

Исследование структуры, однородности, фазового состава и шихты порошков оксидов редкоземельных элементов для синтеза композитов в условиях высокого давления

Волосатиков В. И.¹, Григорьев С.В.¹, Урбанович В.С.²

¹Белорусский национальный технический университет

²ГО «Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению»

В качестве материалов для использования в оптических системах с экстремальными условиями работы (например, лазерах различной мощности) перспективными материалами являются композиционные материалы (композиты) на основе оксидов редкоземельных элементов лютеция и европия, которые обладают высокими характеристиками прочности, теплоустойчивости и повышенными характеристиками прозрачности.

Разрабатываемые композиционные керамические материалы на основе оксидов редкоземельных элементов должны обладать повышенной плотностью по всему объёму материала. Для создания подобных композиционных материалов, прозрачных для заданных длин волн электромагнитного излучения перспективным технологическим способом получения изделий является способ спекания исходной порошковой шихты под сверхвысоким давлением за ограниченный промежуток времени.

Важно, чтобы создание таких композитов сопровождалось контролем качества прохождения технологически процессов, а также анализом данных по микроструктуре, морфологии частиц и фазовому составу исходных материалов на всех этапах, включая этап приготовления исходной шихты.

Свойства композитов на основе оксидов редкоземельных химических элементов материалов будут определяться качеством смешивания исходных компонентов в порошковой шихте, их формой и размером, фазовым составом. При малом количестве какого-либо компонента в шихте необходимо обращать внимание именно на этот компонент, так как он будет являться катализатором положительных или отрицательных процессов в областях, примыкающих к частицам этого компонента.

На рисунке 1 показана микрофотография исходного порошка оксида европия, полученная с использованием сканирующего электронного микроскопа. Форма исходного порошка данного оксида имеет осколочную пластинчатую форму. Размер частиц порошка неоднородный и колеблется от 3 мкм до 100 мкм с преобладанием крупной фракции.

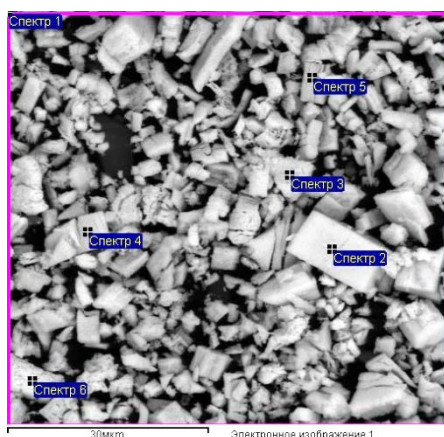


Рисунок 1 - Микрофотографии исходного порошка оксида европия, полученная с использованием сканирующего электронного микроскопа

Из-за незначительного количества порошка оксида европия в смеси его с оксидом лутеция для правильного определения фазового состава по дифрактограмме необходимо знать какие дифракционные пики оксида европия будут появляться на ней и в каких угловых интервалах. На рисунке 2 представлен дифракционный спектр чистого порошка оксида европия, а на рисунке 3 показан дифракционный спектр порошковой шихты оксидов лутеция с 1 % порошка оксида европия.

