

## ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА YSZ КЕРАМИКИ АКТИВИРОВАННОЙ ЕВРОПИЕМ

П.Д. Жвакина

Научный руководитель: доцент, к.ф.-м.н. С.А. Степанов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [zhvakinapd@gmail.ru](mailto:zhvakinapd@gmail.ru)

## PHOTOLUMINESCENT PROPERTIES OF YSZ CERAMICS ACTIVATED BY EUROPIUM

P.D. Zhvakina

Scientific Supervisor: Associate Professor, Ph.D. S.A. Stepanov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: [zhvakinapd@gmail.ru](mailto:zhvakinapd@gmail.ru)

**Abstract.** *In the present study in search of optimal conditions for the synthesis by the method of spark-plasma sintering of YSZ ceramics with REE dopants in various concentrations, in order to achieve a complex of the best optical-luminescent properties, a series of samples synthesized under similar conditions with variations in atmospheric annealing temperatures from 700°C to 1300°C were investigated. Photoluminescence and photoexcitation of ceramic samples were measured at room temperature using a fluorescence spectrophotometer using a 150 W Xe lamp as an excitation source.*

*From the photoluminescence spectra of YSZ ceramics with REE dopants, we can conclude that in samples subjected to atmospheric annealing at 700 ° C in the region of 450 nm there is an intense intrinsic luminescence of zirconium dioxide, and in samples subjected to atmospheric annealing at 1100 ° C in the region of 600 nm there is a characteristic emission band of europium ion. From the photoexcitation spectra of YSZ ceramics with REE dopants, it can be noted that in samples subjected to atmospheric annealing at 1300 ° C, the maximum luminescence intensity is observed, also the maximum luminescence intensity is mainly observed in the sample with a REE content (Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) of 0.5 mass%.*

**Введение.** Керамика, легированная Eu<sup>3+</sup>, в последние годы изучалась как излучающий материал, используемый в качестве сцинтилляционных материалов в медицинских приборах [1,2]. Однако, оптические характеристики редкоземельных ионов определяются главным образом основными материалами-хозяевами [3]. Один из основных материалов, который сочетает в себе такие преимущества как отличная химическая стабильность, высокая теплопроводность и относительно низкая энергия фононов [4–6], является керамика Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Люминесцентные свойства ZrO<sub>2</sub>, легированного ионами редкоземельных металлов, изучались рядом исследователей [7]. Катион иттрия, добавленный к ZrO<sub>2</sub> для стабилизации тетрагональной и кубической фазы, может влиять на люминесценцию редкоземельных ионов.

На данный момент более изучены центры люминесценции в монокристаллах или порошках стабилизированного оксида циркония. Люминесценция ZrO<sub>2</sub> стабилизированного иттрием в поликристаллическом состоянии изучена слабо.

**Экспериментальная часть.** В рамках формирования оптимальных условий синтеза методом СПС керамических YSZ образцов с допантами РЗЭ в различных концентрациях с целью достижения комплекса наилучших опико-люминесцентных свойств были исследованы серии образцов синтезированных в аналогичных условиях при вариации температур атмосферного отжига 700 – 1300 °С. Был использован коммерческий гранулированный нанопорошок иттрий стабилизированного диоксида циркония марки TZ-10YS (TOSOH, Япония). Доля стабилизатора  $Y_2O_3$  составляла 10 мол.%. Изготовление керамики осуществлялось на установке SPS-515S (Syntex Inc., Япония). В качестве допанта был использован оксида европия  $Eu_2O_3$  (Неваторг, Россия). В результате спекания были получены керамические образцы цилиндрической формы, высотой 2 мм, диаметром 14 мм. Измерение фотолюминесценции и фотовозбуждения образцов проводили при комнатной температуре с помощью флуоресцентного спектрофотометра Agilent Cary Eclipse с использованием Хе лампы 150 Вт в качестве источника возбуждения (спектральный диапазон 190-1100 нм).

**Результаты.** Результаты исследования фотолюминесценции серии образцов YSZ керамики отожженных при 700 – 1300 °С представлены на рис. 1-3. Сложный состав спектра фотолюминесценции свидетельствует в пользу богатого дефектного состава.

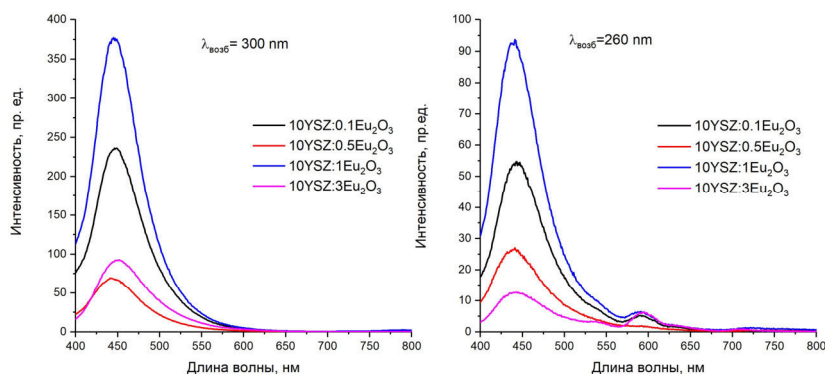


Рис. 1. Спектры фотолюминесценции образцов YSZ керамики (длина волны возбуждения 260 нм и 300 нм) с различным содержанием  $Eu_2O_3$  после атмосферного отжига при 700°C

