поверхнею, низьким вмістом домішок та включень, підвищеною міцністю при статичному стиску та однорідністю за міцністю. Морфометричні характеристики продуктів флотаційного розділення близькі за значеннями до характеристик вихідного порошку. Розподілення за міцністю зерен порошку пінного продукту при статичному стисканні найбільш однорідне.

Таким чином, застосування способу, що включає підготовку порошку ВЕР обробленням до розділення при флотації дозволяє отримати порошок, який характеризується збільшеним показником міцності при статичному стиску на 23,8%, збільшеною однорідністю за міцністю на 25,0%, суттєво зниженою кількістю включень.

### Висновки

При дослідженні зразків порошоків синтетичного алмазу марки АС15 зернистості 200/160 та марки АС20 зернистості 160/125 експериментально показано, що застосування способів отримання порошку алмазу, які передбачають розділення в магнітному полі (спосіб 1); підготовку порошку до розподілення в магнітному полі за рахунок нанесення феромагнітних частинок на ділянки дефектної поверхні порошку (спосіб 2); попередню обробку порошку ультразвуковими хвилями та нанесення феромагнітних частинок на ділянки дефектної поверхні порошку (спосіб 3); попередню термохімічну обробку порошку (спосіб 4), створює умови для ефективного проведення розподілу порошку на продукти, які відрізняються між собою за міцністю, дефектністю поверхні, мають підвищений рівень однорідності за міцністю та за магнітними властивостями.

За зростанням впливу на поліпшення фізико-механічних та магнітних характеристик продуктів розподілу способи, які було розглянуто, можна поставити в наступний ряд: спосіб 1 → спосіб 2 → спосіб 4 → спосіб 3.

На прикладі порошку синтетичного алмазу марки АС20 зернистості 100/80 встановлено, що при застосуванні підготовки поверхні порошку за рахунок оброблення високовольтними електричними розрядами та флотаційного розділення алмазного порошку є можливість отримати порошок алмазу, що характеризується підвищеним показником міцності при статичному стиску на 23,8%, збільшеною однорідністю за міцністю на 25,0%, а також суттєво зниженою кількістю включень, отримувати більш однорідні за морфометричними характеристиками порошки, які мають більшу кількість різальних кромки та більший кут їх загострення, що забезпечує більш високу абразивну здатність.

Таким чином, на основі отриманих результатів можна стверджувати, що застосування оброблення високовольтними електричними розрядами і флотаційного розділення є дієвими технічними засобами впливу на морфометричні та фізико-механічні характеристики порошку алмазу.

Результати досліджень впливу методів отримання порошку алмазу абразивного призначення на показники фізико-механічних характеристик з застосуванням процесів підготовки порошку та його розділення на фракції у магнітному полі та при флотаційному розділенні показали, що всі розглянуті методи призвели до покращення фізико-механічних характеристик порошку. Тобто, для розробки методів підвищення якості порошків алмазу існує апробована багатоваріантність комплексного послідовного застосування процесів підготовки та розділення порошків алмазу для використання в абразивному інструменті.

**N. Oliinyk, H. Ilnitska, G. Petasyuk<sup>1</sup>; O. Sizonenko<sup>2</sup>; G. Bazaliy, S. Zabolotnyi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*V. N. Bakul Institute for Superhard Materials of the National Academy of Sciences of Ukraine*

<sup>2</sup>*Institute of Pulse Processes and Technologies of the National Academy of Sciences of Ukraine*

### **RESEARCH ON THE INFLUENCE OF METHODS OF OBTAINING ABRASIVE DIAMOND POWDER ON ITS PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS**

*The work focuses on the establishment and comparative analysis of the physical and mechanical characteristics of the products of the separation of diamond powder in a magnetic field and the products of the separation of GB of powder flotation. The powders of grades AS15 with grain size 200/160, AS20 with grain size 160/125, AS20 with grain size 100/80 are considered. The research was carried out using methods developed at the Institute of Informatics named after V.M. Bakul. It has been established that the use of methods for obtaining diamond powder, which involve separation in a magnetic field and preparation of the powder for distribution, with preliminary treatment of the powder with ultrasonic waves or with preliminary thermochemical treatment of the powder, creates conditions for efficient distribution of the powder into products that differ in strength, surface defects, have an increased level of uniformity in terms of strength and magnetic properties. It was established that the use of powder surface preparation due to treatment with high-voltage electric discharges during the manufacture of powders and the use of powder flotation separation allows to obtain a powder characterized by an increased strength index under static compression by 23.8%, increased homogeneity in strength by 25.0%, as well as a significantly reduced number of inclusions, to obtain powders that are more homogeneous in terms of morphometric characteristics, that have a greater number of cutting edges and a greater angle of their sharpening, which provides a higher abrasive capacity. The results of research on the influence of multivariate methods of complex sequential application of the processes of preparation and separation of the powder into fractions led to the improvement of the physical and mechanical characteristics of the powder.*

