

наиболее подходят для использования в практических применениях по совершенствованию материалов.

На основе построенных моделей разработан метод, и режимы воздействия электромагнитным полем с заданной симметрией, способствующие самоочистке и совершенствованию кристаллических структур  $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2(Y_2O_3)$  включая отжиг в интервале температур 800–1200 °С длительностью 8–12 часов.

Предлагаемая методика обработки в электромагнитном поле может быть использована для совершенствования механических параметров и формирования однородных, компактных структур различных пористых керамических материалов, катализаторов, адсорбентов, высокотемпературных изоляторов.

### Список литературы:

1. Клишин А.П., Закутаев А. Н., Руднев С. В., Ермолаев В. А., Хабас Т. А. Моделирование процесса структурных превращений  $Al_2O_3$  при термомагнитной обработке // Конструкции из композиционных материалов. – 2008. Вып.1, – С.12-17.
2. Руднев С.В., Семухин Б.С., Клишин А.П. Неевклидова теория кристаллического вещества. – Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, 2013. – 254 с.
3. Rudnev S.V., Semukhin B.S., Klishin A.P. Geometrical modeling of crystal structures with use of space of elliptic Riemannian geometry // Materials sciences and applications. – 2011. – V.2. – №6. – P.526-536.
4. Кованцев А.С., Клишин А.П., Руднев С.В., Закутаев А.Н. Моделирование кристаллических комплексов алюмооксидных материалов для совершенствования технологии их получения // II Всероссийская научно-техническая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием «Высокие технологии в современной науке и технике». – Томск, ТПУ – 2013. Т.2. – С. 377-380.

## ДИСПЕРГИРОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ В ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЯХ

*А.С. Комутова, студент гр. 4БМ22*

*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,  
тел.(3822)-419-147*

E-mail: [ainagul\\_komutova@mail.ru](mailto:ainagul_komutova@mail.ru)

Одной из самых важных задач при аттестации нанопорошков является определение их дисперсности. Среди всех методов дисперсионного анализа нанопорошков в последнее время выделяется метод лазерной дифракции: он прост в применении и не занимает много времени. Однако к его недостатку можно отнести то, что методика включает обязательное перемешивание образца с жидкостью суспензии. При попадании в водные суспензии твердые частицы образуют лиофобные дисперсные системы, для которых может быть характерна как самопроизвольная коагуляция, так и способность сохранять высокую степень дисперсности (агрегативную устойчивость). На практике для поддержания дисперсности нанопорошков используют диспергирование.

Диспергирование твердых частиц достигается разными методами: ультразвуковым воздействием, длительным перемешиванием, применением стабилизаторов [1, 2]. Среди всех перечисленных методов только с помощью добавления поверхностно-активных веществ можно длительно поддерживать дисперсность суспензий.

В литературе имеются данные о применении карбоксильных групп в качестве стабилизаторов при синтезе наночастиц [3, 4]. Поэтому разработка методик определения дисперсности наночастиц с применением карбоновых кислот является достижимой задачей. **Целью данного исследования** являлось определение влияния концентрации ПАВ на дисперсность промышленных нанопорошков.

Объектом исследования являлся нанопорошок  $Y_2O_3$ , полученный плазмохимическим методом, применение которого достаточно активно возрастает во многих отраслях промышленности: керамике, эксплуатируемой при высоких температурах, радиоэлектронике, устройствах для лазерных источников [5].

В таблице 1 представлены характеристики исследуемого порошка.

Таблица 1. Размерные характеристики порошка  $Y_2O_3$ .

