

УДК 666.265.1-2

В. Х. Ким¹, А. А. Новодворская¹, А. И. Захаров¹, А. Ю. Коняшкина*¹, В. А. Рассулов²¹Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия, 125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20, корп. 3

* e-mail: anna.konyashkina@mail.ru

²ФГУП "Всероссийский институт минерального сырья", Москва, Россия, 119017, Москва, Старомонетный пер., д. 31

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ЭКРАНЫ ДЛЯ СВЕТОДИОДНЫХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ДИЗАЙНЕ

Аннотация

В работе изучены прозрачные связующие материалы для закрепления люминофора в объеме или на поверхности люминесцентного экрана, такие как органические клеи, высокотемпературные стекла и легкоплавкие флюсы. Подобраны составы и технологии материалов люминесцентных экранов для светодиодных источников света. Рассмотрены преимущества и области применения разработанного устройства в световом дизайне.

Ключевые слова: Светодиодное осветительное устройство, удаленный люминофор, люминесцентный экран, связующее вещество, прозрачная среда.

Светодиодные технологии являются наиболее перспективными в сфере освещения, т. к. превосходят традиционные источники света по ряду технических характеристик – долговечности, энергетической эффективности, возможностям светового дизайна [1]. Ранее нами было проведено подробное сравнение осветительных устройств, разработана конструкция эффективного светодиодного источника света, а также конфигурация и структура люминесцентного экрана [2, 3]. Для высокой светоотдачи устройства большое значение имеют материалы люминесцентного экрана: люминофор и связующее вещество для него. Нами были рассмотрены люминофоры со структурой граната [4]. В качестве оптимального с точки зрения технологии синтеза, доступности исходных компонентов, устойчивости к температурному тушению, квантового выхода и спектра люминесценции, был выбран люминофор на основе алюмоиттриевого граната активированного ионами Ce^{3+} (АИГ-люминофор).

Связующий материал для люминесцентного экрана должен обладать высоким светопропусканием в видимом спектре, долговечностью, хорошим смачиванием люминофора и материала подложки, а также сочетаться с подложкой по коэффициенту термического расширения. Следует обеспечить совпадение коэффициентов преломления связующего и люминофора. В качестве возможных связующих материалов, в данной работе были рассмотрены некоторые органические клеи, а также силикатные стекла.

Исследованы спектры пропускания: прозрачного силиконового герметика Done Deal 6705; цианакрилатного клея Permabond 941; двухкомпонентного силиконового клея ОС-1 производства RDSGroops; эпоксидной смолы и листового флоат-стекла (рис. 1).

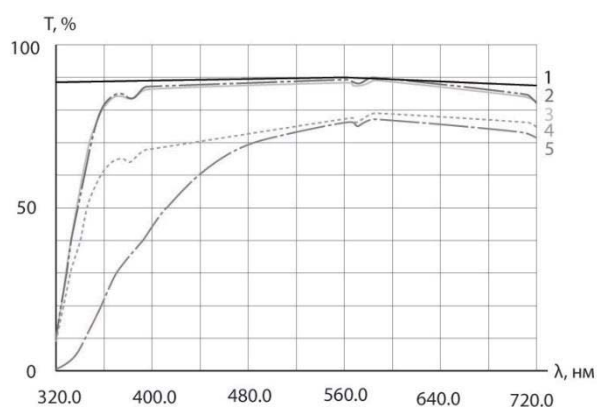


Рис. 1. Спектры пропускания различных связующих материалов: 1 – листовое флоат-стекло; 2 – двухкомпонентный силиконовый клей; 3 – цианакрилатный клей; 4 – силиконовый герметик; 5 – эпоксидная смола

Наибольшей прозрачностью обладает стекло, с коэффициентом пропускания $\sim 90\%$ на всем протяжении видимой области спектра. Коэффициент пропускания для силиконового клея составил тоже $\sim 90\%$ но в диапазоне длин волн 400 – 680 нм, за пределами которого наблюдается снижение прозрачности. Чуть ниже светопропускание у цианакрилатного клея. Остальные материалы обладают меньшим светопропусканием.

Люминесцентный экран может быть изготовлен в виде плоской или гнутой пластины любой формы, а также поверхности конической, цилиндрической, сферической, на основе органической связки или стекла с включением в их состав частиц люминофора.

