

УДК 621.921:661.65

Н.О. Олійник*Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України, м. Київ, Україна***ОСОБЛИВОСТІ ДЕЗІНТЕГРАЦІЇ АЛМАЗОГРАФІТОВОГО МАТЕРІАЛУ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ТОНКОВКРАПЛЕНИХ ПРОДУКТІВ СИНТЕЗУ**

Наведено результати визначення ступеня розкриття та характеристик крупності дисперсних продуктів синтезу алмазу, що утворюються при отриманні порошків алмазу. Показано, що найбільш повна дезінтеграція тонковкраплених продуктів синтезу може бути досягнута в результаті обробки, що поєднує різні способи руйнування.

Ключові слова: продукт синтезу, порошки алмазні синтетичні, характеристики крупності дисперсних систем, ступінь розкриття.

Рис. 4. Табл. 1. Літ. 5.

Н.А. Олейник**ОСОБЕННОСТИ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ АЛМАЗНОГРАФИТОВОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ТОНКОВКРАПЛЕННЫХ ПРОДУКТОВ СИНТЕЗА**

Представлены результаты определения степени раскрытия и характеристик крупности дисперсных продуктов синтеза алмаза, образующихся при получении порошков алмаза. Показано, что наиболее полная дезинтеграции тонковкрапленных продуктов синтеза может быть достигнута в результате обработки, сочетающей различные способы разрушения.

Ключевые слова: продукт синтеза, порошки алмазные синтетические, характеристики крупности дисперсных систем, степень раскрытия.

N. Oliinyk**FEATURES DISINTEGRATION OF MATERIAL DIAMOND-GRAPHITE AT THE PROCESSING FINELY DISSEMINATED PRODUCTS**

Results of degree opening and size characteristics of the particulate products of synthesis of diamond produced under diamond powder preparation are presented in this paper. Complete disintegration of finely disseminated product synthesis can be achieved by treatment that combines different methods of destruction.

Keywords: product synthesis, powders synthetic diamonds, the characteristics of particle size of dispersed systems, degree of opening.

Постановка проблеми. Найголовнішою проблемою ресурсощадних способів переробки продуктів синтезу (ПС) алмазу є створення дисперсної системи алмазографітового матеріалу, яка відповідає за технологічність та ефективність всієї переробки. Дисперсна система повинна бути розкритою, тобто складатися з вільних алмазу та графіту та бути однорідною за розмірами.

ПС алмазу композиційний матеріал технологічного призначення, що вміщує металеву складову, стохастично розподілені в ній зерна (кристали та їх зростки) алмазу, графіт та домішки.

Результати дослідження структури ПС дозволили представити модель структури фрагменту ПС алмазу після його первинного руйнування (гранули) у вигляді тришарової кулі. Ядро кулі - алмаз. Воно коаксіально сполучено з пружною та однорідною оболонкою металу та наступною оболонкою графіту. Після розчинення металеві складові ПС алмазу, отримують алмазографітовий матеріал. При цьому гранула складаються тільки з оболонки графіту з «алмазною кулею» в середині, яка не контактує з зовнішньою оболонкою, тобто утворюється псевдопорожня пориста гранула. Тому для вибіркового руйнування ПС алмазу та отримання високого ступеня розкриття без руйнування кристалів алмазу необхідна направлена зміна структурного стану матеріалу шляхом двостадійного руйнування з проміжним розчиненням металеві складові [1]. Руйнування ПС алмазу після розчинення металеві складові (алмазографітового матеріалу) прийнято називати дезінтеграцією.

Мета роботи – дослідження впливу різних видів дезінтеграції на розподіл за розмірами та ступінь розкриття алмазографітового матеріалу, що отримують при переробці ПС алмазу; визначення основних особливостей дезінтеграції.

Методика дослідження. Дослідження проведено на ПС, який отримано в ростовій системі Ni–Mn–C при гомогенному розташуванні металеві складові, призначеному для виготовлення порошків марок АС 4 та АС 15 і вище. В роботі їх умовно названо ПС АС4 і ПС АС15.

Шляхом хімічної обробки отримано алмазну сировину з обох видів ПС та ситовим методом досліджено її розподіл за розмірами. Послідовною обробкою ПС за схемою рис.1 виготовлено зразки для дослідження продуктів дезінтеграції.

