

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Ордена Трудового Красного Знамени Института химии силикатов  
им. И.В. Гребенщикова

# XXI Молодежная научная конференция «Функциональные Материалы: Синтез, Свойства, Применение»,

посвященная 75-летию юбилею Института химии силикатов  
им. И.В. Гребенщикова (с международным участием)

Сборник тезисов



5-7 декабря 2023 г.  
г. Санкт-Петербург

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Ордена Трудового Красного Знамени  
Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова

XXI Молодежная научная конференция  
**«Функциональные материалы:  
Синтез, Свойства, Применение»**,  
посвященная 75-летнему юбилею  
Института химии силикатов им. И.В. Гребенщикова  
(с международным участием)

**Сборник тезисов докладов**

5 – 7 декабря 2023 г.  
г. Санкт-Петербург

**УДК  
ББК  
Д22**

XXI Молодежная научная конференция «Функциональные материалы: Синтез, Свойства, Применение», посвященная 75-летию юбилею Института химии силикатов им. И.В. Гребенщикова (с международным участием): Тезисы докладов конференции, г. Санкт-Петербург, 5–7 декабря 2023 г. – СПб: ООО «Издательство «ЛЕМА», 2023. – 254 с.

**ISBN 978-5-00105-875**

В сборнике представлены тезисы докладов XXI Молодежной научной конференции «Функциональные материалы: Синтез, Свойства, Применение», посвященной 75-летию юбилею Института химии силикатов им. И.В. Гребенщикова (с международным участием).

Сборник может быть полезен для ученых, инженеров, технологов, преподавателей, аспирантов и студентов, деятельность которых связана с химическим синтезом и исследованием свойств функциональных материалов, стекол, неорганических и органо-неорганических и покрытий.

Издание осуществлено с оригинала, подготовленного Институтом химии силикатов им. И.В. Гребенщикова на основе MS Word файлов, представленных авторами докладов. Техническое редактирование касалось только ошибок, обусловленных дефектами подготовки исходных файлов.

**ISBN 978-5-00105-875**

Увеличение содержания диоксида титана до 90 мол. % приводит к сохранению основной кристаллической фазы перовскита  $ZrTiO_4$ , а также к появлению фазы полиморфной модификации  $TiO_2$ - рутила (рис.1б).

Методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии определен качественный и количественный состав рассматриваемых образцов керамики. На спектрах синтезированных образцов керамики обнаружены характеристические линии титана и циркония, посторонних элементов не выявлено. Результаты количественного состава образцов керамики на основе системы  $TiO_2$ - $ZrO_2$  приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты рентгенофлуоресцентного анализа синтезированных образцов системы  $TiO_2$ - $ZrO_2$ .

Соотношение $TiO_2:ZrO_2$ по синтезу, мол. %	Соотношение $TiO_2:ZrO_2$ по анализу, мол. %	
	$TiO_2$	$ZrO_2$
50:50	43±6	57±6
90:10	86 ±4	14±5

Методом сканирующей электронной микроскопии исследована поверхность образцов. На поверхности были обнаружены кристаллиты различной геометрической формы. На картах распределения элементов по поверхности рассматриваемых образцов установлена равномерность распределения элементов.

Таким образом установлено, что твердофазный метод синтеза образцов керамики на основе системы  $TiO_2$ - $ZrO_2$  с прокаливанием при температуре 1723 К в течение 25 часов позволяет получить хорошо окристаллизованные образцы. Показано, что при увеличении количества диоксида титана в исследуемой системе в образцах помимо основной фазы ромбического перовскита кристаллизуется дополнительная фаза рутила.

1. Rani R., Shamim M.K., Maudez W., Wagner E., et al. «Structural and dielectric investigation of thermal treated  $TiO_2/ZrO_2$  composite thin films grown by chemical beam vapor deposition» // Thin Solid Films. 2023. Vol. 778. P. 139883.

2. Василевская А.К., Альмяшева О.В. «Особенности фазообразования в системе  $TiO_2$ - $ZrO_2$  в гидротермальных условиях» // Наносистемы: физика, химия, математика. 2012. Т. 3. № 4. С. 75-81.

*Настоящее исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ согласно проекту №23-13-00254.*

### **СЛОИСТЫЕ ДВОЙНЫЕ ГИДРОКСИДЫ МАГНИЯ И АЛЮМИНИЯ: СИНТЕЗ, ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ И СОРБЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Рашитова К.И., Герасимов С.А., Бобрышева Н.П., Осмоловский М.Г., Осмоловская О.М.

