



(H)	
Li ³ ЛИТИЙ	Be ⁴ БЕРИЛЛИЙ
Na ¹¹ НАТРИЙ	Mg ¹² МАГНИЙ
K ¹⁹ КАЛИЙ	Ca ²⁰ КАЛЬЦИЙ
29 Cu МЕДЬ	30 Zn ЦИНК
Rb ³⁷ РУБИДИЙ	Sr ³⁸ СТРОНЦИЙ
47 Ag СЕРЕБРО	48 Cd КАДМИЙ
Cs ⁵⁵ ЦЕЗИЙ	Ba ⁵⁶ БАРИЙ
79 Au ЗОЛОТО	80 Hg РТУТЬ
Fr ⁸⁷ ФРАНЦИЙ	Ra ⁸⁸ РАДИЙ

ТОМ 53

ВЫП. 7

ISSN 0579-2991

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

СЕРИЯ

ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Иваново 2010

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
ИЗДАНИЕ ИВАНОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

**ХИМИЯ
И
ХИМИЧЕСКАЯ
ТЕХНОЛОГИЯ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
Основан в январе 1958 года. Выходит 12 раз в год.

**Том 53
Вып. 7**

Иваново 2010

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор О.И. Койфман (*д.х.н., профессор, член-корр. РАН*)
Зам. гл. редактора В.Н. Пророков (*к.х.н.*)
Зам. гл. редактора В.В. Рыбкин (*д.х.н., профессор*)
Зам. гл. редактора А.П. Самарский (*к.х.н.*)
Зав. редакцией А.С. Манукян (*к.т.н.*)

В.К. Абросимов (*д.х.н., проф.*), М.И. Базанов (*д.х.н., проф.*), Б.Д. Березин (*д.х.н., проф.*),
В.Н. Блиничев (*д.т.н., проф.*), С.П. Бобков (*д.т.н., проф.*), В.А. Бурмистров (*д.х.н., проф.*),
Г.В. Гиричев (*д.х.н., проф.*), О.А. Голубчиков (*д.х.н., проф.*), М.В. Ключев (*д.х.н., проф.*),
А.М. Колкер (*д.х.н., проф.*), А.Н. Лабукин (*д.т.н., проф.*), Т.Н. Ломова (*д.х.н., проф.*),
Л.Н. Мизеровский (*д.х.н., проф.*), В.Е. Мизонов (*д.т.н., проф.*), В.И. Светцов (*д.х.н., проф.*),
Ф.Ю. Телегин (*д.х.н., проф.*), М.В. Улитин (*д.х.н., проф.*), В.А. Шарнин (*д.х.н., проф.*)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

<i>проф.</i> Дудырев А.С. (г. Санкт-Петербург)	<i>акад. РАН</i> Новоторцев В.М. (г. Москва)
<i>проф.</i> Дьяконов С.Г. (г. Казань)	<i>член-корр. РАН</i> Овчаренко В.И. (г. Новосибирск)
<i>акад. РАН</i> Егоров М.П. (г. Москва)	<i>акад. РАН</i> Саркисов П.Д. (г. Москва)
<i>акад. РАН</i> Еременко И.Л. (г. Москва)	<i>акад. РАН</i> Синяшин О.Г. (г. Казань)
<i>проф.</i> Захаров А.Г. (г. Иваново)	<i>проф.</i> Тимофеев В.С. (г. Москва)
<i>акад. РАН</i> Монаков Ю.Б. (г. Уфа)	<i>член-корр. РААСН</i> Федосов С.В. (г. Иваново)
<i>член-корр. РАН</i> Новаков И.А. (г. Волгоград)	

Издание Ивановского государственного химико-технологического университета, 2010

Адрес редакции: 153000, г. Иваново, пр. Фридриха Энгельса, 7, тел. 8(4932)32-73-07, E-mail: ivkkt@isuct.ru,
<http://CTJ.isuct.ru>

Редактор: Н.Ю. Спиридонова
Англ. перевод: В.В. Рыбкин
Компьютерная верстка: А.С. Манукян

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства
в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-24169 от 20 апреля 2006 г.

Журнал включен в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук»

Журнал издается при содействии Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова

Подписано в печать 31.05.2010. Формат бумаги 60x84 ¹/₈.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 12,6. Усл. кр.-отт. 18,34. Учетно-изд. л. 15,12. Тираж 450 экз. Заказ 704.

Отпечатано с диапозитивов в ОАО «Ивановская областная типография». 153008, г. Иваново, ул. Типографская, 6.