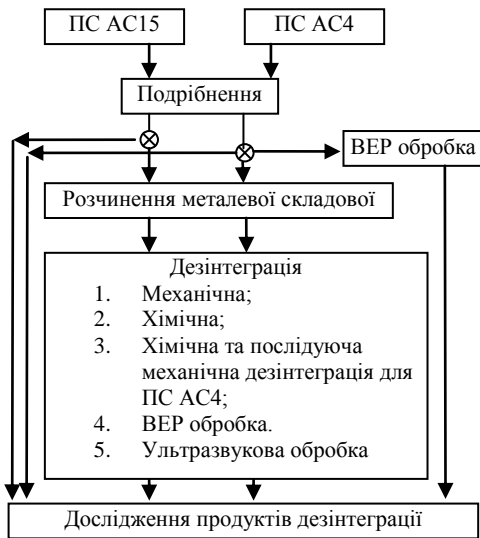


Рис. 1. Схема підготовки зразків для дослідження

який розраховували на підставі результатів гравітаційного розподілу системи [3].

Для визначення особливостей дезінтеграції результати порівнювали.

Основні результати досліджень. На рис. 2 наведено розподілення за розмірами алмазної сировини з обох видів ПС.

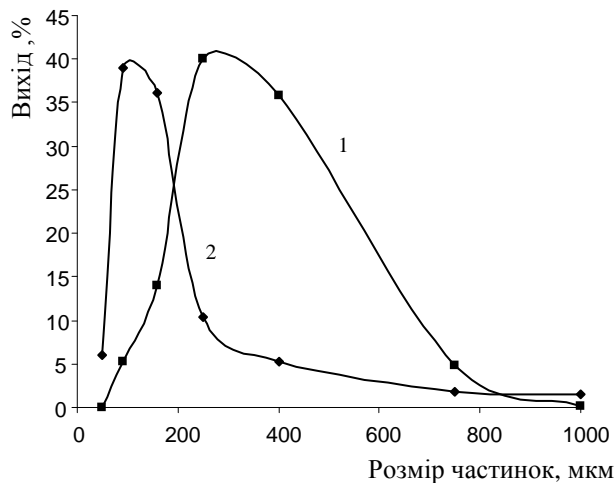


Рис. 2. Розподілення алмазної сировини за розмірами, отриманої з ПС АС15 (1) та ПС АС4 (2)

Як видно з рис.2, розподілення алмазної сировини суттєво відрізняються. Основна маса сировини з ПС АС4 має розміри від 60 до 250 мкм, а сировини з ПС АС 15 - від 100 до 500 мкм. З урахуванням цього ПС АС4 в порівнянні з ПС АС15 можна вважати тонковкрапленим.

На рис 3, 4 наведено сумарні характеристики крупності продуктів дезінтеграції алмазографітового матеріалу ПС АС15 і ПС АС 4, а також характеристики крупності продуктів після подрібнення ПС та після розчинення металевої складової.

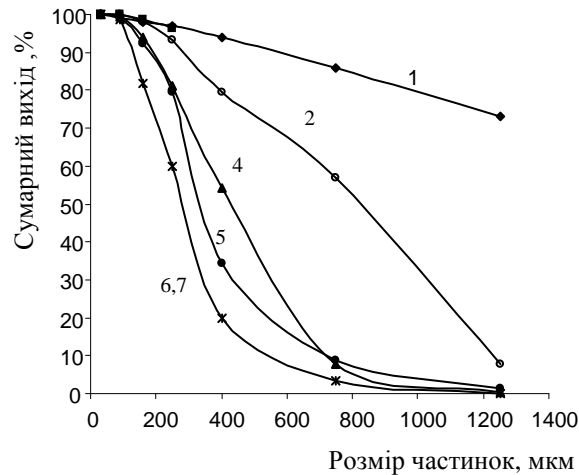


Рис. 3. Сумарні характеристики крупності ПС АС15 після подрібнення (1); розчинення металеві складові (2); подальшої дезінтеграції алмазграфітового матеріалу: хімічної (4); механічної (5); ультразвукової обробки (6); ВЕР обробки (7)