*Институт химии СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия*

rashitovaki@gmail.com

Недостаточно очищенные промышленные сточные воды, содержащие ионы таких токсичных тяжёлых металлов, как Cu, Co, Ni, Fe и Cr, приводят к ухудшению экологического состояния естественных водоёмов и снижению качества питьевой воды. В настоящее время для удаления ионов этих металлов из сточных вод используются методы химического осаждения с последующей фильтрацией, мембранные технологии и ионный обмен. Однако указанные методы являются дорогостоящими, либо показывают низкую эффективность при низких концентрациях катионов. Поэтому перспективной альтернативой им становится использование недорогих и высокоэффективных сорбентов для выделения ионов.

Слоистые двойные гидроксиды (СДГ) — класс неорганических соединений с общей формулой  $[M^{2+}_{1-x}M^{3+}_x(OH)_2]_x^+(A^{n-})_{x/n} \cdot mH_2O$ , где  $M^{2+}$  и  $M^{3+}$  - двухвалентные и трехвалентные ионы металлов образующие бруситоподобные слои, а  $A^{n-}$  межслоевые анионы, компенсирующие заряд

положительно заряженных слоёв. СДГ имеют широкий спектр применений, который расширяется с каждым годом. Это связано с разнообразием их составов, доступной ценой, простотой синтеза и способностью легко перестраивать структуру. Одна из перспективных областей использования СДГ – в качестве сорбентов органических молекул и неорганических ионов. Преимуществом данных сорбентов является то, что процесс сорбции идёт не на их поверхности, а в межслоевом пространстве, что приводит к возможности использования частиц более крупных размеров, по сравнению с наночастицами. Это в свою очередь положительно влияет на лёгкость выделения сорбентов при реальном применении в промышленных масштабах.

Данная работа посвящена созданию новых сорбентов для  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ . Для этого было получено и охарактеризовано три образца слоистых двойных гидроксидов  $\text{MgAl}$ ,  $\text{CuMgAl}$  и  $\text{CrMgAl}$ . Синтез проводили методом соосаждения в щелочной среде, после чего осадок подвергали старению, а далее промывали и сушили. С помощью метода рентгенофазового анализа доказали, что все образцы представляют собой кристаллические фазы гидроталькита  $\text{Mg}_2\text{Al}(\text{OH})_7$ . Показано, что введение допантов с большим по сравнению с замещаемым ионом радиусом приводит к увеличению расстояния между слоями. На ИК-спектрах зафиксированы пики, характерные для СДГ, содержащих в межслоевом пространстве  $\text{NO}_3^-$ . На основании данных сканирующей электронной микроскопии с EDX картами распределения элементов и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии было продемонстрировано равномерное распределение допанта в структуре образцов. Образцы представляют собой чешуйки, сгруппированные в крупные образования.

Были изучены сорбционные характеристики полученных и охарактеризованных образцов слоистых двойных гидроксидов  $\text{Mg}$  и  $\text{Al}$  против ионов тяжёлых металлов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ . Исследовано влияние таких параметров, как природа и концентрация сорбируемых ионов, pH и температура среды, а также длительность процесса. Выбраны оптимальные условия проведения сорбции.

*Автор работы выражает благодарность Ресурсным центрам СПбГУ:  
«Рентгенодифракционные методы исследования», «Нанотехнологии», «Методы анализа состава  
вещества» и «Физические методы исследования поверхности».*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИСПАРЕНИЯ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИСТЕМЫ $\text{BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$**

Репин Д.А.<sup>1,2</sup>, Шугуров С.М.<sup>1,2</sup>, Лопатин С.И.<sup>1,2</sup>, Балабанова Е.А.<sup>1</sup>, Тюрнина З.Г.<sup>1</sup>, Тюрнина Н.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия  
st110665@student.spbu.ru

Керамические и стеклообразные материалы на основе системы  $\text{BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  обладают целым рядом специфичных свойств: высокой механической прочностью, высокотемпературной стабильностью и химической инертностью. Использование данных материалов при повышенных температурах приводит к селективному испарению более летучих компонентов системы, необратимому изменению конкретных свойств и, как следствие, потерей материалом своих эксплуатационных характеристик [1].

К настоящему моменту исследования высокотемпературного поведения и термодинамических свойств данной системы немногочисленны в связи с экспериментальными сложностями, возникающими при высокотемпературных исследованиях. Поэтому проведённая работа представляется актуальной. Совокупность данных о механических свойствах, процессах парообразования и термодинамических свойствах может быть использована для оптимизации процессов синтеза и последующих создания и эксплуатации материалов на основе системы  $\text{BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ .

Синтез образцов системы осуществлялся керамическим методом. (Время обжига 12 часов, температура обжига 1250 °С). Определение термодинамических характеристик системы