

# СИНТЕЗ, КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА КУБИЧЕСКОЙ И МОНОКЛИННОЙ МОДИФИКАЦИЙ ОКСИДА ГАДОЛИНИЯ

Машковцев М.А., Кузнецова Ю.А., Касимова Р.Е., Ткаченко Д.О., Зацепин А.Ф.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [maxftf@yandex.ru](mailto:maxftf@yandex.ru)

## SYNTHESIS, CRYSTAL STRUCTURE AND LUMINESCENT PROPERTIES OF CUBIC AND MONOCLINIC PHASES OF GADOLINIUM OXIDE

Mashkovcev M.A. \*, Kuznetsova Yu.A., Kasimova R.E.,  
Tkachenko, D.O., Zatsepin A.F.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The study focuses on the synthesis and investigation of the structure and optical properties of cubic and monoclinic modifications of gadolinium oxide. The single-phased cubic and monoclinic gadolinium oxides were obtained by different methods. The phase composition, the size of the region of coherent scattering, particle morphology, specific surface area and luminescent properties of synthesized samples were determined. The influence of crystal structure type on formation of optical parameters was established.

Функциональные материалы на основе оксидов редкоземельных элементов представляют интерес в качестве преобразователей электромагнитного излучения для устройств нанофотоники, оптоэлектроники, альтернативной энергетики. Особенности кристаллической структуры (фазовый состав, симметрия кристаллической решетки, дефектность) определяют механизмы и эффективность конверсионных процессов в указанных материалах. Основная задача настоящей работы состоит в установлении влияния типа кристаллической структуры на формирование оптических свойств оксида гадолиния.

Синтез кубической модификации  $Gd_2O_3$  проводили путем осаждения гидроксида из водно-спиртового раствора нитрата гадолиния при помощи водного раствора аммиака с последующей сушкой и обжигом осадка при температуре  $1000^{\circ}C$  в течение 2 часов. Моноклинная модификация  $Gd_2O_3$  получена методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) при использовании аминокислотной кислоты в качестве топлива [1]. Исследование физико-химических свойств материалов проводили методами рентгенофазового анализа, низкотемпературной адсорбции азота и электронной микроскопии. Спектры люминесценции и возбуждения люминесценции получены при помощи спектрометра PerkinElmerLS 55.

Установлено, что за счет высокой температуры процесса синтеза и высоких скоростей охлаждения частиц метод СВС позволяет получить моноклинную структуру  $Gd_2O_3$  (рис. 1, а), стабильную при комнатной температуре. с содержанием кубической структуры не более 5%. Высокая температура синтеза приводит к формированию слабоагрегированных малопористых частиц с размером ОКР около 60 нм. При использовании метода осаждения в водно-спиртовой среде получены слабоагрегированные высокопористые частицы  $Gd_2O_3$  с кубической структурой без примеси моноклинной фазы (рис. 1, б) с удельной поверхностью около  $30 \text{ м}^2/\text{г}$  и размером ОКР 50 нм.

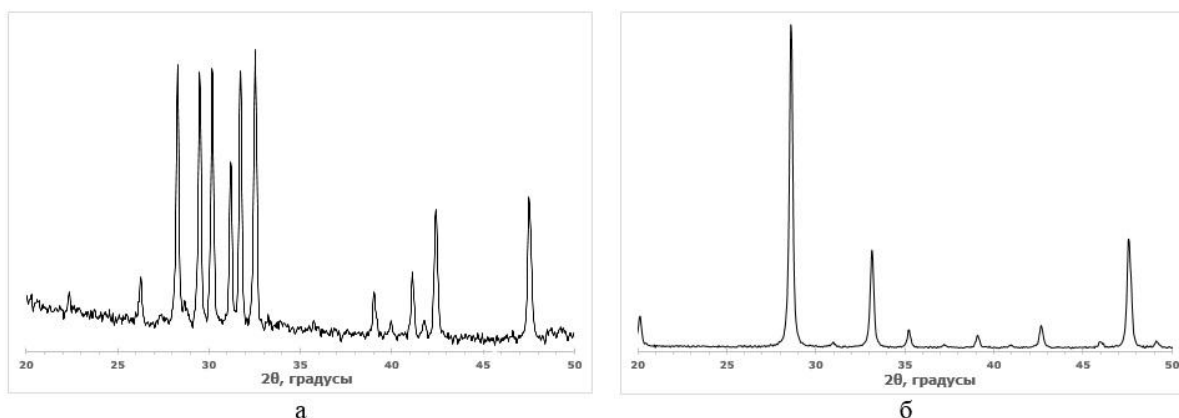


Рис. 1. Рентгенограммы образцов: а – полученного метода самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, б – полученного методом осаждения.

В спектрах фотолюминесценции кубической модификации  $Gd_2O_3$  обнаружены полосы 367, 385 и 480 нм. Возбуждение указанных полос наиболее эффективно при 220 нм, что соответствует межзонным переходам в матрице. Кроме того, выявлены слабые полосы возбуждения при 245, 275 и 315 нм, которые могут быть приписаны оптическим  $4f-4f$  переходам в ионе  $Gd^{3+}$ . Свечение в области ближнего УФ, вероятнее всего, обусловлено наличием оптически-активных собственных дефектов анионной подрешетки ( $F$ -центров). Данные спектроскопических исследований указывают на реализацию процессов передачи энергии от дефектных ионов  $Gd^{3+}$  к люминесцирующим кислородно-дефицитным центрам. Спектры люминесценции моноклинной модификации  $Gd_2O_3$  не претерпевают качественных изменений, однако, интенсивность всех полос оказывается большей примерно в 6 раз. Данный факт свидетельствует о повышенной эффективности конверсионных процессов в низкосимметричной кристаллической структуре  $Gd_2O_3$ .

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственного задания №3.1485.2017/ПЧ.*