**Key words:** *synthetic diamond grinding powder, magnetic field, flotation, strength, morphometric characteristics*

### **Література**

1. Богатырева Г.П., Олейник Н.А., Базалий Г.А., Маринич М.А., Волошин М.Н. Извлечение алмазов из продуктов синтеза. *Сверхтвердые материалы. получение и применение*: монография в 6 т., т.1 / под общ. ред. Н.В.Новикова – К: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, ИПЦ «АЛКОН» НАН Украины, 2003. Т.1: Синтез алмаза и подобных материалов / отв. ред. А.А. Шульженко. – С. 298–309.
2. Богатырева Г.П., Невструев Г.Ф., Ильницкая Г.Д., Маринич М.А., Базалий Г.А., Гвяздовская В.Л., Ищенко Е.В., Олейник Н.А. Взаимодействие порошков синтетического алмаза с жидкими и газовыми средами. *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. Т.2: Структура и свойства СТМ, методы исследования / отв. ред. В.М.Перевертайло. – С. 97–125.
3. Богатырева Г.П. Сортировка алмазов по прочности флотацией. *Синтетические алмазы*. 1972. № 3. С. 23–25.

4. Спосіб розподілу порошків синтетичного алмазу за дефектністю поверхні зерен: патент на корисну модель 152723 Україна: МПК (2023.01) C01B 32/00. № u202202501, заявл. 14.07.2022; опубл. 05.04.2023, Бюл. №14. 12 с.
5. Олійник Н.О., Ільницька Г.Д., Базалій Г.А., Сизоненко О.М. Вплив способу підготовки порошків синтетичного алмазу до розподілу у магнітному полі на фізико-механічні та магнітні характеристики продуктів розподілу. *Інструментальне матеріалознавство*. Зб. наук. праць. Вип. 25. Київ: ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, 2022. С. 200–209.
6. Олійник Н.О., Ільницька Г.Д., Зайцева І.М., Базалій Г.А. Дослідження магнітофракційного складу продуктів розподілу в магнітному полі порошків синтетичного алмазу. *Матеріали для роботи в екстремальних умовах -12*: Зб. матеріалів Міжнародної наукової конференції, 15–16 грудня 2022 р., кафедра фізичного матеріалознавства та термічної обробки ІМЗ ім. Є.О. Патона НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського". Київ, 2022. С. 21–24.
7. Олійник Н.О., Ільницька Г.Д., Базалій Г.А. Зміна фізико-механічних характеристик шліфпорошку алмазу марки АС20 зернистості 100/80 під впливом флотаційного розділення. *Сучасні питання виробництва та ремонту в промисловості і на транспорті*: матеріали 23-го Міжнародного науково-технічного семінару, 15–16 березня 2023 р. Київ: АТМ України, 2023. С. 81–83.
8. Олійник Н.О., Ільницька Г.Д., Петасюк Г.А., Сизоненко О.М., Базалій Г.А., Заболотний С.Д. Вплив ВЕР оброблення та флотаційного розділення на фізико-механічні та морфометричні характеристики порошків синтетичного алмазу марки АС20 зернистості 100/80. *Теоретичні і експериментальні дослідження в сучасних технологіях матеріалознавства та машинобудування*: матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції. Луцьк: Вежа-Друк, 2023. С. 112–113.
9. Олійник Н.О., Ільницька Г.Д., Петасюк Г.А., Базалій Г.А. Особливості фізико-механічних характеристик порошку алмазу марки АС20 зернистості 100/80 та продуктів його флотаційного розділення. *Матеріали та технології в інженерії (МТІ-2023): інженерія, матеріали, технології, транспорт*: зб. наук. доповідей міжнар. конф., м. Луцьк, 16–18 травня 2023 р. Луцьк: Вежа-Друк, 2023. С. 191–194.
10. ДСТУ 3292-95. Порошки алмазні синтетичні. Загальні технічні умови. Чинний від 1997-01-01. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 1996. 70 с.

Надійшла 10.08.23

## References

1. Bogatyreva, G.P., Oleinik, N.A., Bazaliy, G.A., et al. (2003). Izvlecheniealmazov iz produktov sinteza [Extraction of diamonds from synthesis products]. N.V. Novikov (Eds.), *Sverkhтвердые материалы. polucheniye i primeneniye [Superhard materials. receiving and application]*: V. 1. Sintez almaza i podobnykh materialov [Synthesis of diamond and similar materials] A.A. Shulzhenko (Eds.) (p.298–309). ISM im.V.N. Bakulia NAN Ukrainy, IPTS "ALKON" NAN Ukrainy [in Russian].
2. Bogatyreva, G.P., Nevstruev, G.F., Initskaya, G.D., et al. (2004). Vzaimodeistvie poroshkov sinteticheskogo almaza s zhidkimi i hazovymi sredami [Interaction of synthetic diamond powders with liquid and gaseous media]. N.V. Novikov (Eds.), *Sverkhтвердые материалы. polucheniye i primeneniye [Superhard materials. receiving and application]*: V. 2. Vzaimodeystviye poroshkov sinteticheskogo almaza s zhidkimi i gazovymi sredami [Structure and properties of STM, research methods] V.M. Perevertaylo (Eds.) (p.97–125). ISM im.V.N. Bakulia NAN Ukrainy, IPTS "ALKON" NAN Ukrainy [in Russian].

