

ШОКОВА ДЕАГРЕГАЦИЯ НА НАНОРАЗМЕРНИ ВЗРИВНОСИНТЕЗИРАНИ ДИАМАНТЕНИ ПРАХОВЕ

Д. Митев, Ю. Караджов, Л. Марков, И. Иванова, С. Ставрев

Институт за космически изследвания – БАН
София, ул. "Московска" 6

Ключови думи: нанодиамант, ултрадисперсен диамант, детонационен, деагрегация

A method is proposed for the deaggregation of shock synthesized nanosize diamond powder through rapid thermal influences, and without any chemical modification of the diamond's surface. According to preliminary experiments the method is perspective for developing a simple and economical technology for deaggregation the ultra-disperse shock-wave synthesized diamond powder, and for producing of fine and steady abrasive diamond-water suspensions.

Ултрадисперсните взривно-синтезирани диамантени прахове в последните десетилетия намират все по-широко приложение в практиката – в различни по назначение фини абразивни суспензии, композитни материали, добавки към смазочни масла, дори и в медицината.

Важни аспекти при получаването на фини абразивни суспензии от наноразмерните диамантени прахове, са: 1) Очистването на съдържащите ги шихти, получени при взривния синтез; и 2) Устойчивата деагрегация на получените очистени диамантени прахове.

В световен мащаб досега използваните от производителите процеси за очистване, общо погледнато, се базират на окисление в течни условия на съпътстващите диамантения прах в шихтите примеси, а напоследък като много перспективен метод за очистване се очертава каталитичното нискотемпературно горене на диамантсъдържащите взривни шихти – т.нар. "суха очистка" [1].

Получените чрез каталитичното нискотемпературно горене диамантени прахове имат преимуществото да са с ниска производствена цена. Проблем за употребата им във фини абразивни суспензии обаче е агрегирането на отделните наноразмерни частички в микронни агрегати, трудно поддаващи се на повторна деагрегация (разбиване).

Като цяло за деагрегиране на диамантените прахове се използват:

а) Физически методи – най-вече ултразвук и колоидни мелници, често с добавка на повърхностно-активни вещества (ПАВ) [2]

б) Химически методи – модификация на повърхността с химически методи [3].

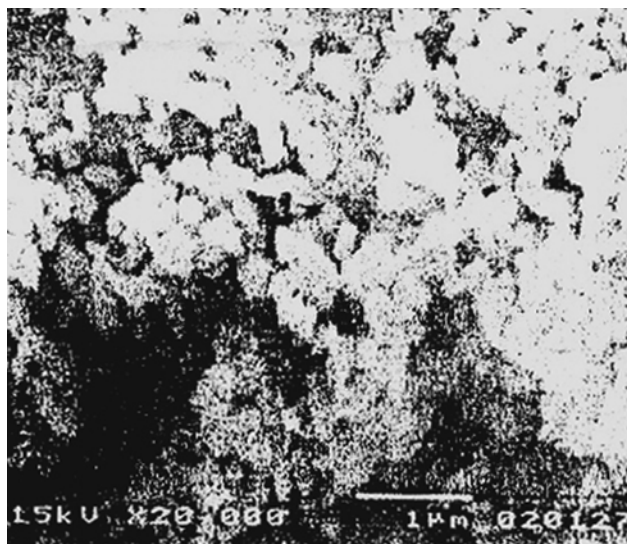
Според направените експерименти и досега известните публикации, физичните методи често са недостатъчно ефективни сами по себе си, и затова в световен мащаб се набляга главно на химическата модификация на диамантената повърхност.

Въпросната модификация в много от случаите е свързана с употреба на скъпи и неекологични реактиви, което в крайна сметка рефлектира върху крайната себестойност на диамантените прахове.

Цел на настоящата статия е да илюстрира именно един от методите за ефективно физично деагрегиране на наноразмерен взривносинтезиран диамантен прах, наскоро разработен в ИКИ-БАН – секция “Космическо материалознание и нанотехнологии”.

Диамантените частици са получени чрез детонация на мощни взривни вещества с отрицателен кислороден баланс [4]. Очистването им от взривните шихти е проведено чрез каталитично нискотемпературно горене. Отделните наночастици са с размер 20 – 40 Å (респ. 2-4 nm - фиг.1) и с монокристална структура [5]. Изходният диамантен прах е със сивобял цвят, и има следните характеристики (табл.1):

- Насипна плътност.....0,19 g/cm³
- Специфична повърхност.....316 m²/g.
- Загуба на маса при нагряване.....5,6%
- ICP анализ за метални онечиствания, ppm (Табл. 3):