Подписка: ОАО Агентство «РОСПЕЧАТЬ» (подписной индекс 70381),
ООО «Научная электронная библиотека» (www.e-library.ru).

©Изв. вузов. Химия и химическая технология, 2010

УДК 541.182.642:541.64

В.В. Вольхин, А.Л. Жарныльская, Д.А. Казаков, Г.В. Леонтьева

СИНТЕЗ И СТАБИЛИЗАЦИЯ НАНОРАЗМЕРНОЙ ТЕТРАГОНАЛЬНОЙ МОДИФИКАЦИИ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ В АЛЮМООКСИДНОЙ МАТРИЦЕ

(Пермский государственный технический университет)

e-mail: vvv@purec.pstu.ac.ru

Определены условия синтеза оксигидроксида циркония при гидролизе $ZrOCl_2$, способного кристаллизоваться при нагревании ($\approx 400^\circ\text{C}$) с образованием фазы $t\text{-ZrO}_2$. На основе золь-гелей $g\text{-AlOOH}$ и ZrO_2 с помощью золь-гель-процесса получен алюмооксидный гель с гомогенным распределением в нем наночастиц ZrO_2 . Подтверждена возможность стабилизации наночастиц чистой (недопированной) фазы $t\text{-ZrO}_2$ в алюмооксидной матрице во всей исследованной области температур прокаливания образцов композитов вплоть до 1350°C .

Ключевые слова: наночастицы, диоксид циркония, тетрагональная модификация, стабилизация, алюмооксидная матрица, золь-гель-процесс, продукты термической обработки

Одним из направлений нанохимии является материалосинтетическое [1]. Нанохимия позволяет создать керамические материалы нового поколения с принципиально иными характеристиками «структура – свойства» [2]. Из числа керамических материалов особый интерес представляет керамика ЗТА (zirconia-toughened alumina) – дисперсно-упроченный композит системы $Al_2O_3\text{-}ZrO_2$, содержание ZrO_2 в котором составляет 5–45 мас. % [3]. Прочность и вязкость разрушения керамики существенно возрастают за счет диспергирования ультрадисперсных частиц $t\text{-ZrO}_2$ (тетрагональная модификация) в алюмооксидной матрице [3–4]. Однако решение проблемы упрочения алюмооксидной керамики усложняется по причине неустойчивости $t\text{-ZrO}_2$ при комнатной температуре (и вплоть до 1170°C). С целью стабилизации $t\text{-ZrO}_2$ проводят его допирование с помощью Y, Ce, Mg или других химических элементов [4–5]. На основе достижений нанохимии открывается возможность стабилизации наночастиц чистой (недопированной) фазы $t\text{-ZrO}_2$ в составе ЗТА [6–7].

Трудности возникают при выборе условий синтеза заданной кристаллической модификации ZrO_2 . Продукты гидролиза $ZrOCl_2$ выделяются в рентгеноаморфном состоянии, а оформление кристаллической структуры той или иной модификации ZrO_2 происходит при последующем нагревании материала. Для повышения устойчивости метастабильной модификации $t\text{-ZrO}_2$ имеет значение

уменьшение размеров ее частиц [8] и, особенно, достижение ими наноразмерного масштаба [9]. Верхний критический размер зерен $t\text{-ZrO}_2$ около 30 нм. Для стабилизации $t\text{-ZrO}_2$ в форме наночастиц необходимо ограничить также возможность их агломерации при нагревании.

В данной работе поставлена задача изучить возможность синтеза и стабилизации частиц чистой (недопированной) наноразмерной фазы $t\text{-ZrO}_2$ в алюмооксидной матрице при температурах вплоть до 1350°C . Для получения высокоомогенного материала системы $Al_2O_3\text{-}ZrO_2$ применен неорганический вариант золь-гель-синтеза.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Образцы материалов для исследования получали гидролизом водных растворов 0,1 М $AlCl_3$ и $ZrOCl_2$. Гидролиз $AlCl_3$ и $ZrOCl_2$ проводили раздельно, что позволило, независимо друг от друга, выбирать условия получения каждого из компонентов композита. Для получения оксигидроксида алюминия в раствор $AlCl_3$ при температуре $90\text{--}100^\circ\text{C}$ и интенсивном перемешивании вводили концентрированный раствор NH_3 . Условия гидролиза $ZrOCl_2$ существенно варьируются в работах разных исследователей. В соответствии с задачей синтеза $t\text{-ZrO}_2$ и с учетом результатов ранее выполненных исследований [9–11], нами был уточнен выбор концентраций водных растворов NH_3 и конечных значений pH при гидролизе $ZrOCl_2$.