

В данной работе исследовано взаимодействие фторида скандия и фторидов щелочных металлов (Li, Na, K, Rb, Cs) при различном соотношении исходных компонентов. Эксперименты выполняли при нормальном давлении в атмосфере аргона при 400–600 °С. Продолжительность синтеза составляла 100 ч. Состав и структура образующихся соединений очень сильно зависят от условий проведения синтеза. Рентгенофазовый анализ (РФА) продуктов реакций показал образование следующих соединений:

- система LiF–ScF₃: Li₃ScF₆;
- система NaF–ScF₃: Na₃ScF₆, NaScF₄;
- система KF–ScF₃: K₃ScF₆, KSc₂F₇;
- система RbF–ScF₃: Rb₃ScF₆, RbScF₄;
- система CsF–ScF₃: Cs₃ScF₆, CsScF₄.

На основании данных РФА были определены структурные параметры полученных фторскандиатов щелочных металлов.

ЛАЗЕРНЫЙ СИНТЕЗ НАНОПОРОШКА Fe:MgAl₂O₄

Наумова М.С.^{1*}, Платонов В.В.²

¹⁾ Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

²⁾ Институт электрофизики УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

*E-mail: naumova.marya@mail.ru

LASER SYNTHESIS OF NANOPOWDERS Fe:MgAl₂O₄

Naumova M.S.^{1*}, Platonov V.V.²

¹⁾ Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

²⁾ Institute of Electrophysics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

The work describes a synthesis process of magnesium aluminium spinel nanopowder obtained by laser evaporation method and doped with iron ions, as well as analysis of the final powder.

Одно из актуальных применений нанопорошков – изготовление лазерных керамик, прозрачность которых близка к монокристаллам. Преимуществом нанокерамик является возможность введения больших концентраций активных центров, а также равномерное распределение их по объёму. Например, если использовать в лазерах с активными центрами в виде ионов Fe²⁺ [1,2] керамику из шпинели MgAl₂O₄, можно получить высокую мощность излучения.

Нанопорошки, получаемые методом лазерного испарения [3, 4], являются химически чистыми и слабо агломерированными, что важно для синтеза лазерных керамик. Метод заключается в испарении вещества мощным лазерным излучением с последующей конденсацией в потоке газа и образованием наночастиц. В данной работе исследовался синтез нанопорошка $Fe:MgAl_2O_4$ с помощью волоконного иттербиевого лазера.

Смесь с изначальным составом ($1,65 mol. \% Fe_2O_3:MgO$): $1,3Al_2O_3$. была спрессована и спечена на воздухе при $1400^\circ C$ в мишень. Испарение проводилось импульсами излучения лазера ЛС-07-Н (длина волны $1,07 \mu m$, мощность $600 W$). Длительность импульсов – $280 \mu s$, скважность – 2. Мишень устанавливалась в перетяжку пучка с диаметром $430 \mu m$, плотность мощности излучения составила $0,41 MW/cm^2$. Для поддержания этих параметров мишень по мере испарения поднималась вверх. За счёт движения мишени лазерный луч перемещался по ней со скоростью $76 cm/s$.

Производительность получения нанопорошка составила $2,7 g/ч$, выход порошка $19 мас. \%$. Удельная поверхность оказалась равна $104 m^2/g$. Рентгенофазовый анализ показал, что в нанопорошке присутствуют 4 фазы: шпинель $MgAl_2O_4$ – $67 мас. \%$ (ОКР $8,8 nm$), $\gamma-Al_2O_3$ – $25 мас. \%$ (ОКР $13 nm$), MgO – $5 мас. \%$ (ОКР $4,8 nm$) и Fe_3O_4 – $3 мас. \%$ (ОКР $2,3 nm$). Многофазность объясняется слишком быстрым остыванием испарённых частиц. Предполагается, что полное фазовое превращение произойдёт при спекании керамики.

Элементный анализ выявил увеличение доли атомов железа и алюминия в нанопорошке относительно мишени (на $0,18$ и $2,95 at. \%$) и уменьшение доли магния на $3,13 at. \%$. Причиной этого являются меньшие температуры плавления оксидов железа и алюминия ($1565^\circ C$ и $2050^\circ C$) по сравнению с оксидом магния ($2850^\circ C$), что приводит к повышению их концентраций в паре и, следовательно, в порошке.

Таким образом, был синтезирован нанопорошок $3,3at. \% Fe:MgAl_2O_4$, имеющий сложный фазовый состав. Причинами низкой производительности, вероятно, являются высокая прозрачность материала мишени для излучения и малый коэффициент его преломления. Авторы выражают благодарность Медведеву А.И., Дёминой Т.М. и Лисиенко Д.Г. за проведение анализов порошка.

1. Великанов С.Д., Зарецкий Н.А., Зотов Е.А., Казанцев С.Ю. и др., Квантовая электроника, 1, 11 (2016).
2. Великанов С. Д., Дормидонов А. Е., Зарецкий Н. А., Казанцев С. Ю. и др., Квантовая электроника, 9, 769 (2016).
3. Лисенков В.В., Осипов В.В., Платонов В.В., ЖТФ, 83, 78 (2013).
4. Осипов В.В., Лисенков В.В., Платонов В.В., Орлов А. Н. и др., ЖТФ, 84, 97 (2014).