

ЛЮМИНОФОРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ СВЕТОДИОДНЫХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ НА ОСНОВЕ СМЕСИ ПОРОШКОВ $YAG:Ce$ И $Y_2O_3:Eu$, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ГОРЕНИЯ

О. В. Урецкая, Н. Е. Дробышевская, Е. Н. Подденежный, А. О. Добродей

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель Е. Н. Подденежный

В настоящее время в Республике Беларусь остро стоит проблема энергосбережения и замены ламп накаливания на альтернативные источники освещения. Перспективными световыми приборами для этой цели являются светодиодные лампы и светильники.

При создании светодиодных источников для освещения компаунд, состоящий из желтого люминофора, производимый из микропорошка иттрий-алюминиевого граната, активированного ионами редкоземельных элементов, органической основы и стабилизирующих добавок, наносят на поверхность чипа. В последние годы появились светодиодные приборы с люминофорным преобразователем, удаленным от синего или ультрафиолетового светодиода (рис. 1). Они производятся также на основе органических компаундов или полимерно-неорганических композитов, что со временем приводит к деградации люминофора и снижению яркости светильника. Однако в связи с деградацией люминофора и полимера покрытия возникает проблема уменьшения светопропускания, что приводит к неоднородности светового потока и уменьшению срока службы светильника.

Новая идея изготовления люминофорных преобразователей для световых приборов в виде толстопленочных композитов на неорганической, силикатной основе или в виде полупрозрачной стеклокерамической пластины позволит уменьшить временную деградацию люминофора, повысить долговечность светового прибора, а также использовать более мощные светодиоды и светодиодные сборки. С учетом вышеизложенного разработка и изучение новых типов люминофоров для удаленных преобразователей, способов их синтеза, а также проблемы создания люминофорных покрытий и объемных стеклокерамических преобразователей имеют важное научное и практическое значение.



Рис. 1. Светодиодный модуль [1]

Метод синтеза прекурсора $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ основан на реакциях горения в восстановительной среде (сахарозе, лимонной кислоте, мочеvine, уксусной кислоте), совмещенных с процессами формирования органико-неорганических комплексных соединений (рис. 2).



Рис. 2. Схема синтеза оптически активных люминесцирующих порошков методом горения

Разработан новый вариант методики получения образцов наноструктурированных порошков оксида иттрия, активированных ионами европия, – методом термохимии (горения) в восстановительной среде (уксусной кислоте), совмещенным с процессом формирования хелатного ацетатонитратного комплексного соединения. Проведены рентгенографические исследования до прокаливания и после прокаливания порошков при температуре $1100\text{ }^\circ\text{C}$ в воздушной среде (рис. 3).

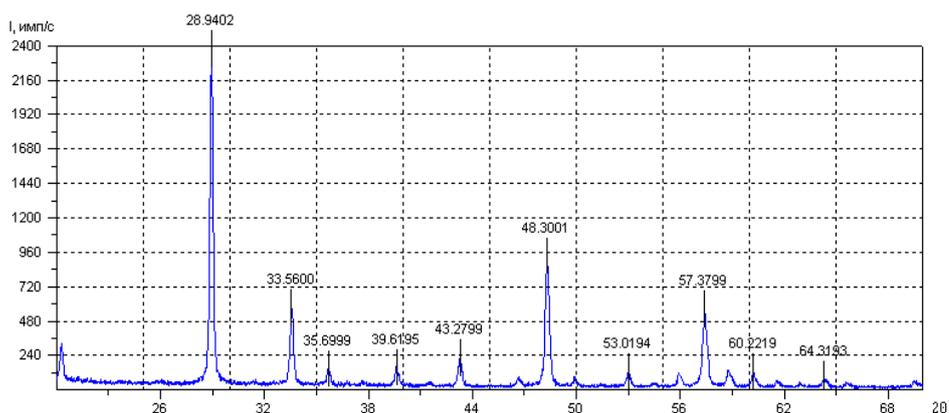


Рис. 3. Рентгенограмма порошка Y_2O_3 , полученного прокаливанием прекурсора оксида иттрия при $1100\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 1 ч

Люминофорные покрытия с удовлетворительными характеристиками были сформированы с использованием люминесцентных порошков $YAG:Ce^{3+}$, полученных методом «горения» нитратов иттрия, алюминия и церия в лимонной кислоте и дополнительно обработанных в атмосфере аргона при температуре $1100\text{ }^\circ\text{C}$. В качестве основы для люминофорной композиции использовано новое легкоплавкое стекло состава $BaO-Vi_2O_3-V_2O_3-K_2O-SiO_2$ с температурой размягчения не более $600\text{ }^\circ\text{C}$, в состав композиции вводится порошок кварцевого стекла в качестве диффузно-рассеивающего компонента, улучшающего светотехнические характеристики. Люминофорная композиция готовится смешиванием компонентов с изопропанолом, далее шликер наносится поливом на стеклянную подложку и высушивается. Стеклянная подложка с покрытием помещается в муфельную печь на керамическую подставку и постепенно нагревается до температуры $600\text{ }^\circ\text{C}$ и выдерживается в течение 30 мин, затем медленно охлаждается с печью до комнатной температуры (рис. 4) [2].

