

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАВЛЕННЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СТЕКОЛ, ПОЛУЧЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДА

А. В. Семченко¹, В. В. Ткаченко², М. В. Заморянская³, В. В. Сидский¹

¹Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
Республика Беларусь, *alina@gsu.by*;

²Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси,
Республика Беларусь, *tkach@newman.bas-net.by*;

³Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе РАН,
Российская Федерация, *zam@mail.ioffe.ru*

Расширение сферы применения ионизирующих излучений, включая медицинскую диагностику и терапию, системы радиационного неразрушающего контроля, атомную энергетику, определяет потребность в материалах для детектирования ионизирующего излучения, совершенствования их свойств, увеличения чувствительности, быстродействия, разрешающей способности, разработки новых материалов с заданными характеристиками [1–3]. Стекла, активированные редкоземельными ионами (РЗИ), могут служить альтернативой сцинтилляционным кристаллам, т. к. обладают интенсивной люминесценцией, хорошей растворимостью для РЗИ, возможностью модификации физико-химических свойств в широком диапазоне за счет изменения состава стеклообразующих компонентов, относительно низкой стоимостью и др. [4–5]. Стекла обладают рядом очевидных преимуществ, к которым относятся существенно более низкие температуры синтеза, низкая стоимость основных компонентов, простота формовки изделий заданной формы, возможность выращивания стекол больших размеров. В связи с этим разработка сцинтилляторов на основе стекол остается перспективной задачей.

Для сцинтилляционных материалов важной характеристикой является не только эффективность сцинтилляционного процесса, напрямую связанная с механизмами диссипации поглощенной энергии в материале, но и стойкость стекол к воздействию высокоэнергетического излучения. Люминесцентные детекторы сцинтилляционного типа, работающие в режиме реального времени, и запоминающие детекторы термoluminesцентного типа широко применяются в комплексах и системах радиационного и радиоэкологического мониторинга для обнаружения делящихся и радиоактивных веществ; в системах контроля в аэропортах, метрополитене; в медицинской и специальной технике и т.д. С учетом высокой энергии излучения воздействия детекторы должны иметь высокую стойкость к высокоэнергетическому излучению и малое время отклика.

Люминесцентное стекло, активированное ионами РЗИ, является перспективным материалом для создания дозиметров, сцинтилляторов, используемых в таких областях как детектирование излучения высоких энергий и рентгенография. Боросиликатные стекла обладают хорошими физико-химическими и эксплуатационными свойствами, имеют достаточно низкую температуру плавления и являются негигроскопичными, что делает их еще более интересными для изучения. Выбор состава матрицы стекла и концентрации редкоземельного иона важен в этом случае и является важным фактором для повышения интенсивности люминесценции стекла. Разработка оптимальных составов стекол, подбор катионов-модификаторов с целью улучшения физико-химических свойств стекла также представляют немаловажную задачу. В настоящее время для регистрации излучения необходимо ориентироваться на кремниевые фотоприемники, которые успешно выпускаются отечественным производителем (ОАО «ИНТЕГРАЛ»), которые обладают фоточувствительностью в «красном» диапазоне. По этой причине в качестве иона-активатора оправдано введение иона Eu^{3+} , основные полосы люминесценции которого находятся в этом диапазоне. Однако введение легирующих добавок и варьирование состава стекла приведет к изменению температуры его формирования. Так как температура формирования радиационно-стойких стекол является высокой, целесообразным представляется провести математическое моделирование процессов формирования и расчет

температур плавления многокомпонентных стекол. В качестве методов расчета температурных свойств других составов алюмоборосиликатных стекол в интервале значений вязкости $10^9 - 10^{14}$ Па·с, соответствующего переходу из твердого в пластическое наряду с методом Гельгофа-Томаса использовалось регрессионное уравнение [6]. Установлено, что с некоторыми правками в регрессионном уравнении данные из статьи [6] можно использовать для расчета температурных свойств других составов алюмоборосиликатных стекол.

Список литературы

1. Валиев Д. Т. Люминесцентные свойства боросиликатного стекла, легированного церием / Д. Т. Валиев [и др.] // Физика твёрдого тела. – 2019. – Т. 61, №10. – С. 1879–1883.
2. Jose A. Color tunable luminescence characteristics and energy transfer analysis of $\text{Dy}^{3+}/\text{Sm}^{3+}$ co-doped multicomponent borosilicate glasses / A. Jose [et. al.] // Scripta Materialia. – 2021. – Vol. 203. – P. 114088.
3. Malchukova E. Spectroscopic properties and luminescence decay behavior of pristine and β – irradiated Sm-doped borosilicate glasses / E. Malchukova, B. Boizot // J. of Luminescence. – 2021. – Vol. 229, – P. 117662.
4. Zhang F. et al. Adjusting photoluminescence of high thermostability $\text{Dy}^{3+}/\text{Eu}^{3+}$ co-doped borosilicate glass for white LED device //Ceramics International. – 2024. – Т. 50. – №. 19. – С. 35557-35567.
5. Sivaranjani, V., Deepa, P., Murugesan, P. *et al.* A review article: Luminescence features of rare earths-activated glass systems for w-LED applications. *emergent mater.* (2025). <https://doi.org/10.1007/s42247-025-01079-8>.
6. И. А. Левицкий и др. «Расчет вязкости многокомпонентных боросиликатных стекол» / Труды БГТУ. Серия III. Выпуск XVIII. 2010. С.47-50.

ПРЕВРАЩЕНИЯ ДИОКСИДА ЦЕРИЯ ВО ФТОРИД-СОДЕРЖАЩЕЙ СРЕДЕ В ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

А. Д. Филиппова, А. Е. Баранчиков, В. К. Иванов

*Институт общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова РАН,
Российская Федерация, arifilipova@yandex.ru*

Наноматериалы на основе диоксида церия являются перспективным компонентом биологически активных препаратов, обладающих выраженной антиоксидантной активностью, регенерирующим и УФ-протекторным действием. Природа биологического действия нанокристаллического диоксида церия может быть связана с наличием у CeO_2 энзимоподобной активности, которая зависит от химического состава среды и может значительно изменяться в присутствии фосфат- и фторид-ионов [1, 2]. В частности, взаимодействие нанокристаллического диоксида церия с фосфатами в гидротермальных условиях приводит к формированию кристаллических двойных ортофосфатов церия(IV) [3].

Целью настоящей работы является анализ химического поведения диоксида церия в присутствии фторид-ионов в гидротермальных условиях. В качестве объектов исследования были выбраны золи диоксида церия, стабилизированные цитратом аммония в мольных соотношениях лиганд: CeO_2 0:1, 0.4:1, 1:1. Исследование поведения диоксида церия во фторид-содержащей среде проводили путем гидротермальной обработки цитрат-стабилизированных зольей диоксида церия в водном растворе фторида аммония при 120°C в течение суток, мольное соотношение $\text{CeO}_2:\text{NH}_4\text{F}$ составило 1:5. Во всех случаях были получены твердофазные продукты, состав которых определяли с помощью рентгенофазового анализа, растровой