

УДК 548.73, 539.264

РЕНТГЕНОФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ ИТТЕРБИЙ-ЭРБИЕВЫХ ОКСИФТОРИДНЫХ НАНОСТЕКЛОКЕРАМИК

А.О. Трофимов, А.Ю. Бибик, Р.К. Нурыев, Н.В. Никоноров, Е.В. Колобкова, В.А. Асеев

Исследованы кристаллические фазы наностеклокерамик, активированных ионами иттербия и эрбия, методом рентгенофазового анализа. Определены состав кристаллической фазы, размер кристаллов и параметры элементарной ячейки.

Ключевые слова: рентгеновская дифракция, кристаллическая фаза, наностеклокерамика.

В настоящее время прозрачные фторсодержащие наностеклокерамики представляют большой интерес в качестве активных сред для лазеров, усилителей и конверторов света [1]. При разработке таких материалов необходимо контролировать состав и размер кристаллической фазы. Такой контроль необходим для управления степени вхождения активатора в кристаллическую фазу и уменьшения уровня светорассеяния на границе раздела фаз. Настоящая работа посвящена рентгенофазовому исследованию свойств свинцово-фторидных наностеклокерамик, активированных ионами иттербия и эрбия.

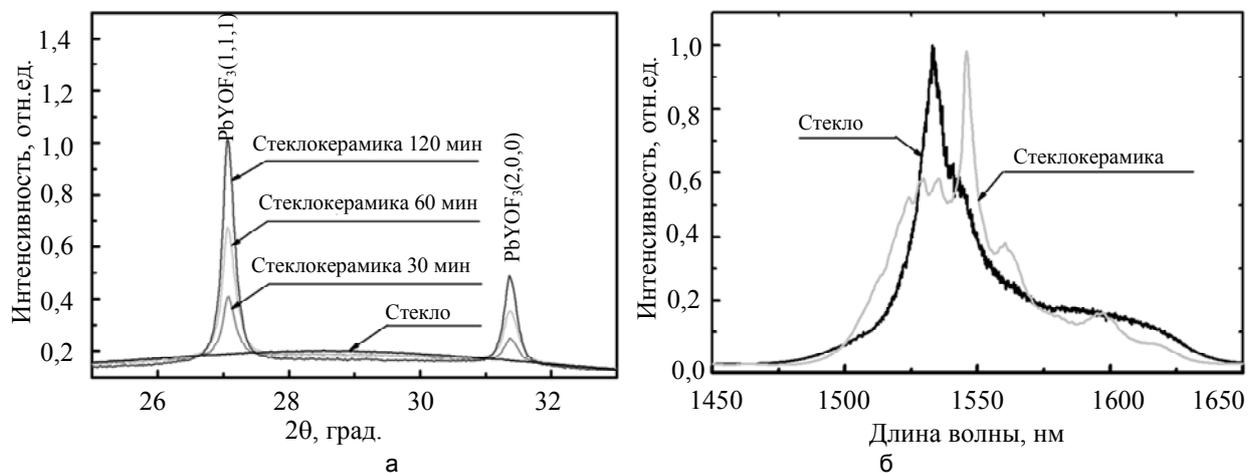


Рисунок. Дифрактограммы стекла и стеклокерамик, активированных эрбием (0,1 мол.%) (а); спектры поглощения стекла и стеклокерамики (б)

В работе исследованы иттербий-эрбиевые стекла состава $30\text{SiO}_2-15\text{AlO}_{3/2}-29\text{CdF}_2-18\text{PbF}_2-5\text{ZnF}_2-x\text{ErF}_3-(3-x)\text{YbF}_3$, где $x=0; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5$. Для получения прозрачной наностеклокерамики исходные стекла подвергались вторичной термообработке при температуре 500°C . Температура вторичной термообработки выбиралась, исходя из данных, полученных методом дифференциальной сканирующей калориметрии. Время термообработки составило 30, 60 и 120 мин. Рентгенофазовый анализ проводился на длине волны $\lambda=1,5418 \text{ \AA}$ (CuK α).

Исследования стеклокерамик с замещенными на иттрий ионами редкой земли показали, что в результате термообработки формируется кубическая гранцентрированная элементарная ячейка, в кристаллографическом отношении соответствующая кристаллу PbYOF_3 [2]. Постоянная решетки равна $5,74 \text{ \AA}$. При активации иттербием и эрбием формируется аналогичная флюоритоподобная кристаллическая фаза. Однако постоянная решетки в этом случае изменяется и равна $5,79 \text{ \AA}$. Размеры кристалла рассчитаны по формуле Шеррера и достигают 40 нм. Увеличение времени термообработки приводит к увеличению интенсивности дифракционных пиков (рисунок, а). Однако ширина пиков по 2θ на полувысоте не меняется. Это означает, что увеличение времени термообработки не приводит к значительному изменению размера кристаллов, а изменение интенсивности пиков связано с увеличением объема кристаллической фазы. При этом процесс объемной кристаллизации полностью проходит за 2 часа. Увеличение постоянной решетки свидетельствует о том, что редкоземельные ионы переходят в кристалл, замещая иттрий, т.е. формируется кристалл вида $\text{PbYb}_{(1-x)}\text{Er}_x\text{OF}_3$. Это подтверждается спектрами поглощения для данных наностеклокерамик (рисунок, б). Исходя из этого, можно заключить, что присутствие фторидов редкоземельных ионов полностью обуславливает выделение флюоритоподобной кристаллической фазы, а их концентрация в исходном стекле полностью определяет объем выделившейся фазы. Таким образом, прозрачные оксифторидные наностеклокерамики, легированные иттербием и эрбием, являются перспек-

тивными кандидатами для различных приложений фотоники как активные среды для лазеров, усилителей и конверторов света.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (Соглашение № 14.В37.21.0169, Минобрнауки РФ).

1. Асеев В.А., Колобкова Е.В., Некрасова Я.А. Низкотемпературные измерения апконверсионной люминесценции в наноструктурированных активированных стеклокерамиках // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – 2011. – № 3 (73). – С. 22–25.
2. Асеев В.А., Голубков В.В., Колобкова Е.В., Никоноров Н.В. Лантаноидные оксифториды свинца в стеклообразной матрице // Физика и химия стекла. – 2012. – Т. 38. – № 2. – С. 238–246.

Трофимов Александр Олегович – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, студент, Eceptional777@mail.ru

Бибик Анастасия Юрьевна – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, студент, Anastasiya.bibik@list.ru

Нурьев Рустам Ккакбаевич – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, аспирант, Nuryev@oi.ifmo.ru

Никоноров Николай Валентинович – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, доктор физ.-мат. наук, профессор, зав. кафедрой, Nikonogov@oi.ifmo.ru

Колобкова Елена Вячеславовна – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, доктор химических наук, профессор, Kolobok106@rambler.ru

Асеев Владимир Анатольевич – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ассистент, Aseev@oi.ifmo.ru