

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ С РАЗЛИЧНОЙ МОРФОЛОГИЕЙ

Сюэ Мэн, А.Э. Илела

Научный руководитель: к.х.н. Г.В. Лямина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: syuemen@tpu.ru

PREPARATION OF ALUMINUM OXIDE NANOPARTICLES WITH DIFFERENT MORPHOLOGIES

Xue Meng, A.E. Ilela

Scientific Supervisor: G.V. Lyamina, PhD

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin ave., 30, 634050

E-mail: syuemen@tpu.ru

Abstract. *Nanoparticles Al_2O_3 plays a crucial role in application for drug delivery systems. This study are shown that nanospray method offers significant benefits to produce nanopowder from nitrate aluminum and sulfate aluminum with unique characteristic such as size, morphology and properties for using as drug carriers. Nanopowder from nitrate with a temperature velocity 3 K/min have specific surface area $8.96 \pm 0.03 \text{ m}^2/\text{gr}$ and $24.04 \pm 0.14 \text{ m}^2/\text{gr}$ for velocity 6 K/min. Particles size of these materials between 100 nm to 1 μm .*

Введение. Важнейшим направлением современной фармакологии является адресная доставка лекарственных препаратов. Она реализуется в том числе при помощи носителей, имеющих, как правило, размеры в десятки или сотни нанометров. Имобилизация лекарств на наноносителях позволяет повысить их биодоступность, снизить влияние на организм, направленно воздействуя на поврежденную область. Требования, предъявляемые к таким носителям следующие: отсутствие цитотоксичности, относительно большая удельная поверхность, наличие активных центров на поверхности, на которых можно закрепить лекарственный препарат и пр. [1, 2]. Оксид алюминия является одним из перспективных материалов, который может быть использован в качестве носителя. Основная причина использования Al_2O_3 в медицине заключается в том, что он не токсичен. [3, 4], имеет пористую структуру, где поры позволяют поглощать лекарство и высвобождать его более воспроизводимым и предсказуемым образом [5].

Данная работа посвящена изучению возможности использования аппарата нанораспылительной сушки для получения наночастиц оксида алюминия различной морфологии в качестве носителей лекарственных препаратов методом распылительной сушки (Nano Spray Dryer B-90) [6].

Для достижения поставленной цели предполагалось решить следующие задачи:

1. Выделить порошки из суспензий с различным анионом (NO_3^- , SO_4^{2-}) методом распылительной сушки.
2. Изучить процессы кристаллизации порошка при отжиге.
3. Оценить фазовый состав и морфологию порошков, полученных при различных температурах и скорости нагрева.

Экспериментальная часть. В ходе эксперимента были приготовлены суспензии с использованием сульфата алюминия и нитрата алюминия. Суспензии получали методом обратного

осаждения путем добавления солей алюминия в раствор аммиака. Затем образовавшиеся суспензии провали дистиллированной водой для удаления побочных продуктов (аммиак). Параметры для сушки: скорость газового потока 140 л/мин, относительная интенсивность распыления – 50 - 70%, $T = 60 - 80\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 120\text{ Па}$, время работы установки 30-50 минут [7]. Размер частиц регулируется с помощью распылительных колпачков с различными размерами отверстий (размер сопла: 4.0, 5.5 и 7.0 мкм).

Для проведения термического анализа (ТГ/ДСК – анализ) использовали анализатор NETZSCH STA 409 C Jupiter. Скорость изменения температуры 10 К/мин, диапазон температур от 25 до 1400 $^{\circ}\text{C}$. Измерение удельной поверхности проводили по 4-х точечному методу БЭТ на специальной установке «БЭТ-анализатор МЕТА СОРБИ–М». В качестве газа-адсорбата использовали азот. В качестве газа-носителя – гелий.

Для установления фазового состава и определения размера частиц порошки исследовали методом рентгенофазового анализа (SHIMADZU XRD – 7000 X – RAY). Для получения данных о морфологии порошков использовали растровую электронную микроскопию (JEOL JSM-7500FA).

Результаты и обсуждение. На рис. 1, показан результаты термического анализа (ТГ, ДСК-кривые) для порошков предварительно выдержанных при 100 $^{\circ}\text{C}$. Порошок, полученный из нитрата алюминия при отжиге имеет три пика. Во-первых, это эндотермический эффект из-за испарения физически связанной воды при 83,7 $^{\circ}\text{C}$, во-вторых, эффект удаления кристаллизационной воды при 279,6

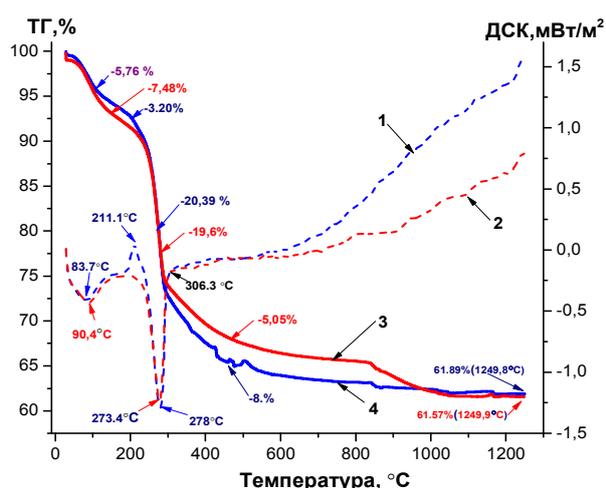


Рис. 1. ТГ/ДСК анализ нанопорошков Al_2O_3 (1,4) – $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$; (2,3) – $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

скорости отжига имеет более узкое распределение по размерам. Это также соответствует результатам БЭТ (Таб.1): удельная поверхность частиц, полученных со скоростью нагрева 6 К/мин больше, чем для порошка отожжённого со скоростью нагрева 3 К/мин. Согласно результатам РФА при температуре 1250 $^{\circ}\text{C}$ получается фаза $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$. ОКР для порошков Al_2O_3 полученных из суспензий нитрата алюминия около 65-67 нм.