Оптимальная массовая доля люминофора в люминесцентном экране толщиной 3 мм с двухкомпонентным силиконовым клеем составляет 7 – 8 масс % (рис. 2). При большем содержании люминофора, световой поток практически не возрастает, оставаясь на том же уровне что и при 8 масс %.

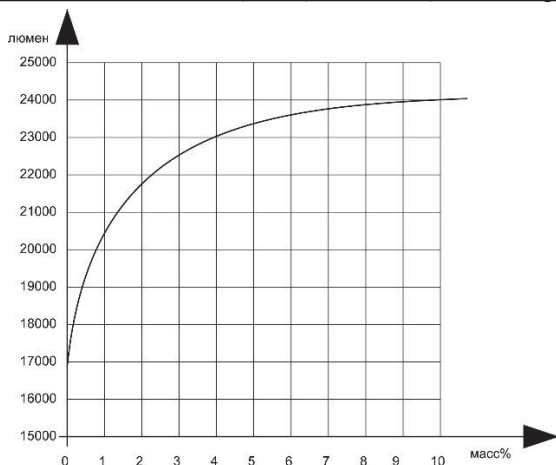


Рис. 2. Зависимость излучаемого светового потока от массовой доли люминофора в люминесцентном экране на основе двухкомпонентного силиконового клея, толщиной 3 мм

Были проведены эксперименты по получению образцов люминесцентного экрана с АИГ-люминофором и высокотемпературным стеклом или легкоплавким стеклом – флюсом. При переплавке с высокотемпературным силикатным стеклом, люминофор растворился и потерял люминесцентные

свойства. При спекании запрессованных в таблетки стеклянных порошков с люминофором, были получены люминесцирующие образцы, причем большую интенсивность показал состав на основе сортового стекла (рис. 3). Спектры измерены при возбуждении излучением ртутно-кварцевой лампы СВД-120 установленной в осветитель ОИ-18 (ЛОМО, Россия) со светофильтром УФС-2 толщиной 2 мм.

Были изготовлены образцы люминесцентного экрана на основе легкоплавкого свинцово-силикатного флюса и проведена оценка поверхности и люминесцентных свойств материала. Гладкое, ровное покрытие, люминесцирующее при возбуждении светом с длиной волны 470 нм, получено при нанесении на листовое флот-стекло пасты следующего состава: 40 масс % легкоплавкого флюса; 10 масс % АИГ-люминофора; 50 масс % этиленгликоля. Этиленгликоль использовали в качестве вязкой среды, позволяющей получить ровное покрытие и выгорающей при термообработке. Покрытие наносили методом шелкографии. Его закрепление происходило при температурной обработке с выдержкой при 620 °С в течение 30 минут.

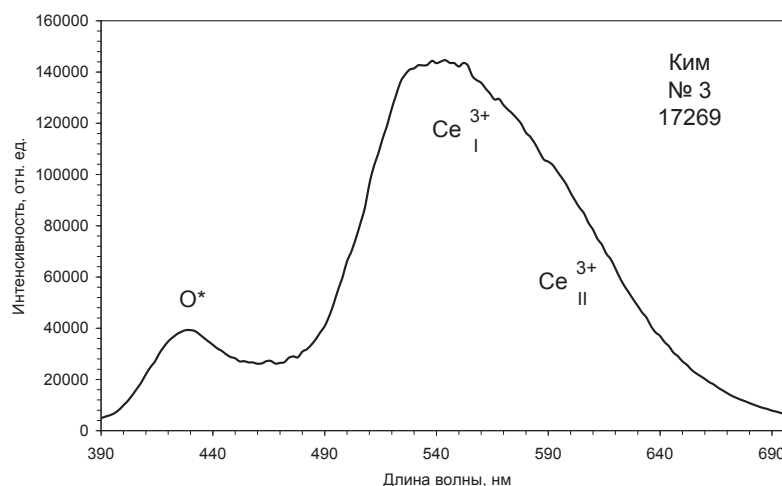


Рис. 3. Спектр люминесценции сортового стекла с АИГ-люминофором

Таким образом, из испытанных органических связующих веществ наибольшей прозрачностью обладал двухкомпонентный силиконовый клей. На его основе можно изготавливать экраны сложной формы с возможностью использования в светодиодных светильниках для помещений. Из стекол наиболее технологичным связующим показал себя свинцово-силикатный флюс, причем при модификации его состава, можно добиться полного совпадения показателей преломления АИГ-люминофора и флюса. Предполагается использование полученного материала в качестве покрытия на стеклянной или керамической подложке для светодиодных источников света, используемых не только в помещениях, но также в условиях повышенной влажности, в частности в качестве уличного освещения.

