

СИНТЕЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА НАНОПОРОШКОВ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ

Фу Цзиньюй, магистрант группы 4БМ32,
Илела А.Э., к.т.н., доцент ОМ ИШНПТ
НИ ТПУ, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел. +79131035945
e-mail: fc01@tpu.ru

Введение. Оксид алюминия является наиболее важным керамическим материалом благодаря своим превосходным свойствам, таким как химическая и термическая стабильность, и высоким механическим свойствам, таким как прочность, твердость и износостойкость. Материал на основе Al_2O_3 отличается высокой коррозионной стойкостью, устойчив к воздействию большинства органических и неорганических кислот и солей. Основные области его применения – машиностроение, медицина, электротехника, авиационная и космическая промышленность [1, 2]. Al_2O_3 имеет несколько кристаллических модификаций [3]: α -, β - и γ -модификации глинозема, причем α - и γ - Al_2O_3 представляют собой чистый оксид алюминия, а β -модификация – соединение оксида алюминия со щелочными и щелочноземельными оксидами. Кубический γ - и гексагональный β - Al_2O_3 являются нестабильными модификациями, которые при нагреве свыше $1500\text{ }^\circ\text{C}$ переходят в α - Al_2O_3 [4].

Химический метод синтеза нанокристаллических оксидных порошков позволяет в широких пределах варьировать морфологию, кристаллическую структуру и, в случае многокомпонентных систем, химический состав получаемых частиц. Наряду с преимуществами эти методы имеют ограничения: порошки имеют высокую степень агрегации и агломерации продуктов осаждения и прокаливании осадков, а также широкий спектр размеров, как первичных частиц, так и агломератов.

В нашей работе нанопорошки получали с помощью установки Nano Spray Dryer B-90. Нано-распылительная сушилка B-90 была разработана для получения частиц размером от 300 нм до 10 мкм из растворов или суспензий, путем высушивания или инкапсулирования с выходом до 90 %. Размер частиц на выходе зависит в основном от выбранного распылительного сопла.

Целью работы получить порошки оксида алюминия разными способами и оценить влияние метода синтеза на их свойства.

Экспериментальные методики. Для подготовки растворов оксида алюминия использовали азотнокислый алюминий $Al(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ (Ч). Нанопорошок Al_2O_3 получали с помощью обратного осаждения используя аммиак (NH_4OH) (ЧДА). При добавлении раствора 1М $Al(NO_3)_3$ в аммиак согласно методу обратного осаждения частицы, выпадали в осадок, который промывали дистиллированной водой до установления нейтрального значения $pH = 7$.

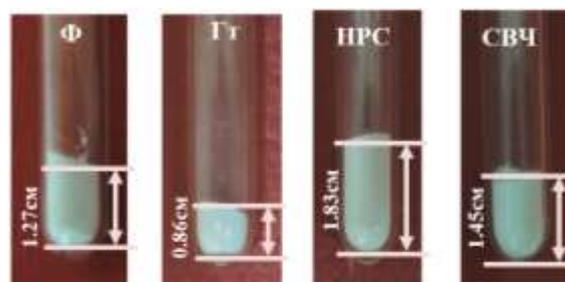


Рис. 1. Порошки $m = 0.59\text{ г}$ до отжига, разными способами

Результаты и обсуждение. Выделение порошков из суспензий проводили 4 способами: Фильтрация (Ф), гидротермальным (ГТ), нанораспылительной суши (НРС) и СВЧ-Сушка. На рис. 1 представлены фотографии порошков одной массы в пробирках одинакового объема до термообработки. Как видно из рисунка, насыпная плотность порошка, полученного мето-

дом распыления, ниже, чем при использовании других методов, а у порошка, полученного гидротермальным способом, самая высокая, поскольку в работе используются одинаковые емкости, поэтому можно сказать, что наночастицы, полученные гидротермальным методом, обладают наибольшей плотностью и наибольшим удельным весом.

