

3. Polyarylene sulfide melt blown fibers and products: pat. US 6,110,589 / C. F. Harwood, I. Wasserman, Th. C. Gsell, G. Head. – Publ. date 29.08.2000.

4. Polyarylene sulfide resin compositions: pat. US 6,762,229 B2 / N. Nishihata, M. Tada, H. Sato, K. Ohuchi. – Publ. date 13.07.2004.

**К. Д. Данильченко¹, А. А. Маевский¹, А. В. Семченко¹, В. В. Сидский¹,
О. И. Тюленкова¹, В. А. Кравец², М. В. Загорянская²**

¹Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,

²Физико-технический институт имени А. Ф. Иоффе Российской академии наук,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СИНТЕЗ И СВОЙСТВА РАДИАЦИОННО-СТОЙКИХ БОРОСИЛИКАТНЫХ СТЕКОЛ, АКТИВИРОВАННЫХ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ИОНАМИ

Введение. Для приборов специального назначения требуются не обычные, а радиационно-стойкие оптические стекла, т. е. стекла, способные сохранять высокую пропускающую способность в видимой области спектра в условиях их облучения ионизирующим излучением. Поэтому продолжается поиск новых составов боросиликатных оксидных стекол пригодных для сцинтилляционных применений и, в частности, применений, где стекло подвергается непрерывному облучению потоком электронов [1].

Преимущества данных золь-гель стекол заключаются в простоте изготовления, низкой стоимости производства, возможности изменять состав в широком диапазоне. Тем не менее, большинство составов имеют низкую эффективность выхода люминесценции в стеклах, поэтому требуют корректировки состава и поиска способов увеличения выхода люминесценции.

Целью данного исследования был синтез образцов боросиликатного стекла, легированного различным содержанием Eu^{3+} , и изучение свойств стекла, включая поведение при облучении электронным пучком. Полученные результаты должны способствовать разработке боросиликатного стекла с высокой устойчивостью к облучению [2].

1. Подготовка составов и получение сцинтилляционных стекол. Золь-гель методом были получены новые составы стекол, эффективных в качестве сцинтилляционного материала. Для синтеза стеклокерамических материалов была выбрана матрица на основе соединений натрия и бора, характеризующаяся низкой температурой синтеза (900–1 200 °С). В матрицу добавили соединения иттрия, ниобия и тербия в определенных молярных соотношениях. В результате экспериментов, используя реагенты с чистотой не менее 99 %, были изготовлены две серии боросиликатного стекла с добавлением европия следующих составов:

1. Серия Si-Al-Eu состава $22\text{B}_2\text{O}_3 - 40\text{SiO}_2 - 6\text{Al}_2\text{O}_3 - 16\text{Na}_2\text{O} - 5\text{CaO} + \text{Eu}_2\text{O}_3$ (0,2–1,4) мол.% (Т синтеза = 1 470 °С).

Для получения образцов в нужных пропорциях смешивались борный оксид, диоксид кремния, оксид алюминия, оксиды натрия и кальция с добавлением оксида европия. Смесь помещалась в керамический тигель и подвергалась термической обработке.

2. Серия Si-Bi-Eu состава $30\text{B}_2\text{O}_3 - 30\text{SiO}_2 - 7\text{Al}_2\text{O}_3 - 5\text{Bi}_2\text{O}_3 - 17\text{MO}$ (где $\text{M}=\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Zn}$) + Eu_2O_3 (0,4–7,1) мол.% (Т синтеза = 1 180 °С).

Для получения образцов использовались борный оксид, диоксид кремния, оксид алюминия, оксид висмута и оксиды бария, стронция или цинка, а также оксид европия. Все компоненты смешивались в заданных пропорциях и подвергались термической обработке для получения стеклокерамического материала.

Термическая обработка в обеих сериях проводилась в муфельной печи с контролем температуры и времени для достижения необходимых свойств материалов.

2. Полученные результаты и их обсуждение. Рисунок 1 показывает, что кроме полос Eu в спектрах наблюдается широкая полоса дефицита кислорода (в силикатах), а при возбуждении 405 нм зарегистрирован эффект самопоглощения Eu излучения матрицы. Также было зарегистрировано два времени затухания в диапазоне излучения Eu^{3+} , а максимальная интенсивность $\sim 0,6$ мол.% Eu_2O_3 (концентрационное тушение).

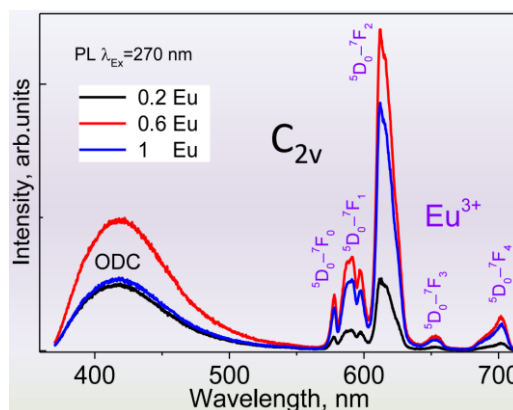


Рисунок 1 – Фотолюминесценция образцов серии Si-Al-Eu

Рисунок 2 показывает, что концентрационное тушение наблюдается при концентрации Eu_2O_3 более 2,7 мол.%. Это подтверждается резким изменением времени затухания люминесценции перехода $5D_0-7F_2$.

