

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ СОЗДАНИЯ
ЛЮМИНОФОРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА СТЕКЛЯННЫХ ПОДЛОЖКАХ
ДЛЯ СВЕТОДИОДНЫХ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ
ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ БЕЛОГО ЦВЕТА**

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

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

Научный руководитель Е. Н. Подденежный

Использование удаленного люминофорного преобразователя в составе светодиодно-одного источника освещения позволяет повысить однородность излучения по диамет-

ру светильника, а сам фотопреобразователь может быть изготовлен из керамики, стеклокерамики, либо люминофорного покрытия на прозрачной полимерной или стеклянной подложке. Люминофорное стеклокерамическое композиционное покрытие представляется наиболее экономичной и рациональной формой создания люминесцентных удаленных преобразователей, вариантом, пригодным для массового применения.

Состав люминофорной композиции, предложенный нами ранее [1], представляет собой смесь легкоплавкого оксидного стекла, люминесцентного порошка и светорассеивающей добавки, в качестве которой используется порошок кварцевого стекла.

В НИИ технической керамики и наноматериалов ГГТУ им. П. О. Сухого разработан вариант светодиодного светильника с удаленным дискретным фотопреобразователем [2] (рис. 1), предназначенный для эксплуатации внутри помещений в качестве источника рассеянного белого света.

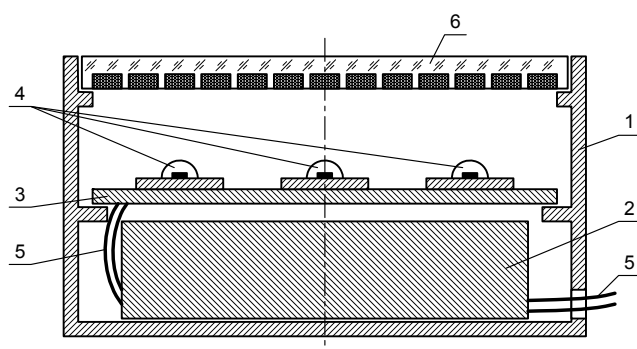


Рис. 1. Конструкция светодиодного светильника с удаленным дискретным фотопреобразователем: 1 – корпус; 2 – блок питания; 3 – печатная плата; 4 – светодиоды синего цвета излучения; 5 – проводники; 6 – плафон-рассеиватель

Удаление люминофора от нагретого кристалла светодиода в значительной степени уменьшает термическую деструкцию люминофора. Это увеличивает срок службы светильника и позволяет использовать более мощные светодиоды. Введение люминофорного компаунда только в углубления фотопреобразователя в значительной степени уменьшает расход люминофора при сохранении равномерности светового потока светильника и однородности излучения. Технология нанесения компаунда в углубления пластины фотопреобразователя проста и совместима с промышленными методами нанесения компаундов и шликерного литья толсто пленочных покрытий, используемыми на предприятиях светотехнической и приборостроительной промышленности.

Благодаря дискретному фотопреобразователю предложенная конструкция светодиодного светильника обладает высокой технологичностью, экономичностью и повышенной атмосферостойкостью.

Цель работы – оптимизация составов люминесцентных стеклокомпозитов и усовершенствование методики создания люминофорных покрытий на стеклянных подложках для светодиодных фотопреобразователей осветительных приборов белого цвета.

1. Получение люминофорного покрытия

Люминофорное покрытие было получено на основе наноструктурированного порошка иттрий-алюминиевого граната, легированного церием, синтезированного методом горения азотнокислых солей в сахарозе.

В качестве основы для люминофорной композиции использовано новое легкоплавкое стекло состава $\text{BaO-Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O-SiO}_2$ с температурой размяг-

чения не более 600 °С, 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 °С и выдерживается в течение 30 мин, затем медленно охлаждается с печью до комнатной температуры. В качестве подложки были использованы как гладкие, так и рифленые стекла, причем во втором случае процесс нанесения покрытия остается практически неизменным, а расход шликера значительно уменьшается.