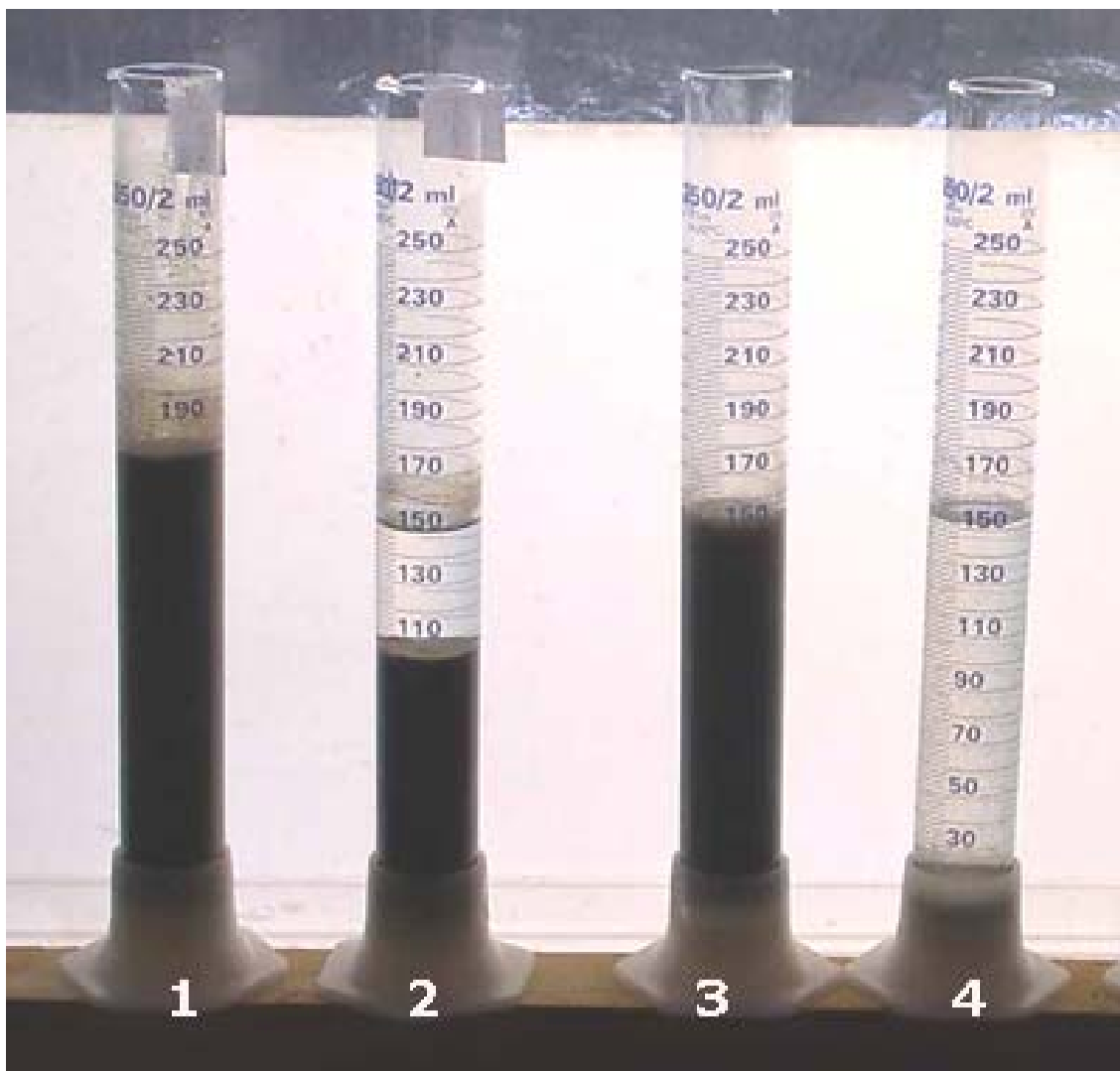
Фиг.1 Снимка от сканиращ електронен микроскоп (SEM)

| Онечиствания | ppm |
|--------------|------|
| Al | 0,11 |
| Cr | 1,45 |
| Ni | 0,17 |
| Pb | 1,82 |
| Mn | - |
| Cu | - |
| Zn | - |
| Ag | - |
| Cd | - |
| Ba | - |
| Ca | 0,99 |
| Mg | 0,28 |
| Sb | - |

Табл.1 АСП-Анализ

За да бъде проведена деагрегацията, изходният взривносинтезиран диамантен прах се подлага на шокова температурна обработка. За целта той се диспергира във водна среда, поставя се в термично устойчива капсула от PETF (полиетилентерефталат), и циклично се охлажда и загрява при абсолютна разлика в температурите от 250°K.

Следва озвучаване с ултразвуков източник. Така обработената суспензия показва многократно по-голяма устойчивост към седиментация, в сравнение с контролната проба от диамантен прах/вода (фиг.2).



Фиг.2 Сравнително изследване на седиментационна устойчивост: 1-Шоково деагрегирана диамантена суспензия; 2-Шоково деагрегирана диамантена суспензия (проведен само първи цикъл); 3-Суспензия, стабилизирана след алкилиране на диамантения прах; 4-Контролна проба (отсъстват обработки)

Така стабилизираната водна суспензия на нанодиамантен прах е перспективна като фин абразив при обработка на различни материали [6], включително където има изисквания за минимални количества допълнителни стабилизатори и онечиствания – в частност за полиране на силициеви пластини в електрониката.

Литература:

- [1] D. Mitev, S. Stavrev, J. Karadjov, L. Markov, "Method for Purification of Shock Synthesized Nanosize Diamond Through Selective Low Temperature Burning", "Nanoscience and Nanotechnology" **4**, edited by E. Balabanova, I. Dragieva (Heron Press, Sofia, 2004) 121-122
- [2] В. Комаров и кол., "Композиция для суперфинишной доводки поверхности материала", патент RU 2034889 (10.05.1995)
- [3] И. Кулакова, "Химия поверхности наноалмаза", "Физика твердого тела" т.**46**, бр.4 (2004), 621-628
- [4] S. Stavrev et al., US Patent No. 5353708 (1994)
- [5] С. Ставрев, Л. Марков, Ю. Караджов, А.Петрова, "Изследване на свойствата на взривно синтезиран УДДП", ЮНС 40 години от първия полет на човек в космоса", ВВВУ " Г. Бенковски", 2001
- [6] А. Артемов, "Наноалмазы для полирования", "Физика твердого тела" т.**46**, бр.4 (2004), 670-678