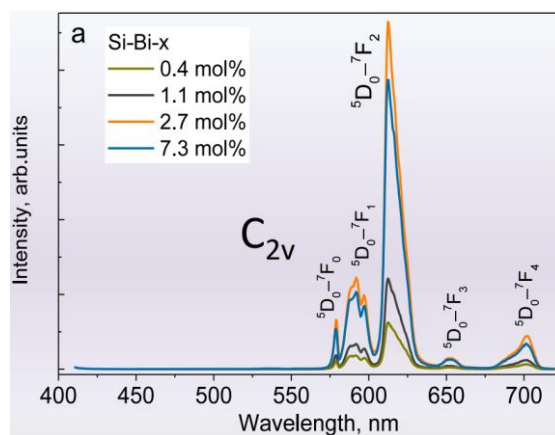


Рисунок 2 – Фотолюминесценция образцов серии Si-Bi-Eu

Заключение. Показаны результаты фотолюминесцентных характеристик полученных образцов сцинтилляционных материалов. Для образцов серии Si-Al-Eu максимальная интенсивность времени затухания зарегистрирована при концентрации европия (Eu) около 0,6 мол.%. Это указывает на оптимальное соотношение активатора, при котором достигается максимальная эффективность фотолюминесценции, что является важным показателем для применения в различных оптоэлектронных устройствах и сцинтилляторах.

В то же время, для образцов серии Si-Bi-Eu наблюдается явление концентрационного тушения при концентрации Eu более 2,7 мол.%. Это означает, что при увеличении содержания активатора выше определенного порога происходит снижение световой отдачи, что может быть связано с эффектами переноса энергии между ионами европия, а также с увеличением вероятности нерационального рассеяния энергии. Понимание этих

процессов критически важно для оптимизации состава материалов и их свойств. Благодаря своим фотолюминесцентным свойствам, данные материалы могут быть использованы в освещении, например, в светодиодах, а также в различных оптоэлектронных устройствах, таких как лазеры и фотодетекторы. Исследования в этой области продолжаются, и дальнейшие оптимизации состава и технологии синтеза могут привести к созданию новых, более эффективных материалов с уникальными оптическими свойствами.

Литература

1. Synthesis, optical and cathodoluminescent properties of borosilicate glass doped with Eu^{3+} / V. A. Kravets [et al.] // J. Non-Cryst. Solids. – 2023. – Vol. 619 – P. 122558.
2. Synthesis of Scintillating Sodium Boron Glass-Ceramic Materials Containing YNbO_4 : Tb^{3+} Crystallites / M. I. Moskvichyov [et al.] // International Conference on Global Research and Education. – Singapore: Springer Singapore, 2021. – С. 237–242.

**Н. А. Каланда¹, М. В. Ярмолич¹, А. В. Петров¹, А. В. Семченко²,
А. С. Дорошкевич³, А. И. Кругляк³, Р. Ш. Исаев³**

¹НПЦ НАН Беларуси по материаловедению,

г. Минск, Республика Беларусь,

²Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,

г. Гомель, Республика Беларусь,

³Объединенный институт ядерных исследований,

г. Дубна, Российская Федерация

ОСОБЕННОСТИ КИСЛОРОДНОГО ОБМЕНА И РАДИАЦИОННО-СТИМУЛИРОВАННАЯ ДИФФУЗИЯ КИСЛОРОДА В СТРУКТУРЕ СЛОЖНОГО МЕТАЛЛОКСИДНОГО СОЕДИНЕНИЯ

Введение. Процесс оксидирования $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ существенно отличается для монокристаллов, плотных текстурированных и пористых изотропных материалов. Например, после отжига поликристаллического образца $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ с плотностью равной $4,4 \text{ г/см}^3$ при 723 К и давлении кислорода $p_{\text{O}_2} = 10^5 \text{ Па}$ в течение 15 часов получены следующие сверхпроводящие параметры: $T_c \cong 91 \text{ К}$, $\Delta T \cong 0,5 \text{ К}$ с коэффициентом нестехиометрии $\delta \cong 0,1$. Следует отметить, что, несмотря на многочисленные публикации на эту тему [1, 2], особенности процессов взаимодействия кислорода с плотной керамикой $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ изучены недостаточно. Это не позволяет эффективно проводить синтез сверхпроводящего купрата иттрия-бария с оптимальным содержанием и упорядочением ионов кислорода в цепочечных слоях CuO_x .

Известно, что, в процессе облучения, физико-химические свойства высокотемпературного сверхпроводящего соединения $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ претерпевают существенные изменения, вследствие возникновения различного рода радиационных дефектов, изменяющих концентрацию, подвижность и время жизни носителей заряда. Радиационное воздействие, и, в частности, облучение гамма-квантами, способствует перераспределению анионов в цепочечных слоях CuO_x и стимулирует процессы сорбции-десорбции кислорода [3]. Поэтому, изучение особенностей взаимодействия кислорода газовой фазы с плотным облученным и необлученным купратом иттрия-бария, в различных термодинамических условиях, должно позволить найти пути оптимального насыщения и упорядочения кислорода в анионной подрешетке $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$.

Методика эксперимента. В качестве исходных реагентов при приготовлении шихты использовались оксиды Y_2O_3 , BaO и CuO марки «О.С.Ч.». Плотная ($\rho \sim 6,1 \text{ г/см}^3$) керамика $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (образец № 1) синтезировалась в два этапа. На первом этапе осуществлялся отжиг смеси прекурсоров состава $\text{Y}_2\text{Cu}_2\text{O}_5 + 4\text{BaCuO}_2$ при температуре 1223 К в течение