На рис. 2 приведены электронные изображения порошков, выделенных из суспензии методом фильтрации и распылительной сушкой. Порошок, выделяемый с помощью установки Nano Spray Dryer, представляет собой сферические частицы из скрепленных между собой кристаллитов. В то время как, порошок, выделяемый фильтрацией, представляет собой агрегаты размерами от 0,2 до 10 мкм.

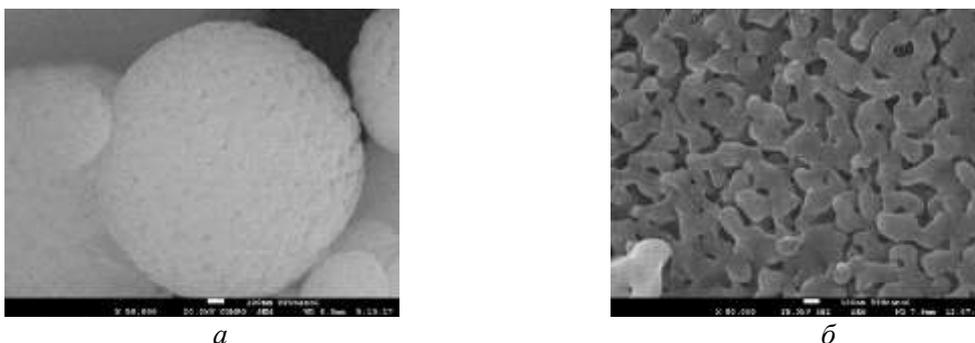


Рис. 2. РЭМ-изображения порошков оксида алюминия, выделенных из суспензии $Al(NO_3)_3$ распылительной сушкой (а) и фильтрацией (б)

Таблица 1

Размер ОКР и удельной поверхности $\alpha - Al_2O_3$

Метод выделения нанопорошка	Размер ОКР	$S_{уд}, м^2$
Распылительная сушка	86 нм	$14,8 \pm 0,11$
Фильтрация	98 нм	$6,5 \pm 0,03$
Гидротермальным	90 нм	$5,7 \pm 0,15$
СВЧ	89 нм	$7,6 \pm 0,04$

Заключение

В рамках работы были синтезированы нанопорошки на основе оксида алюминия для использования в различных областях, сделаны следующие выводы:

1. Удельная поверхность для частиц Al_2O_3 ОНРС, Al_2O_3 Ф, Al_2O_3 ГТ, Al_2O_3 СВЧ, составляет 14,8, 6,5, 5,7, 7,6 $м^2/г$, соответственно.

2. Рассчитанные размеры ОКР, порошки Al_2O_3 ОНРС, Al_2O_3 Ф, Al_2O_3 ГТ, Al_2O_3 СВЧ составляет 86, 73, 90, 85 нм, соответственно. Нанопорошки, полученные методом нанораспылительной сушки имеют самые мелкие размеры кристаллитов. Самые крупные размеры ОКР наблюдаются для порошков, выделенных фильтрацией.

Список литературы

- Bai J., Yang X., Xu S. Fabrication of highly dense Al_2O_3 ceramics // Scripta Materialia – 2013. – Vol. 68 (6). – P. 393–395.
- Saengkwamsang P., Pimanpaeng S., Amornkitbamrung V., Maensiri S. Synthesis and characterization of Al_2O_3 nanopowders by a simple chitosan-polymer complex solution route // Ceramic International. – 2024. – Vol. 40. – P. 5137–5143.
- Liu J., Liu C., Ma A., Rong J. Effects of Al_2O_3 phase and Cl component on dehydrogenation of propane // Applied Surface Science. – 2016. – Vol. 368. – P. 233–240.
- Cava S., Tebcherani S.M., Souza I.A. Structural characterization of phase transition of Al_2O_3 nanopowders obtained by polymeric precursor method // Science Direct: Materials Chemistry and Physics. – 2017. – Vol. 103. – P. 394–399.