

Наличие куркумина в составе порошка крахмала определяли по спектрам люминесценции (зеленый цвет) в сравнении с излучением от спиртового раствора куркумина при возбуждении излучения на длине волны 440 нм (рис.3).

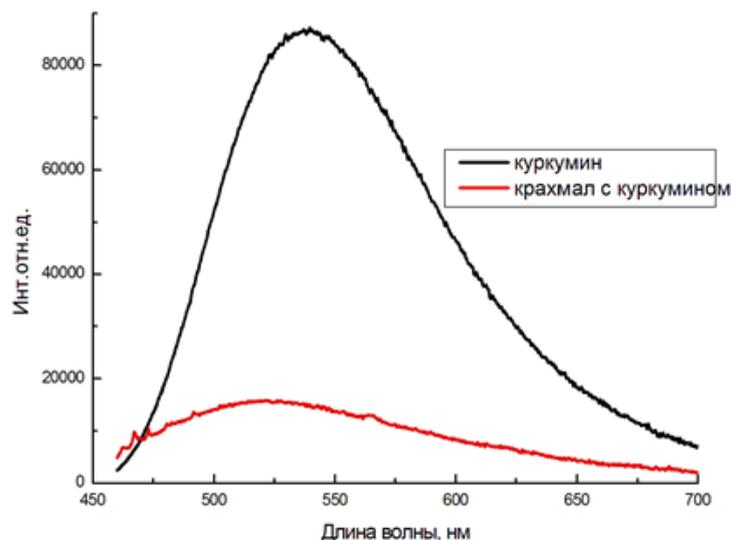


Рис. 3. Спектр люминесценции спиртового раствора куркумина (верхняя кривая) и ультрадисперсного порошка крахмала с куркумином, λ возб. = 440 нм.

1. Nitta S. K. and Numata K. Biopolymer-based nanoparticles for drug, gene delivery and tissue engineering // International Journal of Molecular Sciences. 2013. V. 14. P. 1629–1654.

2. Suh Cem Pang, Soon Hiang Tay, and Suk Fun Chin. Facile Synthesis of Curcumin-Loaded Starch-Maleate Nanoparticles // Journal of Nanomaterials. 2014. Article ID 824025, 7 p. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/8240253>.

СИНТЕЗ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ ИТТРИЙ-АЛЮМИНИЕВОГО ГРАНАТА, ЛЕГИРОВАННОГО ЦЕРИЕМ, МЕТОДОМ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ-ГОРЕНИЕ

Подденежный Е.Н., Павленок А.В., Давыдова О.В., Бойко А.А., Дробышевская Н.Е.
Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого, Гомель, Беларусь
e-mail: podd-evgen@yandex.ru

Светодиодное освещение базируется на эпитаксиальной структуре GaN-на-сапфире, генерирующей синее излучение. Для получения белого цвета кристаллическая структура покрывается желтым люминофором, чаще всего, на основе иттрий-алюминиевого граната, в виде затвердевающего компаунда [1]. Синтез оксидных люминофоров, основанный на термохимических процессах горения азотнокислых солей в различных органических соединениях (термохимический синтез) привлекателен ввиду своей простоты, низкой стоимости, а также возможности применения для инициирования реакций как термической, так и СВЧ-энергии, однако изучен недостаточно [2]. С учетом вышеизложенного, разработка новых вариантов синтеза иттрий-алюминиевого граната, легированного церием, основанных на процессах золь-гель-горения, имеет важное научное и практическое значение.

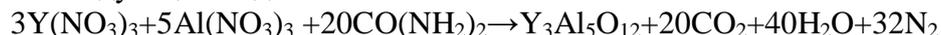
Метод термохимического синтеза $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ путем горения в азотсодержащих соединениях отличается тем, что после формирования геля из золя азотнокислых солей, карбамида и гексаметилентетрамина (ГМТА) в термошкафу при 80 - 120 °С, термостойкий сосуд, закрытый алюминиевой фольгой с отверстиями для выхода газов, ставится в муфельную печь, нагретую до температуры 350 °С (рис. 1).



Рис. 1. Схема термохимического синтеза наноструктурированных порошков иттрий-алюминиевого граната, легированного ионами церия.

В сосуде проходит бурная химическая реакция окисления-восстановления, инициируемая ГМТА, температура в зоне реакции повышается до 1200 – 1300 °С. Далее, после снижения температуры прекурсор выдерживается при 650 °С в течение 1 часа. За время выдержки удаляются остаточные молекулы воды, выгорают органические остатки и после остывания извлекается пенообразный губчатый продукт ярко желтого цвета. Он легко разрушается до отдельных агрегатов. Полученные крупные частицы подвергаются размолу в ступке или шаровой планетарной мельнице [3].

Суммарная реакция синтеза граната для безводных солей и карбамида в качестве горючего имеет следующий вид:



Удельная поверхность порошков $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ при прокаливании от 650 до 1100 °С составляет 0,6 - 0,7 м²/г, а размер агрегированных частиц находится в диапазоне 0,98–1,56 мкм. Данные РФА (дифрактометр ДРОН-7) подтверждают, что в процессе термохимической реакции формируется основная кристаллическая фаза – иттрий-алюминиевый гранат $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$, пространственной группы Ia3d, кубической сингонии (карточка PDF № 33-40 по каталогу JCPDS – 1996), а незначительный пик на 34,2138° принадлежит примесной фазе иттрий-алюминиевого перовскита – YAlO_3 (карточка PDF № 16-219), которая, по-видимому, формируется при недостатке ионов кислорода в закрытом фольгой сосуде (рис. 2).

