СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЙ НАНОАЛМАЗОВ ДЕТОНАЦИОННОГО СИНТЕЗА

Таболич Анастасия Александровна

магистрант, Белорусского государственного университета, Беларусь, г. Минск

Ультрадисперсные алмазы детонационного синтеза (УДА) являются одними из наиболее перспективных углеродных наноматериалов [1-6]. Интерес к наноалмазам вызван уникальным сочетанием их характеристик. Однако, не смотря на это существенным препятствием для практического применения наноалмазов является их высокая склонность к агрегации. Известно, что первичные частицы УДА легко образуют стабильные агрегаты с размерами от нескольких десятков нанометров до нескольких микрон [1,4]. Агрегация наноалмазов снижает их поверхностную активность [6,7]. Кроме того, присутствие в исходных порошках наноалмазов крупных агрегатов не позволяет изготавливать устойчивые водные суспензии, которые являются необходимым условием для реализации многих практических приложений УДА. Несмотря на большое количество работ (например, [6,7]), направленных на изучение механизмов агрегации и разработку эффективных методов дезагрегации исходных порошков УДА, проблема создания устойчивых суспензий наноалмазов до сих пор полностью не решена.

Целью нашей работы является изучение седиментационной устойчивости полученных на основе детонационных наноалмазов водных суспензий.

В настоящей работе исследовались ультрадисперсные алмазы марки УДА-ГО производства НП ЗАО «Синта» (г. Минск), представляющий собой продукт взрывного разложения смеси взрывчатых веществ с отрицательным кислородным балансом [8]. Модификация функционального состава поверхности УДА осуществлялась путем термообработки исходных порошков в вакууме в интервале температур от 500 до 1100 ^{0}C и на воздухе при температурах от 300 до 480 ^{0}C.

Диспергирование УДА производилось в деионизованной воде при помощи ультразвуковой обработки (30 кГц, 75 Вт) в течение 30 минут. Для всех исследованных порошков начальная концентрация УДА в суспензии составляла 1 мг/мл. После УЗО полученные суспензии центрифугировались в течение 1 часа при ускорении 1300 g.

Проведен параллельный сравнительный анализ суспензий приготовленных на основе исходного порошка УДА, одна из которых подвергалась 30 минутному УЗО воздействию, вторая 30 минутам непрерывному ручному взбалтыванию. В результате было показано, что суспензия с 30 минутным ручным взбалтыванием седиментационно не устойчива (уже через сутки после изготовления суспензий более 80% от исходной массы навески осталось на дне флакона), что может свидетельствовать о том, что данный метод диспергирования является не эффективным и в дальнейшем для исследований применим быть не может.

Седиментационная устойчивость суспензий определялась по изменению их оптической плотности на фиксированной длине волны с течением времени. Для этого регистрировались спектры оптической плотности суспензий в спектральном диапазоне 315 − 1000 нм. Измерения производились на протяжении года с интервалом 1-2 дня. Средний размер частиц в суспензиях определялся путем анализа спектральной зависимости оптической плотности суспензий с использованием метода Геллера [9].

Согласно современным представлениям, агрегаты наноалмазов состоят из первичных кристаллов, удерживаемых друг с другом как ковалентными, так и донорно-акцепторными

связями. Способность УДА к агрегации характеризует размер частиц и наличие поверхностно активных групп. Какие именно группы отвечают за устойчивость водных суспензий можно изучить с помощью анализа ИК - спектров.

На основании экспериментальных результатов можно сделать следующие выводы: устойчивые водные суспензии образуют порошки УДА, для которых средний размер агрегатов не превышает 100 нм.

Основной вклад в образование устойчивых агрегатов УДА вносят карбоксильные группы, которые образуются на поверхности алмазных наночастиц на стадии окислительной обработки алмазной шихты.

При высоких температурах вакуумного отжига (Т ≥ 1000 ^{0}C) происходит удаление всех функциональных групп и примесей металлов с поверхности УДА.

Список литературы:

1. Dolmatov, V.Yu.Detonation-synthesis nanodiamonds: synthesis, structure, properties and applications / V.Yu. Dolmatov // Russ.Chem.Rev.-2007.-Vol. 76 (4).-P. 339–360.

2. Наноалмазы детонационного синтеза: получение и применение / П.А. Витязь [и др.]; под общ. ред. П.А. Витязя. – Минск: Беларуская навука, 2013. – 380 с.

3. Вуль, А. Я., Шендерева О.А Детонационные наноалмазы. Технология, структура, свойства и применения / А.Я. Вуль, О.А. Шендерова. – СПб: ФТИ им. А.Ф.Иоффе, 2016. – 379 с.

[4] Nanodiamonds: Applications in Biology and Nanoscale Medicine / ed.: D. Ho. – N.Y.: Springer Science + Business Media, 2010. – 286 p.

5. Наноструктуры в биомедицине : пер. с англ. / под ред. К. Гонсалвес [и др.]. – 2-е изд. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. – 519 с.

6. K. Turcheniuk and V.N. Mochalin Biomedical applications of nanodiamond (Review) // Nanotechnology, 2017, V. 28, P. 252001 (27pp).

7. Krueger A. The structure and reactivity of nanoscale diamond / A. Krueger // J. Mater. Chem. – 2008. – Vol. 18, № 13. – P. 1485-1492.

8. НПЗАО "СИНТА": производство наноалмазов, наноуглеродных и наноалмазныхдобавок //http://sinta.biz/nanoalmazy.

9. W. Heller, H. B. Klevens, H. Oppenheimer. The Determination of Particle Sizes from Tyndall Spectra //Journal of Chemical Physics 14, 566-567 (1946)