



# Открытое акционерное общество «КОМПОЗИТ»

Пионерская ул., д. 4, г. Королёв, Московская область,  
Россия, 141070

Телеграф БЕРЕЗА

тел. (495) 513-2028, 513-2329

канцелярия 513-2256, факс (495) 516-0617

E-mail: info @ kompozit-mv.ru

ОКПО 56897835, ОГРН 1025002043813, ИНН / КПП 5018078448 / 501801001

14.04.2016 исх. № 9103-504

на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Ученому секретарю диссертационного  
совета Д.002.060.04 ИМЕТ РАН, к. гео.-мин.н.  
С.Н. Ивичевой

Россия, 119991, г. Москва, Ленинский пр., д.49

Уважаемая Светлана Николаевна!

Высылаем Вам отзыв на автореферат диссертации Хрущёвой А.А. на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01- неорганическая химия на тему «Золь-гель синтез композитных наночастиц на основе оксидов алюминия, церия и циркония».

Первый заместитель  
генерального директора

А.Н. Тимофеев

Исп. Санникова С.Н.  
тел.8(495)513-23-09

## Отзыв

на автореферат диссертации Хрущевой Анастасии Александровны на тему: «Золь-гель синтез композиционных наночастиц на основе оксидов алюминия, церия и циркония», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

В автореферате диссертационной работы Хрущевой А.А. с научных и технологических позиций разрабатывается способ получения наночастиц оксидов металлов, который базируется на нанотехнологических приемах, в основу которых положено моделирование на молекулярном уровне частиц еще на стадии формирования коллоидов.

В настоящее время получение конструкционных и композиционных керамических материалов из оксидов и их соединений мелкокристаллического строения и с максимально возможными эксплуатационными свойствами невозможно без применения нанодисперсных порошков исходных материалов. Поэтому разрабатываются и широко применяются разнообразные методы получения наноструктурированных порошков: золь-гель процессы, специальное химическое осаждение, гидротермальный метод, криохимическое осаждение, метод СВС, различные методы гетерофазного осаждения, методы диспергации прекурсоров и химической активации. Все они предназначены для получения нанопорошков с размерами кристаллитов на уровне 10-50 нм, высокой удельной поверхностью и активности к спеканию.

Разрабатываемые методы, диссертантом Хрущевой А.А. встраиваются в ряды известных методов со своими особенностями и оригинальностью.

В работе исследованы процессы синтеза и структурных особенностей получаемых порошков  $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2$ ,  $CeO_2$ ,  $Ce_xZr_{1-x}O_2$  и композита  $Ce_{0,09}Zr_{0,91}O_2/MgAl_6O_{10}/\gamma Al_2O_3$ , которые могут быть использованы для получения плотной мелкокристаллической керамики.

Для получения порошков указанных составов разработан модифицированный золь-гель метод с использованием низкомолекулярных органических стабилизаторов золь (Ст): МЭА, ДМОА, ТЭАГ. В качестве исходных материалов

использовали растворы нитратов и хлоридов в деионизированной воде. Отдельно изучено влияние криообработки золя в жидком азоте (-196 °С) на дисперсность и фазовый состав  $\text{CeO}_2$ .

Для всех полученных порошков после прокаливания гелей проведены подробные исследования распределения частиц по размерам, фазовый состав методом РФА, расчет размера кристаллитов, сделаны микрофотографии на просвечивающем электронном микроскопе (ПЭМ). В результате установлено, что порошки практически всех составов имеют размер кристаллитов в пределах от 10 до 20 нм.

Достаточно подробно изучен процесс получения композиционного нанопорошка. Был использован метод последовательного формирования поверхностей Mg-содержащей фазы и нанесения твердого раствора  $\text{Ce}_{0,09}\text{Zr}_{0,91}\text{O}_2$  на наночастицы  $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$  с размером 3 – 7 нм. Определены характеристики порошка композита  $\text{Ce}_{0,09}\text{Zr}_{0,91}\text{O}_2/\text{MgAl}_6\text{O}_{10}/\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ . Приведены схемы механизма формирования наночастиц оксидов металлов в процессе их синтеза. Проведены предварительные опыты по спеканию порошков композита с целью оценки возможности получения керамики. Установлено, что только при горячем прессовании при давлении 30 МПа удалось получить керамику с плотностью 98,9%.

К достоинствам работы можно отнести применение многих современных методов исследования дисперсности, фазового состава, внешнего вида порошков. Кроме этого разработанные методы синтеза нанопорошков позволяют использовать их без дополнительного процесса дезагрегации. Следует отметить также большое число публикаций по результатам исследований.

Небольшой объем автореферата вызывает некоторые вопросы и замечания:

1. В автореферате следовало бы привести кривые ДТА гелей синтезируемых материалов.
2. Опыты по спеканию порошков композита следует считать предварительными, так как для оценки возможности применения этой керамики необходимо определить такие свойства как прочность, твердость, трещиностойкость. Это же относится к порошкам других синтезируемых материалов.

3. Не указаны размеры и конфигурация спекаемых образцов.
4. Фотография скола образца керамики на рисунке 9 не отражает определенную плотность в 98,9%. Кроме этого, показан микропрофиль слишком небольшого участка.

Указанные замечания не снижают высокого научного и технологического уровня диссертационной работы. В целом по уровню выполненной диссертационной работы и достигнутым результатам она полностью соответствует требованиям ВАК, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор Хрущева Анастасия Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – Неорганическая химия.

Доктор технических наук,  
первый заместитель генерального  
директора ОАО «Композит»  
г. Королев, 141070 Московской обл.,  
ул. Пионерская, д.4  
тел. 8(495)513-22-80,  
E-mail [info@kompozit-mv.ru](mailto:info@kompozit-mv.ru)



А.Н. Тимофеев

Кандидат технических наук,  
начальник лаборатории разработки и  
внедрения конструкционной керамики  
ОАО «Композит»  
г. Королев, 141070 Московской обл.,  
ул. Пионерская, д.4  
тел. 8(495)513-23-09,  
E-mail [info@kompozit-mv.ru](mailto:info@kompozit-mv.ru)

С.Н. Санникова