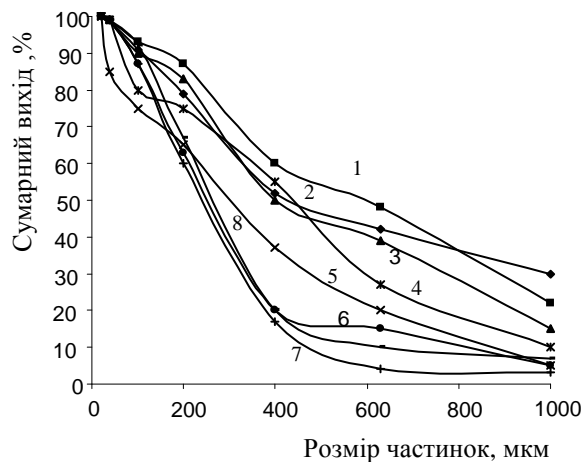


Рис. 4. Сумарні характеристики крупності ПС АС4 після подрібнення (1); ВЕР обробки (2); розчинення металеві складові (3); подальшої дезінтеграції: механічної (4); хімічної (5), послідовного застосування хімічної та механічної дезінтеграції (6); ВЕР обробки (7); ультразвукової обробки (8)

Як видно з рис.3, 4 при обробці обох типів ПС (подрібнення розчинення металеві складові дезінтеграція) відбувається усереднювання матеріалу за крупністю, поступово основна маса матеріалу (60–80 %) концентрується у інтервалі 100–600 мкм для ПС АС5 і 40–400 мкм для ПС АС4.

Підвищення однорідності за розмірами дисперсних систем ПС відображається у зростанні коефіцієнту «n» рівняння Розина-Раммлера (табл.1).

Ступінь розкриття матеріалу також послідовно зростає (табл. 1). Слід зазначити, що величина розкриття досягає 0,95–0,99 в результаті всіх досліджуваних видів дезінтеграції алмазграфітового матеріалу ПС АС15. Такого рівня досягає розкриття алмазграфітового матеріалу ПС АС4 лише після дезінтеграції послідовно хімічною і механічною обробками, ВЕР та ультразвукової обробок.

Таблиця 1.

Коефіцієнти рівняння Розіна-Рамллера та ступінь розкриття ПС А4 і ПС АС15 після різних видів обробки

Вид обробки матеріалу	Продукт синтезу для отримання порошків марок						
	АС4			АС 15 та вище			
	Ступінь розкриття	Коефіцієнти рівняння Розіна-Рамллера*				Ступінь розкриття	
		<i>n</i>	<i>b</i>	<i>n</i>	<i>b</i>		
Подрібнення	0,10	1,81	$4,38 \cdot 10^{-6}$	1,54	$5,28 \cdot 10^{-6}$	0,15	
Подрібнення, ВЕР обробка	0,40	1,87	$3,67 \cdot 10^{-6}$	Обробка не проводилася			
Подрібнення, розчинення металевої складової	0,40	1,93	$3,09 \cdot 10^{-6}$	1,58	$4,5 \cdot 10^{-6}$	0,45	
Дезінтеграція після подрібнення та розчинення металевої складової	Механічна	0,60	2,00	$2,48 \cdot 10^{-6}$	2,32	$3,7 \cdot 10^{-7}$	0,96
	Хімічна	0,93	1,98	$2,66 \cdot 10^{-6}$	2,11	$7,76 \cdot 10^{-7}$	0,95
	Хімічна і механічна	0,96	2,05	$2,18 \cdot 10^{-6}$	Обробка не проводилася		
	ВЕР обробка	0,98	2,09	$1,93 \cdot 10^{-6}$	2,37	$3,16 \cdot 10^{-7}$	0,99
	Ультразвукова обробка	0,97	2,35	$8,12 \cdot 10^{-6}$	2,24	$4,97 \cdot 10^{-7}$	0,99

*Достовірність опису сумарних характеристик крупності рівнянням Розіна-Рамллера у вьому діапазоні розмірів дисперсного ПС становить 0,79-0,92.

Отримані результати можна зв'язати з різними механізмами дії на псевдопорожні гранули алмазографітового матеріалу. При механічній дезінтеграції гранули руйнуються коли попадають у камеру дроблення. При ударі билами дробарки вони подрібнюються та зменшуються за рахунок тертя.

При хімічній дезінтеграції молекули окислювачів проникають між атомними шарами кристалічної решітки графіту, шари шестикутників графіту залишаються недоторканими, але відстань між ними сильно збільшується; графіт «набухає» і відшаровується від алмазу і металу. Руйнування кристалічної решітки графіту при цьому не спостерігається [4]. Вплив хімічної дезінтеграції на алмазографітовий матеріал призводить до утворення дисперсної системи з вільними частинками алмазів і графіту.

