

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРОШКОВ ОКСИДА ИТТРИЯ, АКТИВИРОВАННОГО ИОНАМИ ТЕРБИЯ $Y_2O_3 : Tb^{3+}$ (ЗЕЛЕНый ЛЮМИНОФОР)

О. В. Давыдова, Н. Е. Дробышевская, В. Н. Шиленкова

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель О. В. Давыдова

Введение. Оксидные люминофоры в последнее десятилетие привлекают повышенное внимание ученых и разработчиков оптических и оптоэлектронных приборов различных классов и назначений. Они применяются в конструкциях плоских автоэмиссионных экранов (Field Emission Display – FED), экранах цветного телевидения высокого разрешения, для маркировки и контроля товаров и продуктов [1].

Оксид иттрия является подходящей матрицей для введения легирующих ионов ввиду наличия большой ширины запрещенной зоны (5.8 эВ), высокого значения диэлектрической проницаемости, высокой термической и химической стабильности, а также прозрачности для видимого излучения. Производится в форме белого порошка (плотность равна $5,046 \text{ г/см}^3$) с $T_{пл} = 2417 \text{ }^\circ\text{C}$ или бесцветных диамагнитных кристаллов [2].

Экспериментальная часть. Для получения наноструктурированных порошков оксида иттрия с эффектом люминесценции в зеленой области спектра $Y_2O_3 : Tb^{3+}$ проводили процесс термохимического синтеза (горения) солей $Y(NO_3)_3$ и $Tb(NO_3)_3$ с использованием смеси карбамида и гексаметилентетрамина (ГМТА) при температуре поджига $350 \text{ }^\circ\text{C}$ и температуре прокаливания $650 \text{ }^\circ\text{C}$ (1 ч) в муфельной печи в условиях слабоокислительной среды.

Изучены структурные, морфологические и спектрально-люминесцентные характеристики порошков $Y_2O_3 : Tb^{3+}$.

Из рассмотрения СЭМ-изображений полученных порошков (рис. 1) можно видеть, что образцы представляют собой рыхлые образования в виде агломератов неправильной формы с поперечными размерами до 200 мкм с разветвленной поверхностью, пронизанные сквозными порами. Агломерированные порошки легко разрушаются небольшими механическими усилиями, хорошо диспергируются в водно-спиртовых средах, органических лаках и расплавах полимеров.

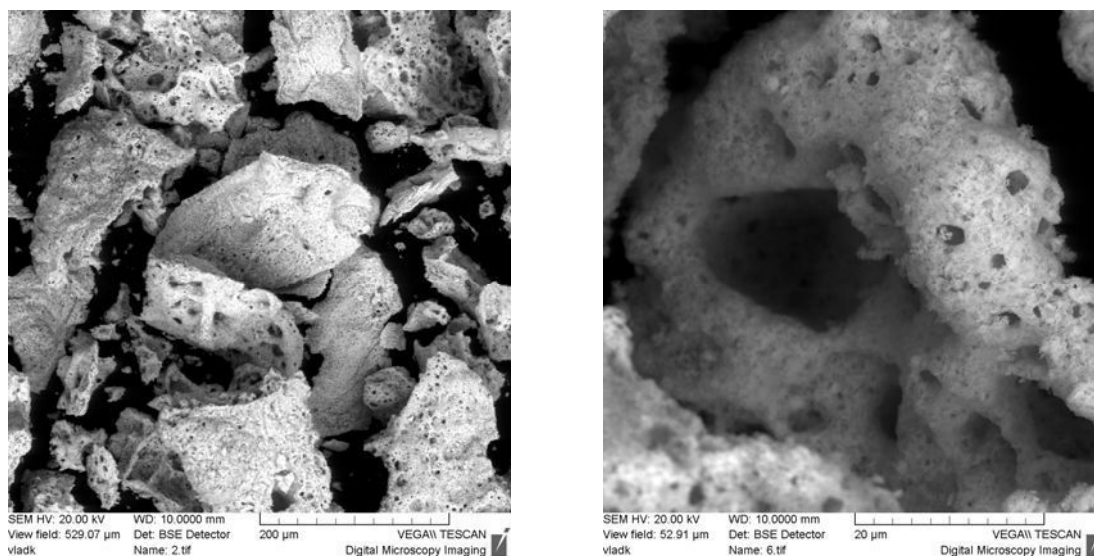


Рис. 1. СЭМ-изображение образцов $Y_2O_3 : Tb$, полученных горением азотнокислых солей в смеси карбамида и ГМТА при различном увеличении