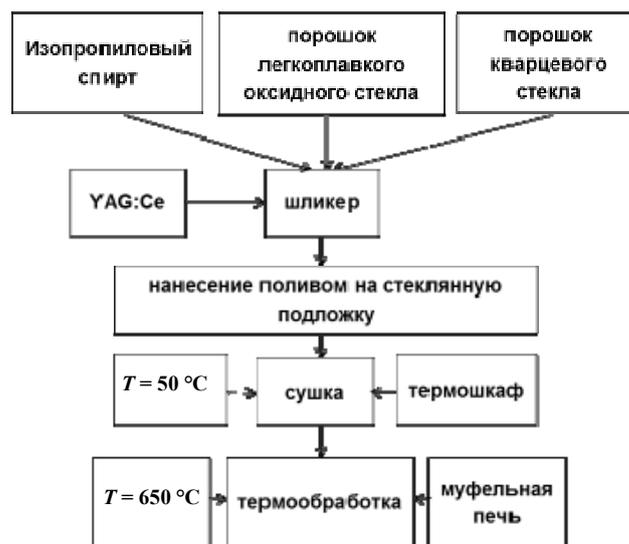


Рис. 4. Методика получения люминофорных покрытий

Люминофорные покрытия с полученными в НИЛ ТКН ГГТУ им. П. О. Сухого люминесцентными порошками можно использовать в разработанной конструкции светодиодного светильника. Задача, на решение которой направлена конструкция полезной модели, заключается в увеличении срока службы светильника, повышении однородности светового потока от светильника и перестраивании излучения от белого до красного цвета.

Согласно полезной модели, на плате расположены светодиоды синего и ультрафиолетового излучения, а рассеиватель выполнен в виде многослойной стеклянной пластины, состоящей из стеклянной подложки, люминофорного толсто пленочного преобразователя на основе легкоплавкого силикатного стекла и смеси люминофоров $YAG:Ce^{3+}$ и $Y_2O_3:Eu^{3+}$, который покрыт защитным слоем силиконового полимера (рис. 5).

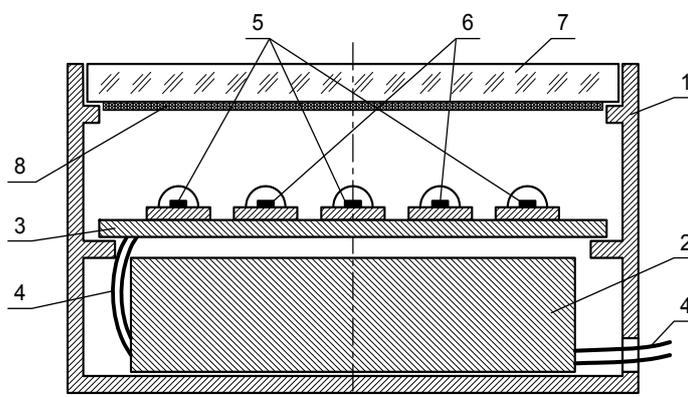


Рис. 5. Конструкция светодиодного светильника:
1 – корпус; 2 – блок питания; 3 – печатная плата; 4 – проводники;
5 – синие светодиоды; 6 – ультрафиолетовые светодиоды; 7 – стеклянный плафон-рассеиватель; 8 – люминофорный преобразователь – слой стеклокомпозита

Отличительные конструктивные признаки заявляемой полезной модели и связи между ними позволяют ей проявлять ряд дополнительных свойств. Так, например, покрытие на основе легкоплавкого стекла может выдерживать нагрев без изменения характеристик до $550\text{ }^{\circ}\text{C}$, а наличие в составе светильника синих и ультрафиолетовых светодиодов, а также люминофоров $YAG:Ce^{3+}$ и $Y_2O_3:Eu^{3+}$ позволяет перестраивать излучение от холодного белого до красного излучения (рис. 6).



Рис. 6. Получение белого света с помощью ультрафиолетового СИД (UV СИД), синего СИД (В СИД) и люминофоров:
Y – желтого $YAG:Ce$ и R – красного $Y_2O_3:Eu$

Литература

1. Not Just Light Generation – Xicato Calls It «Internet of Lights» or Lighting 2.0. – Режим доступа: <http://www.led-professional.com/technology/electronics/not-just-light-generation-xicato-calls-it-internet-of-lights-or-lighting-2.0>. – Дата доступа: 1.04.2014.
2. Люминофорная композиция : заявка на предполагаемое изобретение, МПК H01L 33/00 / Н. Е. Дробышевская, Е. Н. Подденежный, О. В. Урецкая, Н. М. Бобкова, Е. Е. Трусова ; заявитель и патентообладатель Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого (ВУ). – № а 20111620 ; заявл. 30.11.2011.