Руйнування псевдопорожніх гранул алмазографітового матеріалу під впливом ВЕР і ультразвукової обробки подекуди схоже, завдяки впливу зони кавітації у середовищі. При ВЕР та при ультразвуковій обробці у рідині виникають локальні області стиску та розширення, які швидко чергуються. Рідина в локальних зонах підпадає під тиск вище порогового значення (напруги розтягання), тобто вище тиску насичення пари при даній температурі. Її цілісність руйнується, виникають кавітаційні пухирці – пароподібні порожнини з газами, які виділяються із рідини в середину пухирців. Пухирці ростуть і під впливом зовнішнього тиску миттєво руйнуються. У частинках матеріалу, що знаходиться у зоні кавітації формується напружений стан, який призводить до виникнення мікротріщин. На поверхні, що утворилася абсорбуються молекули рідини, виконуючи розклинювання. Під дією миттєвої локальної зміни місцевого тиску, в рідині пухирці можуть різко стискатись і розширюватись, а температура газу в середині пухирців може коливатися у широких межах та досягати кількох сотень градусів за Цельсієм. В розчинених в рідині газах міститься більше кисню у відсотковому відношенні, ніж в повітрі, тому гази в пухирцях при кавітації хімічно більш агресивні, ніж атмосферне повітря, і викликають процеси окислення твердої фази. Усі вищезазначені процеси руйнують тверду фазу. У випадку, коли сформовані напруги не перевищують міцності матеріалу, відбувається накопичування напруг. В остаточному рахунку це призводить до руйнування матеріалу з високим ступенем розкриття.

Руйнування під впливом ВЕР обробки суттєво відрізняється від руйнування під впливом ультразвукової обробки завдяки тому, що при виникненні високовольтного розряду між зануреними в рідину електродами навколо каналу розряду виникає ударна хвиля. В частинці при

її зіткненні з фронтом хвилі і циклічному впливі імпульсами стиснення-розтягування з великими перепадами тиску формується напружений стан, відбувається руйнування і механохімічна активація поверхні під впливом іонізованих атомів водню і кисню. Додатково, гідропотоки інтенсивно перемішують суспензію, частинки зтираються. Якщо напруження не перевищують міцність матеріалу, відбувається накопичення втомних напруг і подальше руйнування [5].

Висновок. Основна особливість дезінтеграції алмазографітового матеріалу, що утворюється при переробці тонковкрапленого продукту синтезу є в тому що однорідної за розмірами та з максимальним ступенем розкриття (критерієм Фоменка близьким до одиниці) дисперсної системи можна досягти лише комбінуючи хімічні та механічні методи обробки або застосовуючи відомі складні електрофізичні обробки.

Аавтор приносить подяку колегам, співробітникам лабораторії № 7/2 ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України та докт.техн.наук О.Н. Сизоненко, ІПТ НАН України за співпрацю і корисні поради при підготовці даної роботи.

1. Майстренко А. Л. Обоснование концепции избирательного разрушения продукта синтеза алмаза / А. Л. Майстренко, Н. В. Новиков, Г. П. Богатырева, Н. А. Олейник // Сверхтвердые материалы. – 2005. – №1. – С. 17–27.
2. Олейник Н. А. Характеристики крупности дисперсных алмазосодержащих материалов / Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: сб. научн. трудов. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины –2010–. Вып. 13. – С. 284–288.
3. Богатырева Г. П. Выбор критерия оценки раскрытия продукта синтеза / Г. П. Богатырева, Н. А. Олейник Сверхтвердые материалы. – 1995. – №1. – С. 65–70
4. Новиков Н. В. Синтез алмазов / Н. В. Новиков, Д. В. Федосеев, А. А. Шульженко, Г. П. Богатырева – К.: Наук. думка, 1987. – 160 с.
5. Ильницкая Г. Д. Получение микропорошков алмаза повышенной абразивной способности / Г. Д. Ильницкая, О. Н. Сизоненко, Н. А. Олейник, Г. А. Петасюк и др. // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: сб. науч. трудов. – Вып. 17. – К.: ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины, 2014. – С. 219–226.

Стаття надійшла до редакції 15.05.2015.