3. Bogatyreva, G.P. (1972). Sortirovkaalmazov po prochnosti flotatsiyey [Sorting of diamonds by strength by flotation]. *Sinteticheskiye almazы – Synthetic diamonds*, (3), 23–25 [in Russian].
4. Ilnytska, G.D., Oliinyk, N.O., Lavrinenko, V.I., et al. (2023). *Patent of Ukraine № 152723. MIIK (2023.01) C01B 32/00. Sposib rozpodilu poroshkiv syntetychnoho almazu za defektnistyu poverkhni zeren [The method of distribution of synthetic diamond powders according to grain surface defects]* (Patent Ukrainy № 152723) [in Ukrainian].
5. Oliinyk, N.O., Ilnytska, G.D., Bazaliy, G.A., & Syzonenko, O.M. (2022). Vplyv sposobu pidhotovky poroshkiv syntetychnoho almazu do rozpodilu u mahnitnomu poli na fizyko-mekhanichni ta mahnitni kharakterystyky produktiv rozpodilu [The influence of the method of preparation of synthetic diamond powders for distribution in a magnetic field on the physico-mechanical and magnetic characteristics of the distribution products]. *Instrumentalne materialoznavstvo – Instrumental materials science*. (25nd. Issue, p. 200–209) [in Ukrainian].
6. Oliinyk, N.O., Ilnytska, G.D., Zaitseva, I.M., & Bazaliy, G.A. (2022). Doslidzhennia mahnitofraktsiynoho skladu produktiv rozpodilu v mahnitnomu poli poroshkiv syntetychnoho almazu [Study of the magnetic fractional composition of products of distribution in the magnetic field of synthetic diamond powders]. *Materialy dlia roboty v ekstreymalnykh umovakh -12 – Materials for work in extreme conditions -12* (s. 21–24). Department of Physical Materials Science and Thermal Treatment of the IMZ named after E.O. Paton NTUU "KPI named after Igor Sikorskyi". Kyiv. [in Ukrainian].
7. Oliinyk, N.O., Ilnytska, G.D., & Bazaliy, G.A. (2023). Zmina fizyko-mekhanichnykh kharakterystyk shlifporoshku almazu marky AS20 zernystosti 100/80 pid vplyvom flotatsiynoho rozdilennya [Change in the physical and mechanical characteristics of diamond grinding powder of the AS20 grade of 100/80 under the influence of flotation separation]. *Suchasni pytannya vyrobnyctva ta remontu v promyslovosti i na transporti – Modern issues of production and repair in industry and transport* (s. 81–83). Kyiv, ATM of Ukraine [in Ukrainian].
8. Oliinyk, N.O., Ilnytska, G.D., Petasiuk, G.A., Syzonenko, O.M., Bazaliy, G.A., Zabolotnyi, S.D. (2022). Vplyv VER obroblennia ta flotatsiynoho rozdilennia na fizyko-mekhanichni ta morfometrychni kharakterystyky poroshkiv syntetychnoho almazu marky AS20 zernystosti 100/80 [The effect of VER treatment and flotation separation on the physical, mechanical and morphometric characteristics of AS20 synthetic diamond powders with a grain size of 100/80]. *Teoretychni i eksperymentalni doslidzhennya v suchasnykh tekhnolohiyakh materialoznavstva ta mashynobuduvannya – Theoretical and Experimental Research in Materials Science and Mechanical Engineering* (s.112–113). Lutsk, Vezha-Druk [in Ukrainian].
9. Oliinyk, N.O., Ilnytska, G.D., Petasiuk, G.A., & Bazaliy, G.A. (2023). Osoblyvosti fizyko-mekhanichnykh kharakterystyk poroshku almazu marky AS20 zernystosti 100/80 ta produktiv yoho flotatsiynoho rozdilennya [Peculiarities of physical and mechanical characteristics of AS20 grade 100/80 diamond powder and products of its flotation separation]. *Materialy ta tekhnolohiyi v inzheneriyi (MTI-2023): inzheneriya, materialy, tekhnolohiyi, transport – Materials and technologies in engineering (MTI-2023): engineering, materials, technologies, transport* (s. 191–194). Lutsk, Vezha-Druk [in Ukrainian].
10. *Poroshky almazni syntetychni. Zahalni tekhnichni umovy [Synthetic diamond powders. General technical conditions]*. (DSTU 3292-95).(1997). Kyiv: Derzhstandart of Ukraine [in Ukrainian].