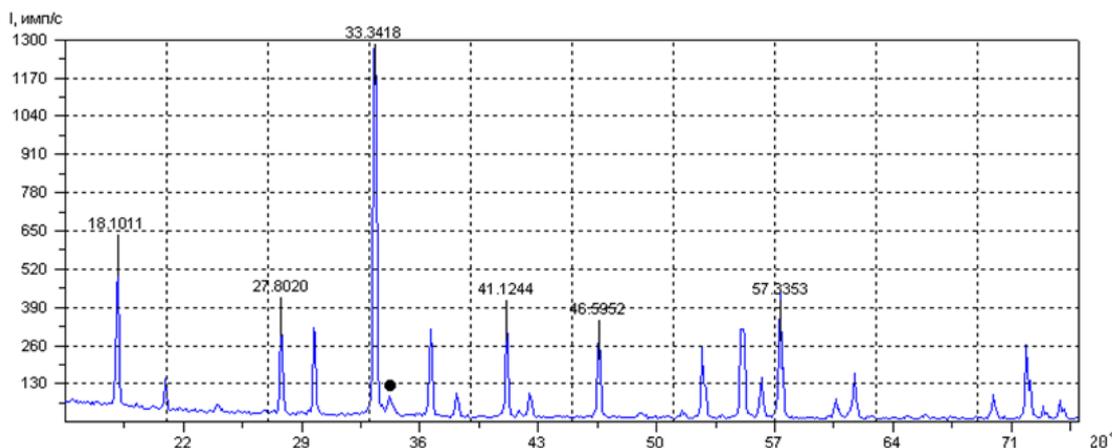


Рис. 2. Дифрактограмма YAG:Ce, обжиг при T = 650 °C (1 ч), ● – YAlO₃

Средний размер области когерентного рассеяния (ОКР), рассчитанный по формуле Шеррера дает значение $D \approx 45,3$ нм для порошка YAG:Ce, полученного при обработке на воздухе при $T=650$ °С в течение 1 ч. Причем для образца порошка, подвергнутого обжигу на воздухе при $T=1100$ °С, размер ОКР практически не изменяется.

Порошки YAG:Ce³⁺, синтезированные с использованием смеси нитратов иттрия, алюминия, церия и смешанного горючего (карбамид и ГМТА), при возбуждении синим светом люминесцируют в широкой полосе в диапазоне 470–750 нм с центром 550 нм (желто-зеленое излучение).

1. Potdevin A., Chadeyron G., Boyer D. Sol-gel based YAG:Ce³⁺ powders for applications in LED devices // *Physica Status Solidi C: Current Topics in Solid State Physics*. 2007. V. 4. №1. P. 65-69.

2. Mukasyan, A. S., Epstein P., Dinka P. Solution combustion synthesis of nanomaterials // *Proceedings of the Combustion Institute*. 2007. V. 31. №2. P. 1789-1795.

3. Способ получения наноструктурированного порошка иттрий-алюминиевого граната, легированного церием. Положительное решение (19.02.2018) по заявке на изобретение РБ № а 20160193, заявл. 30.05.2016 / О. В. Давыдова, Н. Е. Дробышевская, Е. Н. Подденежный, А. А. Бойко, заявитель УО «ГТТУ им. П.О. Сухого».

FREEZING AS A WAY OF POROSITY REGULATING FOR MATERIALS OBTAINED BY GEL CASTING

ЗАМОРАЖИВАНИЕ КАК СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОРИСТОСТИ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ГЕЛЕВОГО ЛИТЬЯ

Porozova S.E., Mishchinov B.P., Ziganshin I.R.

Порозова С.Е., Мишинов Б.П., Зиганшин И.Р.

*ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия
e-mail: keramik@pm.pstu.ac.ru*

Один из видов шликерного литья – гелевое литье (*Gel Casting*) [1] представляет собой процесс формирования керамических материалов, основанный на получении керамической суспензии смешиванием ультрадисперсного порошка с раствором полимера с последующим формованием заготовки и затвердеванием полученной суспензии при гелеобразовании. К основным преимуществам этого метода относятся простота, относительная дешевизна и возможность получать детали сложной формы. Наиболее перспективным с точки зрения экологичности производства считается применение водных растворов и водорастворимых полимеров. Метод может быть использован как непосредственно для получения изделий, так и в качестве вспомогательного в технологии быстрого прототипирования (*Rapid Prototyping*), имеющей довольно широкую сферу применения: от изготовления партий опытных изделий различного назначения до срочной замены дизайна или конструкции деталей при старте запуска серийных изделий [2].

В процессе реализации метода гелевого литья образуется заготовка с характерной биконтинуальной структурой, из которой впоследствии чаще всего получают пористый проницаемый материал с микро- и нанопорами различного строения. Общая пористость материала может составлять 55-65 %, при этом открытая пористость – около 50 % [3]. Как любой золь-гель метод гелевое литье обладает высокой вариативностью и возможностью оказывать существенное влияние на характер пористости получаемого материала при изменении морфологии и состава используемых порошков и условий формования заготовки. Так, в работе [3] показано, что предварительная механохимическая обработка ультрадисперсного порошка диоксида титана в водных растворах агар-агара, желатина или поливинилового спирта позволяет снизить общую пористость материала с 60 % до 34, 27 и 23 % соответственно. В качестве гелеобразователя при получении заготовок в работе [3] использовали агар-агар.

Одним из методов воздействия на гель как биконтинуальную структуру, состоящую из органоминерального вещества и воды, является использование замораживания (*Ice*