

МОРФОЛОГИЯ И СТРУКТУРА ЛЮМИНОФОРОВ ТИПА СДЛ

А.Т. Тулегенова, Цзюй Янян, С.А. Степанов

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. В.М. Лисицын
Томский политехнический университет, Томск, Россия

Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Люминофоры на основе иттрий-алюминиевых гранатов (ИАГ), активированных трехвалентным церием: $Y_3Al_5O_{12}: Ce^{3+}$ (YAG:Ce), являются перспективными материалами для преобразования УФ и синего излучения чипа в видимое в светодиодах [1–3]. Эффективность преобразования излучения чипа люминофором определяется не только составом, но и технологией синтеза люминофора. Несмотря на то, что технологии синтеза люминофоров достаточно хорошо отработаны, наблюдается большой разброс в характеристиках синтезированных люминофоров. Настоящая работа посвящена изучению морфологии и структуры люминофоров типа СДЛ, синтезированных по одной технологии, но в разное время.

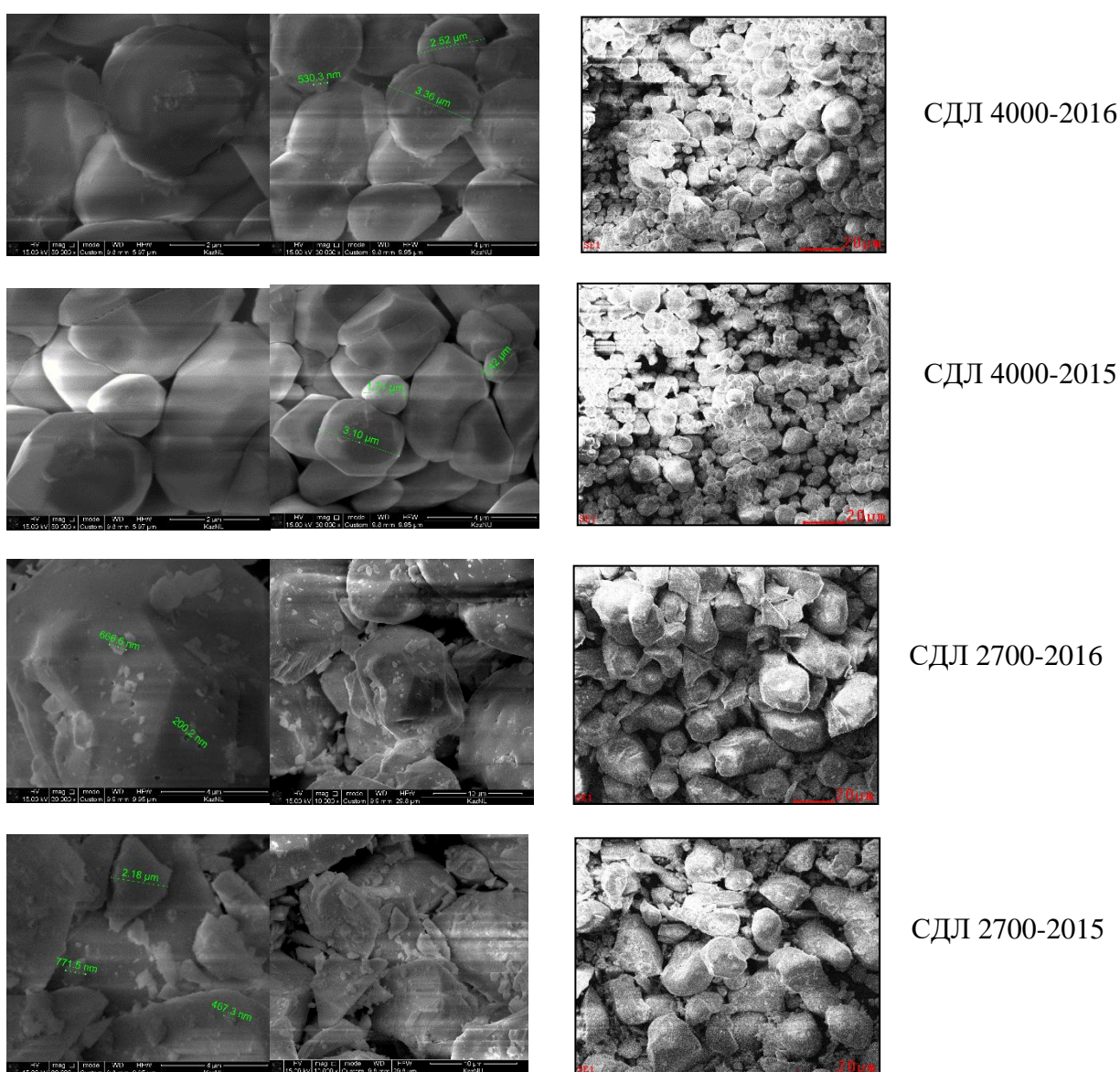


Рис.1 Микроснимки образцов СДЛ 4000 и 2700, синтезированных в 2015 и в 2016 гг.