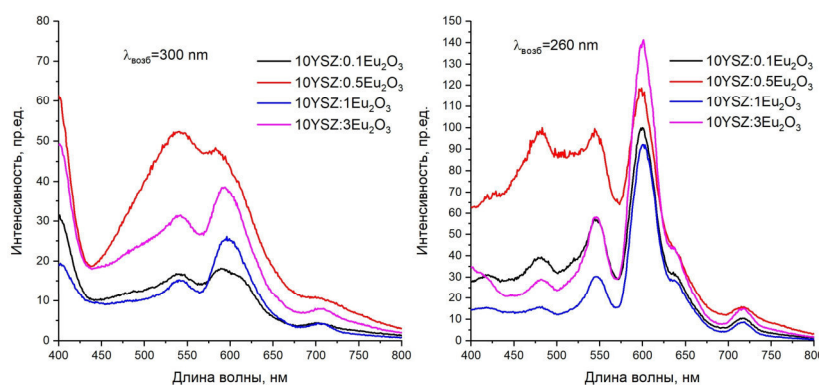


Рис.2. Спектры фотолюминесценции образцов YSZ керамики (длина волны возбуждения 260 нм и 300 нм) с различным содержанием  $Eu_2O_3$  после атмосферного отжига при 1100 °С

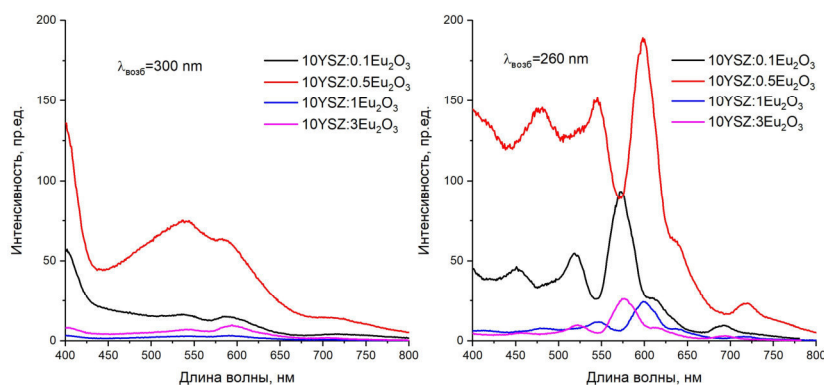


Рис.3. Спектры фотолюминесценции образцов YSZ керамики (длина волны возбуждения 260 нм и 300 нм) с различным содержанием  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  после атмосферного отжига при 1300 °С

**Заключение.** В результате исследования фотолюминесцентных свойств образцов YSZ керамики, активированной европием при вариации температур атмосферного отжига и содержания РЗЭ, можно сделать вывод, что в образцах, подвергавшихся атмосферному отжигу при температуре 700 °С наблюдается интенсивное собственное свечение диоксида циркония, в то время как в образцах, с температурой атмосферного отжига 1100 °С наблюдается характерная полоса свечения  $\text{Eu}^{3+}$ .

Для образцов, подвергавшихся атмосферному отжигу при температуре 1300 °С наблюдается максимальная интенсивность люминесценции. Таким образом для получения наилучших фотолюминесцентных свойств для каждой длины возбуждения температуру атмосферного отжига необходимо варьировать.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект № 17-13-01233.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kostler W., Winnacker A., Rossner W. Effect of Pr-codoping on the X-ray induced afterglow of  $(\text{Y,Gd})_2\text{O}_3:\text{Eu}$  // J. Phys. Chem. Solids. – 1995. – V. 56. – P. 907–913.
2. Kim Y.K., Kim H.K., Cho G., Kim D.K. Effect of yttria substitution on the light output of  $(\text{Gd,Y})_2\text{O}_3:\text{Eu}$  ceramic scintillator // Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. B. – 2004. – V. 225. – P. 392–396.
3. Lu Q., Yang Q.H., Yuan Y., Jiang C., Wang Y.G. Fabrication and luminescence properties of  $\text{Er}^{3+}$  doped yttrium lanthanum oxide transparent ceramics // Ceram. Int. – 2014. – V. 40. – P. 7367–7372.
4. Yi G.S., Sun B.Q., Yang F.Z., Chen D.P., Zhou Y.X., Cheng J. Synthesis and characterization of high-efficiency nanocrystal up-conversion phosphors: ytterbium and erbium co-doped lanthanum molybdate // Chem. Mater. – 2002. – V. 14. – P. 2910–2914.
5. Silver J., Martinez-Rubio M.I., Ireland T.G., Fern G.R., Withnall R. The effect of particle morphology and crystallite size on the upconversion luminescence properties of erbium and ytterbium co-doped yttrium oxide phosphors // J. Phys. Chem. B. – 2001. – V.105. – P. 948–953.
6. Hirai T., Orikoshi T., Komasa I. Preparation of  $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Yb, Er}$  infrared-to-visible conversion phosphor fine particles using an emulsion liquid membrane system // Chem. Mater. – 2002. – V. 14. – P. 210–211.
7. Smits K., Grigorjeva L., Millers D., Sarakovskis A., Opalinska A., Fidelus J. D., Lojkowski W. Europium doped zirconia luminescence // Optical Materials. – 2010. – V. 32. – P. 827–831.