

В общем случае первое решение будет более выгодным для использования его в таких случаях как автомобильная фара дальнего света, однако, если необходимым является малое расхождение лучей, то второй вариант имеет большее преимущество.

Литература

1. Jannick, P. Rolland Freeform: Reflector Design With Extended Sources / P. Jannick / Electronic Theses and Dissertations, 2004–2019.

УДК 628.9.037

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CdS/CdSe КВАНТОВЫХ СТЕРЖНЕЙ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ СПЕКТРА ИЗЛУЧЕНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ УСТРОЙСТВ

Острецов Е.Ф., Цвирко В.И., Лишик С.И.

*Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий НАН Беларуси
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Разработаны и изготовлены люминесцентные композиции на основе CdS/CdSe квантовых стержней, которые наносились в виде пленок на защитное стекло светильника. Показана возможность коррекции и получения стабильных во времени спектров излучения светодиодного светильника.

Ключевые слова: квантовые стержни, светодиодный светильник, спектр излучения, полимерная матрица.

USING CdS/CdSe QR TO CORRECT THE EMISSION SPECTRUM OF LED DEVICES

Ostretsov E.F., Tsvirko V.I., Lishik S.I.

*Center of LED and Optoelectronic Technologies of the National Academy of Sciences of Belarus
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. Luminescent compositions based on CdS/CdSe quantum rods were developed and manufactured, which were then deposited in the form of films on the protective glass of an LED lamp. This made it possible to obtain stable emission spectra of an LED lamp with the required characteristics.

Key words: quantum rods, LED lamp, radiation spectrum, polymer matrix.

*Адрес для переписки: Острецов Е.Ф., Логойский тракт, 20, г. Минск, 220090, Республика Беларусь
e-mail: rnd@ledcenter.by*

Как известно, использование люминесцентных наночастиц (квантовые точки, стержни (КС) и т. п.) позволяет корректировать спектральные характеристики излучения светодиодных устройств в соответствии с заданными техническими требованиями. Вместе с тем наночастицы характеризуются низкой термостабильностью [1], поэтому их нанесение непосредственно на тепловыделяющие светодиоды не целесообразно. Альтернативным способом является расположение пленок на основе наночастиц на определенном удалении от светодиодов. Апробации данного подхода посвящена настоящая работа.

В качестве образца использовался светодиодный светильник (рисунок 1), конструкция которого позволяла варьировать высоту установки защитного стекла с КС-пленкой над светодиодной платой: 5, 12,5 или 20 мм. Спектр светильника близок к солнечному спектру, что позволяет также оценить эффективность использования КС-пленок, нанесенных на остекление теплиц.

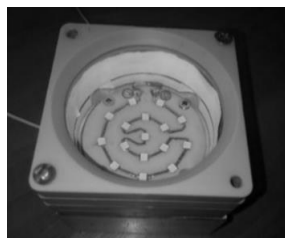


Рисунок 1 – Светодиодный светильник с КС-пленкой, нанесенной на защитное стекло светильника

В качестве полимерной матрицы для получения композиции была выбран прозрачный эластомер Sylgard 182 (Dow Corning), в который вводился раствор красных (626 нм) CdS/CdSe КС, производства компании Planck Innovations (Китай). Приготовленная композиция содержала 0,26 % КС. Пленки формировались методом трафаретной печати на поликарбонатных подложках диаметром 58 мм и толщиной 1 мм. Для получения пленок разной толщины использовались сита № 15, 36 (номер – количество нитей на сантиметр).

Спектры излучения и характеристики светильника измерялись с помощью спектрометрической системы тестирования светодиодных источников света CAS140СТ № 1 при токе питания 100 мА.

В таблице 1 приведены характеристики образцов КС-пленок.

Таблица 1. Характеристики образцов КС-пленок

№ образ	№ сита	Вес компо- зити,	Толщ ина пленк	Конце нтра- ция КС, %	Колич ество КС на стекле
1	15	436	165	0,26	1,134
2	36	122	45	0,26	0,317

На рисунке 2 и в таблице 2 приведены спектры излучения и характеристики исходного светильника (без КС-пленки) при различном удалении защитного стекла от светодиодной печатной платы. Из анализа представленных данных следует, что по мере удаления защитного стекла от светодиодной платы выходная мощность светильника и коррелированная цветовая температура (КЦТ)

уменьшаются, что обусловлено ростом оптических потерь в конструкции светильника.