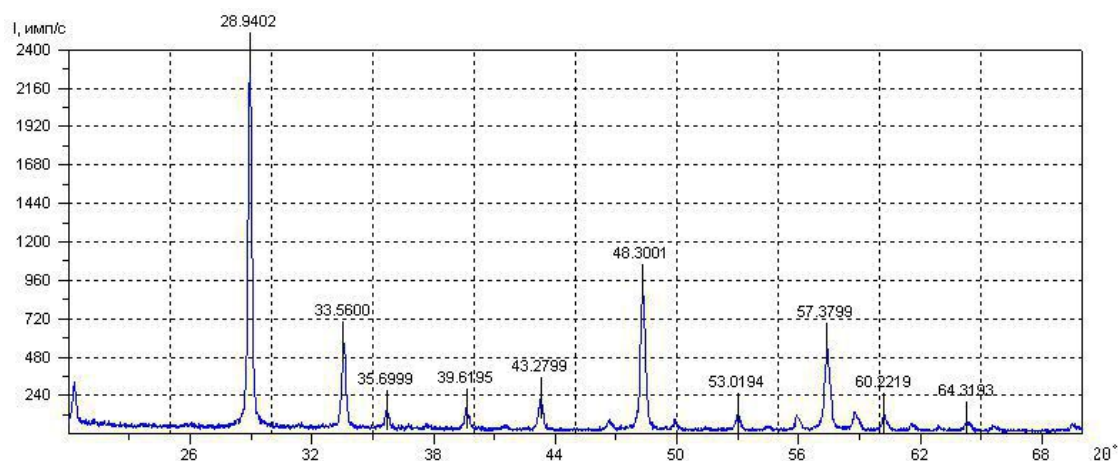


Рис. 2. Дифрактограмма образцов $Y_2O_3 : Tb^{3+}$, полученных при горении в карбамиде и ГМТА с прокаливанием прекурсора при температуре $650\text{ }^{\circ}C$

Рентгенофазовый анализ образцов $Y_2O_3 : Tb^{3+}$, проведенный после прокаливания прекурсора, полученного при горении в карбамиде и ГМТА при температуре $650\text{ }^{\circ}C$, подтвердил наличие кристаллической монофазы оксида иттрия в соответствии с данными каталога JCPDS–1996 (карточка № 43-1036) (рис. 2). Других фаз в составе полученных образцов не обнаружено.

Анализ спектров люминесценции $Y_2O_3 : Tb^{3+}$ выявил сложную картину мультиполосной люминесценции, обусловленной взаимодействием кристаллического поля решетки Y_2O_3 и возбужденных состояний основного мультиплета иона Tb^{3+} . При фотовозбуждении на $\lambda_{возб} = 305\text{ нм}$ наблюдались четыре наиболее интенсивные группы линий: в сине-зеленой (479,2–506,2 нм); зеленой (537,0–563,4 нм); желто-оранжевой (577,9–599,3 нм) и оранжево-красной (614,8–636,7 нм) областях спектра излучения (рис. 3). Самый интенсивный пик принадлежит полосе 544 нм, обуслов-

ливающей визуально наблюдаемый зеленый цвет люминесценции. Рост интенсивности люминесценции в три раза (рис. 4) при обжиге образцов при высоких температурах на воздухе (при нагреве от 700 до 1100 °С) связан, скорее всего, с удалением с поверхности агрегатов адсорбированных газовых примесей (диссоциированных термолитом кислородосодержащих газов: N_2O , CO_2 , CO), формируемых в ходе горения, на поверхности пор в агломератах, а также гидроксильных групп, также оказывающих тушащее воздействие.

