

вание технологических приёмов автоматизированной сборки ГИС и БИС», госрегистрация № У99678. – 1984. – 152 с.

3. Карпович-Каспжак О.С., Дайняк И.В., Генюс А.В. Методика определения взаимного соот-

ветствия текста и реферата на основе корреляционного анализа // Известия Белорусской инженерной академии. – 2005. – № 1(19)/1. – С. 84-86.

УДК 620.16(075.8)

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИНФРАКРАСНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ СТЕКЛОКОМПОЗИТОВ, АКТИВИРОВАННЫХ ИОНАМИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Минько Д.В.¹, Белявин К.Е.¹, Шаронов Г.В.²

¹Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

²Институт прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко БГУ

Минск, Республика Беларусь

Разработка и исследования оптических свойств преобразователей инфракрасного лазерного излучения на основе редкоземельных элементов, обладающих интенсивной ап- конверсионной люминесценцией, является одним из перспективных направлений в оптоэлектронике и лазерной технике. Механизм возбуждения антистоксовой люминесценции основывается на процессе сенсбилизации путем передачи энергии через промежуточные возбужденные состояния, а также через кооперативные процессы, когда в элементарном акте возбуждения активатора участвуют одновременно несколько ионов сенсбилизатора [1].

В настоящее время мировой рынок лазеров с длиной волны 0,8...1,6 мкм составляет сотни тысяч штук. Современные конструкции визуализаторов (рисунок 1), преобразующих инфракрасное лазерное излучение в видимый свет, не могут в полной мере удовлетворить потребности все возрастающего рынка [2-5].

Все более востребованы новые материалы и подходы, позволяющие увеличить их функциональные возможности: чувствительность, пространственное разрешение, лучевую прочность, спектральный диапазон, эксплуатационную стойкость, линейные размеры регистрируемых полей и др. Появление на рынке мощных инфракрасных технологических лазеров, включая волоконные, вызвало необходимость создания широкоапертурных люминесцирующих экранов с высокой лучевой прочностью. Использование таких экранов для настройки и наведения излучения лазера на обрабатываемую поверхность деталей машин позволит существенно повысить производительность и качество термической обработки. Кроме того, для многих промышленных, медицинских и исследовательских работ остаются актуальными вопросы индивидуальной защиты и предотвращения производственных травм пользователя при работе с лазерами инфракрасного диапазона.



Рисунок 1 – Визуализаторы инфракрасного излучения для лазеров импульсного и непрерывного действия

В этой связи большой интерес вызывают оптически прозрачные материалы на основе композитов, полученных методом электроимпульсного прессования в вакууме микропорошка стекла с добавкой наполнителя в виде оптически активных компонентов на основе редкоземельных элементов (РЗЭ).



Рисунок 2 – Экспериментальная установка электроимпульсного прессования

Для проведения процесса электроимпульсного прессования была разработана экспериментальная установка (рисунок 2), позволяющая обеспечивать разогрев шихты со скоростью до 150 °С/мин путем пропускания электрического тока плотностью $10^3 - 10^5$ кА/м² через порошок при приложении давления до 10 МПа.

Выбор метода получения композитного люминесцирующего материала обусловлен таким несомненным преимуществом как быстродействие и возможность разработки высокоэффективной энергосберегающей технологии получения преобразователей инфракрасного излучения с использованием органических красителей и РЗЭ. В состав шихты для изготовления преобразователей входило стекло неорганическое марки ДС10 (70%) и наполнитель (30%) на основе РЗЭ, перемешанные и измельченные в шаровой мельнице до размера частиц 1 мкм. Люминофор синтезировался на основе хлоридов РЗЭ (гадолиния, иттербия и эрбия) путем спекания в фарфоровом тигле при температуре 1000 °С в течение 1 часа. Исходным сырьем служили окислы вышеперечисленных РЗЭ высокой степени чистоты 99,999%.