Таблица 1

Фазовый состав и удельная поверхность порошков оксида алюминия

Порошок	Температура	Скорость нагрева	Фазовый состав	ОКР, нм	$S_{уд}$, $\text{м}^2/\text{г}$
$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ($\text{Al}(\text{NO}_3)_3$)	$T = 1250\text{ }^{\circ}\text{C}$	$V=3\text{ К/мин}$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3(100\%)$	66,98	$8.95 \pm 0.11\text{ м}^2/\text{г}$
		$V=6\text{ К/мин}$	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3(100\%)$	66,43	$24.04 \pm 0.14\text{ м}^2/\text{г}$

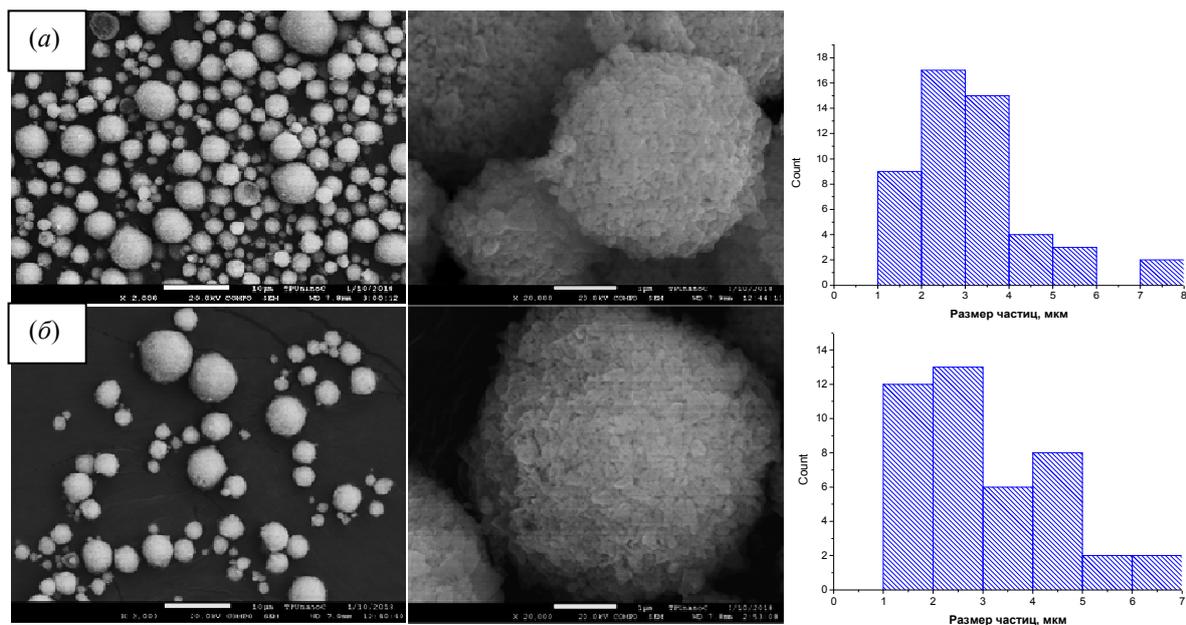


Рис. 2. СЭМ-изображения порошков Al_2O_3 , полученных при отжиге $1250\text{ }^\circ\text{C}$ со скорости нагрева 3(а) и 6 (б) К/мин

Заключение. В результате проделанной работы была разработана методика синтеза наноразмерных порошков оксидов алюминия методом распылительной сушки. Показано, что большая скорость нагрева порошков обеспечивает большую удельную поверхность: 6 К/мин – $24.04 \pm 0.14\text{ м}^2/\text{г}$; 3 К/мин – $8.96 \pm 0.03\text{ м}^2/\text{г}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Koren E., Torchilin V.P. Drug carriers for vascular drug delivery // Life. –2011. –Vol. 63(8). – P. 586-595.
2. Gong R., Chen G. Preparation and application of functionalized nano drug carriers // Saudi Pharmaceutical Journal. – 2016. – Vol. 24(3). – P. 254–257.
3. Koroleva M., Gorbachevski O., Yurtov E. Preparation and characterization of lipid coated with $SiO_2Al_2O_3$ core-shell nanoparticles as carriers for lipophilic drug delivery // Materials Chemistry and Physics. – 2017. – Vol. 202. – P. 1–6.
4. Marti A. Inert bioceramics (Al_2O_3 , ZrO_2) for medical application // Injury. – 2000. – Vol. 31(4). – P. 33–36.
5. Ahuja G., Pathak K. Porous carriers for controlled modulated drug delivery // Indian Journal of Pharmaceutical Sciences. – 2009. – Vol. 71(6). – P. 599–607.
6. Manual Book Nano Spray Dryer B-90 Version A / Buchi Switzerland. – 2011. – 100 p.
7. Илела А. Э., Лямина Г. В., Качаев А. А., Амантай Д., Колосов П. В., Чепрасова М. Ю. Получение нанопорошков оксида алюминия и циркония из растворов их солей методом распылительной сушки // Бутлеровские сообщения. – 2013. –Т. 33. – №. 2. – С.119–124.