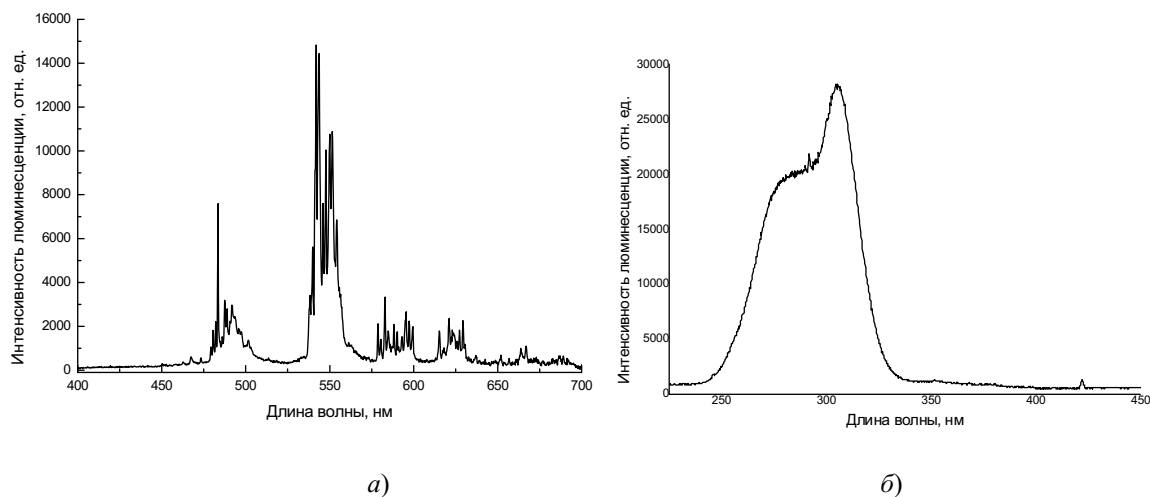


Рис. 3. Спектр возбуждения (а) и спектр люминесценции $Y_2O_3 : Tb^{3+}$ (б) образцов, полученных при горении в карбамиде и ГМТА при температуре 650 °С

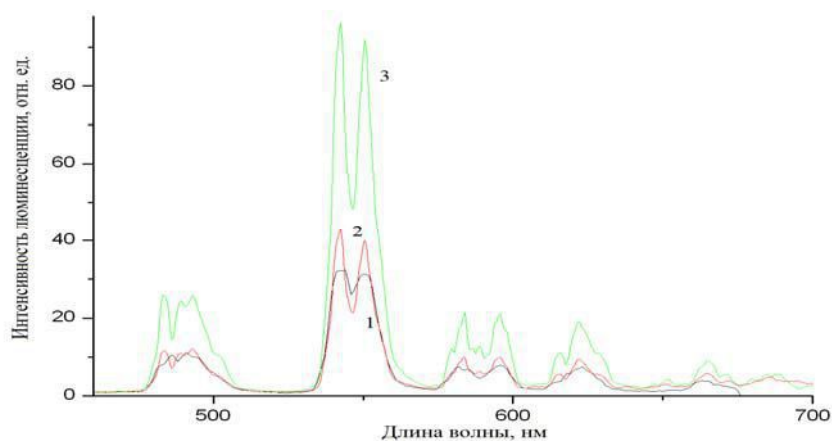


Рис. 4. Спектр люминесценции $Y_2O_3 : Tb^{3+}$ в зависимости от температуры прокаливания: 1 – 700 °С; 2 – 900 °С; 3 – 1100 °С

Заключение. На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Проведен термохимический синтез наноструктурированных порошков $Y_2O_3 : Tb^{3+}$ одностадийным методом в условиях окисления-восстановления азотно-кислых солей иттрия и тербия в присутствии смеси карбамида с ГМТА в качестве горючего для получения люминофора зеленого цвета излучения.

2. Измерение спектров фотолюминесценции выявило наиболее интенсивные группы линий в сине-зеленой ($\lambda = 479,2\text{--}506,2$ нм), зеленой ($\lambda = 537,0\text{--}563,4$ нм) областях спектра, обуславливающих визуальное наблюдение излучения зеленого цвета при возбуждении на длине волны 305 нм.

3. Полученные порошки $Y_2O_3 : Tb^{3+}$ могут быть использованы в цветных дисплеях различного типа.

Л и т е р а т у р а

1. Подденежный, Е. Н. Классификация способов получения ультрадисперсных оксидных порошков / Е. Н. Подденежный, А. А. Бойко // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2003. – № 1. – С. 21–28.
2. Minh, L. Q. Luminescent nanomaterials / L. Q. Minh // Journal of Nanomaterials. – 2007. – Article ID 48312. – Mode of access: <http://www.hindawi.com/journals/jnm/2007/048312/abs/>. – Date of access: 07.08.12.