Нанопорошок	Метод низкотемпературной адсорбции азота (Sorbi)		Сканирующая электронная микроскопия (JEM 2100F)	
	Удельная поверхность, $m^2/g$	Средний размер частиц, нм	Средний размер частиц, нм	Средний размер агрегатов, нм
$Y_2O_3$	35,63	35	36	110

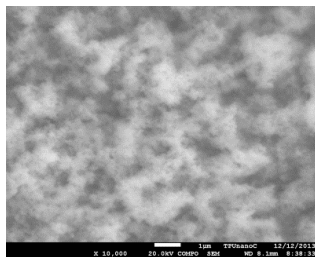
При проведении анализа размеров частиц методом лазерной дифракции 40 мг исследуемого порошка помещалась в ванну смесителя со стабилизатором и в течение 5 мин диспергировалась при помощи ультразвуковой установки с целью разделения агрегатов на частицы. В качестве стабилизатора суспензии использовали лимонную кислоту ( $C_6H_8O_7$ ) с разной концентрацией: 0... 50 г/л. Для определения размеров частиц нанопорошка использовался дифракционный анализатор размеров частиц SALD-7101 Shimadzu, принцип работы которого основан на статическом рассеянии лазерного света с длиной волны  $\lambda=375$  нм.

Результатом измерения являлась кривая распределения частиц по размерам. Полученные экспериментальные результаты использовали для расчета среднего размера частиц по формуле:

$$d_{cp} = \sum d \frac{q(\%)}{100 (\%)},$$

где  $d_{пов}$  – средний объемный диаметр частиц;  $d$  – размер частиц в дисперсии;  $q$  – дифференциальное распределение частиц в дисперсии, %.

На рис. 1 представлена фотография порошков  $Y_2O_3$ , сделанные с помощью сканирующей электронной микроскопии. Частицы имеют преимущественно хлопьевидную форму.

Рис. 1. Фотография СЭМ нанопорошка  $Y_2O_3$ .

В таблице 2 представлено изменение среднего размера частиц/агломератов нанопорошка в суспензиях с разным содержанием ПАВ в течение 5 минутного контакта.

Таблица 2. Изменение среднего диаметра частиц/агрегатов нанопорошка  $Y_2O_3$ .

Концентрация	0 г/л	1 г/л	10 г/л	50 г/л
$d_{ср}$ , мкм	4,58	1,51	1,44	1,39

Обнаружено, что даже небольшие добавки стабилизатора (1 мг/л) в водную суспензию нанопорошка приводят к уменьшению  $d_{ср}$  в 3 раза. Однако, при дальнейшем увеличении концентрации ПАВ не создаются условия, при которых бы облегчалась диффузия карбоксильных групп к поверхности каждой частицы и усиливалась дезагрегация образовавшихся в водной суспензии агрегатов наночастиц  $Y_2O_3$ .

*Выражаю благодарность научному руководителю к.т.н. Годымчук А.Ю.*

#### Список литературы:

1. Farre M., Gajda-Schranz K., Kantiani L., Barcelo D.. Ecotoxicity and analysis of nanomaterials in the aquatic environment // Analytical and Bioanalytical Chemistry. – 2009. – No. 393. – P. 81-95.
2. Studart A.R., Amstad E., Gauckler L.J. Colloidal Stabilization of Nanoparticles in Concentrated Suspensions // Langmuir. – 2007. – Vol.23. – P. 1081-1090.
3. Canlica M., Nyokong T. Synthesis and photophysical properties of metal free, titanium, magnesium and zinc phthalocyanines substituted with a single carboxyl and hexylthio groups // Polyhedron. – 2011. – № 30. – P. 1975-1981.
4. Zhang L., Wen Y., Yao Y., Xu J., Duan X., Zhang G. Synthesis and Characterization of PEDOT Derivative with Carboxyl Group and Its Chemo/Bio Sensing Application as Nanocomposite, Immobilized Biological and Enhanced Optical Materials // Electrochimica Acta. – 2014. – № 116. – P. 343-354.
5. Serantoni M., Mercadelli E., Costa A., Blosi M. Microwave-assisted polyol synthesis of sub-micrometer  $Y_2O_3$  and  $Yb-Y_2O_3$  particles for laser source application // Ceramics International. – 2010. – № 36. – P. 103-106.