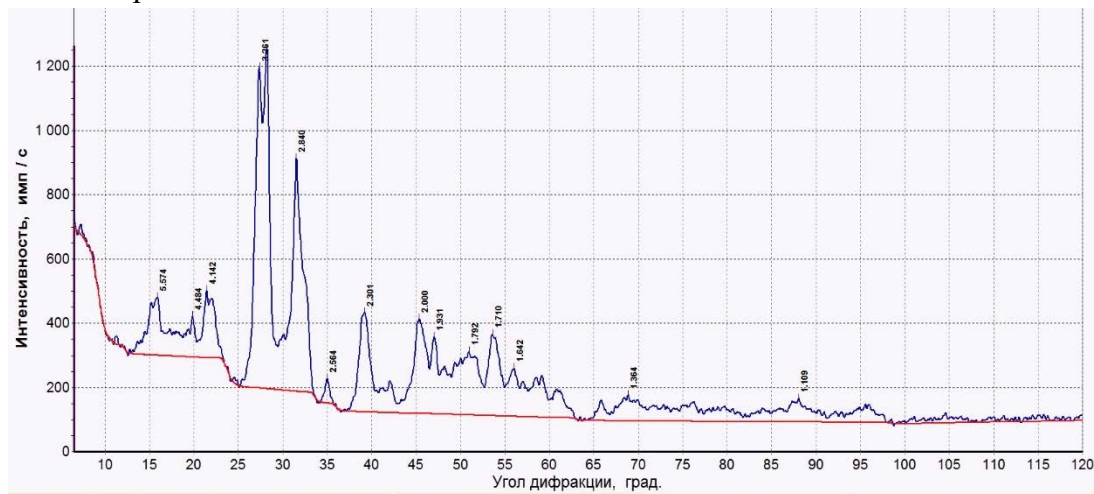


Рисунок 2 - Дифракционный спектр исходного порошка оксида европия

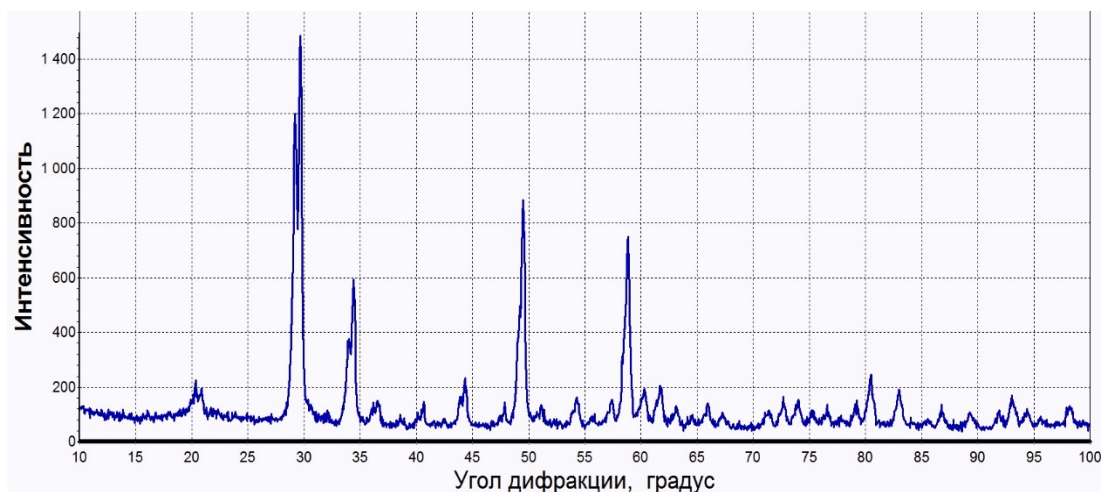


Рисунок 3 - Дифракционный спектр порошковой шихты $\text{Lu}_2\text{O}_3 + 1\% \text{Eu}_2\text{O}_3$

Анализ дифрактограммы на рисунке 2 показывает, что дифракционные пики от порошка оксида европия видны крайне слабо, однако при дальнейших технологических процессах горячего динамического прессования могут проявиться из-за появления текстуры в композите благодаря процессам направленного приложения давления и температуры.

Изучение фазового состава по спектру рисунка 3 показало, что исходная порошковая шихта на основе оксидов лутеция и европия состоит, в основном, из кубической и моноклинной фаз оксида лутеция при наличии малоинтенсивных дифракционных пиков, принадлежащих оксиду европия.

Ожидается, что в процессе обработки шихты на основе оксидов лутеция высоким давлением и температурой в присутствии оксида европия будут происходить изменения соотношения кубической и моноклинной фаз оксида лутеция, что положительно скажется на физико-механических свойствах синтезируемого композита.