**Кальцийфосфатный люминофор, активированный редкоземельными ионами**

***Мальцев С.А., Петракова Н.В., Комлев В.С.***

*Аспирант, 3 года обучения*

*Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, Москва, Россия*

*E-mail: sergmaltsev97@mail.ru*

Современное биоматериаловедение нуждается в создании высокоэффективных люминесцентных материалов для неинвазивной диагностики процессов репарации дефектов костной ткани в реальном времени. Наиболее перспективным видится люминофор, способный излучать в биологических окнах прозрачности, которые находятся в БИК-диапазонах длин волн. Выбор в качестве матрицы трикальцийфосфата β-модификации (β-ТКФ) обусловлен биосовместимостью, высокой изоморфной ёмкостью и физико-химической стабильностью [1]. Для генерации излучения в БИК-области спектра имеет смысл активировать матрицу ионами эрбия (Er3+), обладающими способностью люминесцировать в видимой (486, 520, 550 и 655 нм) и БИК-областях спектра (1550 нм). В то же время ионы иттербия (Yb3+)имеют лишь один излучательный переход при 980 нм и при этом имеют высокую эффективность передачи энергии другим редкоземельным ионам (РЗИ). Совместное допирование матрицы ТКФ ионами Er3+ и Yb3+ потенциально даёт возможность усилить видимое излучение Er3+ благодаря трансферу возбуждения от Yb3+ [2].

Целью работы являлось получение и исследование порошков ТКФ, допированных Yb и Er, с возможностью испускать излучение в БИК-диапазоне. Количество допантов варьировали от 0.5 до 25 мол. % относительно атомов Са в ТКФ (Ca3(PO4)2) с целью проследить влияние концентрации на фазовый состав, структурные особенности и фотолюминесцентные свойства синтезированных материалов. Получены одноактивированные (ТКФ:Er, ТКФ:Yb) и двуактивированные (ТКФ:Er,Yb) материалы. Синтез ТКФ проводили методом осаждения из растворов нитратов металлов и гидрофосфата аммония. Полученный осадок высушивали в сушильном шкафу, после чего прокаливали в печи при температуре 1000 и 1300 °С для получения хорошо закристаллизованной фазы β-ТКФ и разложения кальцидефицитного гидроксиапатита (ГА).

Дифрактограммы порошков после синтеза характеризуются присутствием наноразмерного нестехиометрического ГА с содержанием аморфной фазы. После термообработки при 1000 °С порошки представляют собой β-ТКФ с примесью ГА (до 10-15 %), что подтверждается ИК-спектроскопией. Термообработка при 1300 °С приводит к снижению содержания примеси ГА (до 1-5%) или полному ее отсутствию. В составах, содержащих Er выше 5 мол. %, выявлено незначительное содержание Er2O3. Во всем ряду составов, с увеличением концентрации допанта материалы демонстрируют стабилизацию низкотемпературной фазы β-ТКФ (беспримесный ТКФ выше 1250 °С претерпевает фазовый переход до моноклинной α-модификации), что может служить подтверждением успешного включения РЗИ в позиции Са2+. Методом фотолюминесцентной спектроскопии получены спектры стоксового излучения для образцов ТКФ:Yb, имеющие интенсивный пик в диапазоне 970-980 нм. Образцы ТКФ:Er демонстрируют низкоинтенсивное видимое свечение. Образцы ТКФ:Er,Yb характеризуются антистоксовым излучением с повышенной интенсивностью в видимом спектре.

*Исследование проведено при финансовой поддержке гранта РНФ № 23-63-10056.*

**Литература**

1. F. Chen et al. Multifunctional Eu3+/Gd3+ dual-doped calcium phosphate vesicle-like nanospheres for sustained drug release and imaging // Biomaterials. 2012. Vol. 33. P. 6447-6455.

2. Марьина У.А., Воробьев В.А., Марьин А.П. Синтез системы CaSnO3:Yb3+,Er3+,Но3+ и исследование ее люминесцентных свойств при ИК−возбуждении // Изв. вузов. Мат. электр. тех, 2017. Т. 20. №1. C. 45-50.