Таблица 2. Характеристики исходного светильника в зависимости от высоты установки защитного стекла

Высота, мм	Выходная мощность, Вт	ИЦП*	КЦТ, К	Соотношение красный / синий	Состав спектра, С/З/К/ДК**
5,0	1,63	97,5	5140	1,5	23,0/34,3/36,2/6,1
12,5	1,52	97,5	5093	1,5	22,7/36,2/34,6/6,1
20,0	1,38	97,5	5053	1,5	22,4/36,3/34,8/6,1

* – индекс цветопередачи

** – 400–499/500–599/600–699/700–800 нм

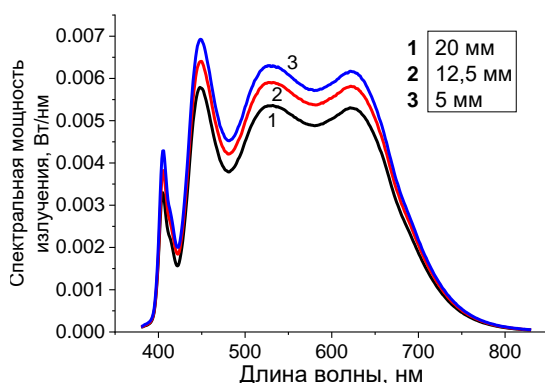


Рисунок 2 – Спектры излучения исходного светильника в зависимости от высоты установки защитного стекла

На рисунке 3 и в таблице 3 представлено сравнение характеристик образцов КС-пленок № 1 и № 2 различной толщины (165 и 45 мкм) с характеристиками исходного светильника.

Таблица 3. Характеристики образцов светильника при высоте установки защитного стекла, равной 20 мм

№ образца	Выходная мощность, Вт	ИЦП*	КЦТ, К	Соотношение красный / синий	Состав спектра, С/З/К/ДК**
Исходн.	1,38	97,5	5053	1,5	22,4/36,3/34,8/6,1
1	1,20	95,9	3815	2,5	16,5/34,8/41,8/6,7
2	1,30	98,4	4675	1,8	20,8/36,1/36,5/6,3

* – индекс цветопередачи

** – 400–499/500–599/600–699/700–800 нм

Результаты, приведенные на рисунке 3 и в таблице 3, демонстрируют снижение КЦТ и повышение доли красного света в спектре излучения светильника. Это означает, что применение КС-пленки

на защитном стекле светильника позволяет корректировать спектральные характеристики светильника, а также солнечного спектра, до требуемых значений для тепличных облучателей.

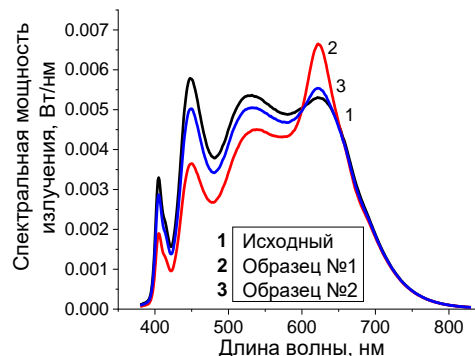


Рисунок 3 – Спектры излучения исходного светильника и светильника с КС-пленками № 1 и 2 (высота установки защитного стекла – 20 мм)

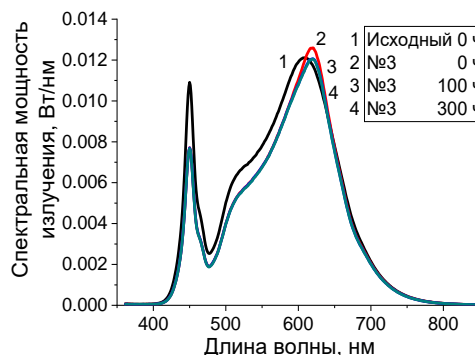


Рисунок 4 – Стабильность спектральных характеристик образца светильника с КС-пленкой № 3

Дополнительно исследовалась стабильность спектральных характеристик КС-пленок в течение 300 ч при токе питания светодиодов 100 мА и высоте установки защитного стекла 5 мм (рисунок 4). Показано, что отклонение характеристик КС-пленки после 100 ч работы составляет $\pm 2\%$.

Заключение. Таким образом, пространственное разнесение КС-пленок и светодиодов позволяет скорректировать спектральные характеристики светильников при сохранении их стабильности во времени.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (Договор Т22ТУРЦ-009 БРФФИ–НИЦ - 2022).

Литература

1. Thermally Stable Quantum Rods, Covering Full Visible Range for Display and Lighting Application. Small / M.F. Prodanov [et al.]. – Vol. 17, № 3, 2004487.