Для исследований использовались промышленные люминофоры СДЛ4000, СДЛ2700, СДЛ3500, синтезированные во ФГУП «НИИ ПЛАТАН» в 2015 и 2016 гг. Элементный состав образцов измерялся

на установке ESCALAB 250 в Цилинском университете и представлен в таблице 1. Морфология образцов изучалась с помощью электронного микроскопа Quanta3D 200i в КазНУ им Эль Фараби, Алмата, Казахстан. Структура люминофоров была идентифицирована с помощью рентгеновской дифракции (XRD) на рентгеновских дифрактометрах ДРОН-7 Буревестник в КазНУ им.аль-Фараби и Rigaku в Цилинском университете.

Как показали проведенные нами исследования люминофоры СДЛ2700 и СДЛ3500 имели в своем составе Gd и Ce. Люминофоры СДЛ4000 не содержали Gd и Ce в достаточном для обнаружения количестве. Элементный состав однотипных люминофоров, синтезированных в разные годы различается.

На рис.1 приведены микрофотографии образцов люминофоров СДЛ 4000 и СДЛ 2700, синтезированных в разные годы.

Выделяются следующие различия в морфологии частиц люминофоров. Все люминофоры СДЛ 4000 состоят из частиц, максимальные размеры которых не превышают 20 мкм. В люминофоре СДЛ 2700 многие частицы имеют размеры более 20 мкм, в СДЛ 3500 – около 20 мкм. Крупные частицы составляют большую часть объема в СДЛ2700 и 3500, меньшую – в СДЛ 4000. Мелкие частицы имеют микронные и субмикронные размеры.

Обращает на себя внимание следующее. Частицы люминофора СДЛ 4000-2015 имеют вид чистых гранул, ограниченных плоскостями. Гранулы люминофора СДЛ 4000-2016 имеют более скругленную форму и покрыты паутинкой не вошедшего в частицы состава шихты. В люминофорах СДЛ 3500-2015 наблюдается множество не сформировавшихся в кристаллы частиц и мелких частиц субмикронных размеров. В СДЛ 3500-2016 такие частицы имеют вид плавней, не имеющих характерной для кристаллов огранки. Частицы люминофоров СДЛ 2700 имеют вид гранул с тенденцией к формированию огранки. Все крупные частицы покрыты мелкими, похожими на осколки, формирующимися частицами, размеры которых колеблются от 200 нм до единиц микрон.

Были изучены рентгенограммы исследованных люминофоров. Обнаружено, что положение дифракционных пиков всех исследованных люминофоров в основном соответствует положению пиков кристаллической фазы кристалла ИАГ по литературным данным. Исследованные ИАГ люминофоры состоят из частиц с очень хорошей степенью кристалличности. Есть некоторые отличия в интенсивностях и положениях отдельных пиков, обусловленных разницей соотношения элементов в составе основы и концентрации активатора.

Таким образом, синтезированные в разное время люминофоры заметно различаются по составу, морфологии, структуре. Различие объясняется только возможными малыми отклонениями в технологии синтеза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аладов А.В., Васильева Е.Д., Закгейм А.Л., Иткинсон Г. В., Лундин В.В., Мизеров М.Н., Устинов В.М., Цацульников А.Ф./ О современных мощных светодиодах и их светотехническом применении// Светотехника.- 2010, -№ 3.- Стр. 8-16.
2. Qinglin Sai, Zhiwei Zhao, Changtai Xia, Xiaodong Xu, Feng Wu, Juding Di, Lulu Wang. Ce-doped Al₂O₃-YAG eutectic and its application for LEDs//Optical Materials. - 2013.- 35.- P.2155–2159.
3. Лисицын В.М., Абдуллин Х.А., Степанов С.А., Ваганов В.А., Тулегенова А.Т. Спектральные характеристики люминесценции промышленных ИАГ люминофоров// Известия вузов. Физика.- 2016.- Т. 59.- № 9/2, С. 164-168.