В таких светодиодных устройствах, можно варьировать яркость светового потока и его цветность, посредством вторичной оптики создавать

узконаправленный луч и рассеянный свет. Это позволяет использовать их при стационарном освещении и организовывать динамически изменяемую среду.

Высокая цветопередача достигается при определенном соотношении отраженного синего возбуждающего света и люминесценции дискретного экрана, содержащего красный и желто-зеленый люминофор. Координаты цветности данного устройства по определению МКО соответствуют белому свету с цветовой температурой 6500 [3], что позволяет применять их в общественных и жилых помещениях в качестве ориентирующего и рабочего освещения. Кроме того, возможны различные варианты декоративного освещения [5]: контурное, выделяющее общие габариты объекта; точечные светильники, ритмично выстраивающиеся или расставляющие акценты; заливное освещение с различной градиентной заливкой. Использование люминесцирующего стекла позволит дизайнерам при

проектировании освещения выйти за рамки привычных форм и видов светодиодных источников света.

Таким образом, разработанное устройство является перспективным для создания элементов

освещения как ландшафтных объектов, так и интерьеров.

Благодарим Валерия Александровича Чашина, к. х. н., ведущего инженера кафедры физической химии РХТУ им. Д. И. Менделеева, за постоянную поддержку и всестороннюю помощь.

Ким Виталий Хенсевич, ведущий инженер кафедры общей технологии силикатов РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Новодворская Анастасия Александровна, студент факультета ТНВиВМ РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Захаров Александр Иванович, к.т.н., заведующий кафедрой общей технологии силикатов РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Коняшкина Анна Юрьевна, член МОЛА СА РФ, доцент кафедры стандартизации и инженерно-компьютерной графики РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Рассулов Виктор Асафович к.г.-м.н., научный сотрудник отдела минералогии ФГУП "ВИМС", Россия, Москва

Литература

1. Коняшкина А. Ю. Применение светодиодов в ландшафтном дизайне // Вестник МГХПА. – 2012. № 2. С. 109 – 116.
2. Ким В. Х. Осветительные устройства с улучшенным восприятием света [Текст] / В. Х. Ким, В. А. Чашин, А. И. Захаров // Успехи в химии и химической технологии. – 2012. – Т. 26. – № 6. – С. 29 – 31.
3. Захаров А. И. Фотолюминесцентный экран для энергосберегающих источников света [Текст] / А. И. Захаров, В. Д. Кацман, В. Х. Ким, Е. С. Позняк, В. А. Чашин // Приоритетные направления развития науки и технологий. – 2013. – С. 56 – 60.
4. Ким В. Х. Люминофоры на основе алюмоиттриевого граната (обзор) [Текст] / В. Х. Ким, А. И. Захаров, В. А. Чашин. Стекло и керамика. – 2014. – № 2. – С. 27 – 30.
5. Светомоделирование пространства на принципах сценического освещения [Текст]: монография / ред. Е.И. Ельцова, А.Ю. Коняшкина. – Саарбрюкен: LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 140 с.

*Kim Vitaly Hensuevich¹, Novodvorskaya Anastasiya Aleksandrovna¹, Konyashkina Anna Yuriyevna*¹, Rassulov Viktor Asafovich²*

¹D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: anna.konyashkina@mail.ru

²Federal Agency of Technical Regulating and Metrology, National Metrology Institute, All-Russian Research Institute of Metrological Service, Moscow, Russia.

PHOSPHOR AND A BINDER IN REMOTE PHOSPHORS FOR LED LIGHTING AND PROSPECTS FOR THEIR USE IN DESIGN

Abstract

Some transparent binders for a phosphor fixing in remote phosphors, such as organic adhesives, high-melting glass and low-melting glass are examined in this paper, there are developed compositions and technologies of remote phosphors. Advantages and applications of developed LED device in lighting design are reviewed.

Key words: LED-lighting, remote phosphor, light converter, binder, transparent materials.