Люминофорная композиция готовится и далее наносится на стеклянную подложку следующим образом. Наноструктурированный порошок иттрий-алюминиевого граната, легированного церием YAG:Ce со средним размером наночастиц $d_0 \sim 50\text{--}60$ нм, порошок легкоплавкого стекла и порошок молотого кварцевого стекла со средним размером частиц 100–250 мкм смешиваются при соотношении компонентов, мас. %, равным 11,0:44,5:44,5. Порошок молотого кварцевого стекла предварительно подвергается отмывке и протравливанию в ультразвуковой ванне УЗУ-025 (ТУ 1-720-0009-85) на частоте 50 Гц, мощность УЗ – 250 Вт, в водном 10%-ном растворе NH_4HF_2 в течение 30 мин. После отмывки порошка его прозрачность увеличивается, удаляется пыль и дефекты с поверхности зерен, а также увеличивается преломляющая и отражающая способность.

2. Оптические характеристики люминофорных покрытий

Стеклянную подложку с люминофорным покрытием помещают в измерительную головку люксметра Ю-117 и измеряют относительную интегральную яркость при прохождении излучения через структуру «подложка-покрытие» на длине волны излучения синего светодиода ($\lambda = 450$ нм, $W = 1$ Вт).

На рис. 2 приведена номограмма относительных значений интегральной яркости для образцов «подложка-покрытие»: 1 – покрытие без кварцевого стекла-наполнителя; 2 – покрытие с неотмытым кварцевым стеклом-наполнителем; 3 – покрытие с отмытым в УЗ-ванне кварцевым стеклом-наполнителем; 4 – покрытие на рифленой подложке без кварцевого стекла-наполнителя.

Анализ рис. 2 показывает, что наибольшую яркость при прохождении излучения через структуру «подложка-покрытие» на длине волны излучения синего светодиода ($\lambda = 450$ нм, $W = 1$ Вт) имеет образец покрытия с отмытым в УЗ-ванне кварцевым стеклом-наполнителем; примерно такая же яркость покрытия, нанесенного на рифленую подложку без кварцевого стекла-наполнителя, а наименьшую яркость (примерно в 2 раза меньше) имеет покрытие без кварцевого стекла-наполнителя.

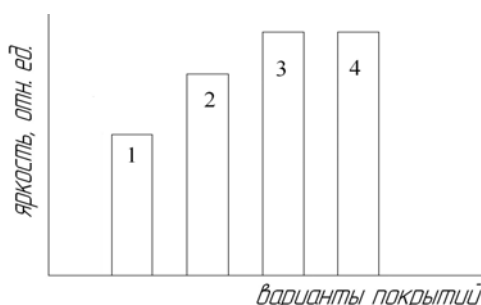


Рис. 2. Номограмма относительных значений интегральной яркости для образцов «подложка-покрытие»: 1 – покрытие без кварцевого стекла-наполнителя; 2 – покрытие с неотмытым кварцевым стеклом-наполнителем; 3 – покрытие с отмытым в УЗ-ванне кварцевым стеклом-наполнителем; 4 – покрытие на рифленой подложке без кварцевого стекла-наполнителя

136 Секция II. Материаловедение и технология обработки материалов

Таким образом, обработка кварцевого порошка в УЗ-ванне приводит к увеличению яркости излучения от покрытия примерно на 30 %. Кроме того, при получении покрытий на рифленной подложке также происходит увеличение яркости излучения на 30 % даже без добавления светорассеивающего порошка кварцевого стекла.

Заключение

1. Получены экспериментальные образцы стеклокристаллических люминофорных покрытий на гладких и рифленных подложках, предназначенных для создания осветительных приборов белого цвета на основе светодиодов и чипов синего цвета излучения.

2. В состав люминофорного покрытия введен порошок кварцевого стекла, обработанный в УЗ-ванне в водном растворе NH_4HF_2 .

3. Установлено, что обработка кварцевого порошка в УЗ-ванне приводит к увеличению яркости излучения от покрытия примерно на 30 %. Кроме того, при получении покрытий на рифленной подложке также происходит увеличение яркости излучения на 30 % даже без добавления светорассеивающего порошка кварцевого стекла.

Литература

1. Заявка на предполагаемое изобретение «Люминофорная композиция», 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); заявка № а 20111620, заявл. 30.11.2011.
2. Светильник светодиодный : пат. на полезную модель Респ. Беларусь № 7988, МПК F21S 8/00, H01J 63/00 / А. О. Добродей, Е. Н. Подденежный, А. А. Бойко, Е. В. Соболев ; заявитель Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; заявка № и 20110582 от 18.07.2011.