Полученные в результате электроимпульсного прессования шихты экспериментальные образцы преобразователя представляли собой таблетки стеклокомпозита светло-серого цвета диаметром 10 мм и толщиной 2 мм (рисунок 3). Использование наполнителя на основе хлоридов РЗЭ при импульсном воздействии температуры, вакуума и давления прессования показали возможность получения условий, при которых шихта может быть уплотнена до минимальных размеров рассеивающих пор, что создает хорошие перспективы для получения однородного, оптически качественного стеклокомпозитного материала для преобразователей света.

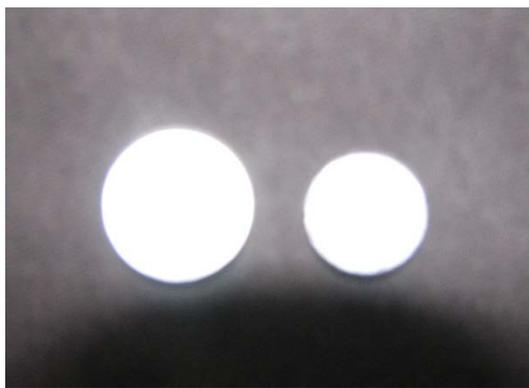


Рисунок 3 – Экспериментальные образцы преобразователей: на стеклокомпозите с наполнителем в виде оксихлорида гадолиния, активированного ионами иттербия и эрбия диаметром 10 мм (справа); спеченный керамический преобразователь на основе оксихлорида гадолиния, активированного ионами иттербия и эрбия диаметром 15 мм (слева)

Проведены предварительные исследования люминесцентных свойств экспериментальных образцов преобразователей с использованием спектрофотометра «Unicam SP-700» и непрерывного лазера на иттрий-алюминиевом гранате с длиной волны 1,06 мкм. Зарегистрированная спектральная полоса поглощения стеклокомпозита в области 0,8 – 1,2 мкм полностью совпадала с полосой поглощения люминофора-наполнителя оксихлорида гадолиния, активированного ионами иттербия и эрбия [3-5]. Как следует из полученных результатов, спектр возбуждения люминесценции стеклокомпозита, синтезированного на основе РЗЭ YbOCl определяется, в основном, поглощением инфракрасного излучения ионом иттербия, выступающим в качестве сенситизатора, а максимальное возбуждение эрбия-активатора происходит в области длин волн 950 – 1100 нм. Антистоксовая люминесценция наблюдалась в видимом спектральном диапазоне в области 0,64 – 0,67 мкм. При возбуждении экспериментального образца стеклокомпозита излучением непрерывного лазера на иттрий-алюминиевом гранате с длиной волны 1,06 мкм антистоксовая люминесценция наблюдалась при плотности мощности излучения $\geq 0,03$ Вт/см². Зарегистрированная неравномерность свечения по площади стеклокомпозита на уровне 20 % свидетельствует о различной концентрации ионов люминофора в матрице стеклокомпозита и различной величине квантового выхода фотолюминесценции.

Как показали проведенные исследования, методом электроимпульсного прессования впервые получен стеклокомпозиционный материал с апконверсионной люминесценцией, который может быть рекомендован для использования в качестве преобразователей для визуализации инфракрасного лазерного излучения. Для практической реализации метода и повышения эффективности преобразования пока остаются нерешенными некоторые проблемы оптимизации технологических режимов для получения особо чистых однородных стеклокомпозитов с высоким квантовым выходом фотолюминесценции.

1. Дудкин, В.И. Квантовая электроника / В.И.Дудкин, Л.Н.Пахомов. –Москва, Техносфера, 2006. –С. 432.
2. Тимофеев, Ю.П. Люминесцентные приемники прямого видения полей ИК-излучения / Ю.П.Тимофеев, С.А.Фридман // Известия АН СССР. Сер. физ., 1981. –Т.45. –№ 2. –С.296-301.
3. Laser Beam Visualizers / <http://www.edmundoptics.de>.
4. LaserEye Beam Visualizers / <http://www.altechna.com>.
5. Визуализаторы инфракрасного излучения для лазеров импульсного и непрерывного действия / <http://www.product.bsu.by>.