

# КОНСТРУКЦИИ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СВЕТОДИОДНЫХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ НА ОСНОВЕ УДАЛЕННЫХ ДИСКРЕТНЫХ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Е. В. Соболев, А. О. Добродей

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

Научный руководитель Е. Н. Подденежный

В отличие от световых приборов с традиционными источниками света светодиодные осветительные приборы (СОП) представляют собой сложные электронные устройства с конструктивными особенностями, не присущими другим осветительным приборам. Основными конструктивными элементами, определяющими при соблюдении номинальных условий эксплуатации светотехнические характеристики СОП, являются светодиодный модуль и оптическая система. Наиболее перспективным направлением, позволяющим увеличить однородность цвета и интенсивность излучения СОП, является применение оптических систем с удаленным расположением люминофора [1], [2]. Основным недостатком конструкций световых приборов с удаленным люминофором является относительно высокий расход люминофора, а также удорожание технологии нанесения люминесцентного покрытия, обусловленное дополнительными расходами, направленными на уменьшение агломерации наночастиц люминофора. Учитывая, что светодиодный модуль и оптическая система составляют более 25 % стоимости СОП [3], разработка СОП должна быть направленной на снижение издержек производства его оптической системы.

Целью данной работы является разработка перспективных конструкций оптической системы светодиодных осветительных приборов, на основе удаленных фотолюминесцентных преобразователей света с уменьшенным расходом люминофора.

В рамках данной работы проведено моделирование процесса преобразования света в системе «синий светодиод – удаленный фотолюминесцентный преобразова-

тель». В качестве исходных данных были приняты характеристики светодиода Cree XR Blue ( $\lambda_{\max} = 465$  нм) [4] и характеристики спектров возбуждения и излучения люминофора на основе YAG:Ce ( $\lambda_{\text{ex\_max}} = 460$  нм;  $\lambda_{\text{em\_max}} = 560$  нм). Модели спектров светодиода и люминофора, принятые для расчета представлены на рис. 1.

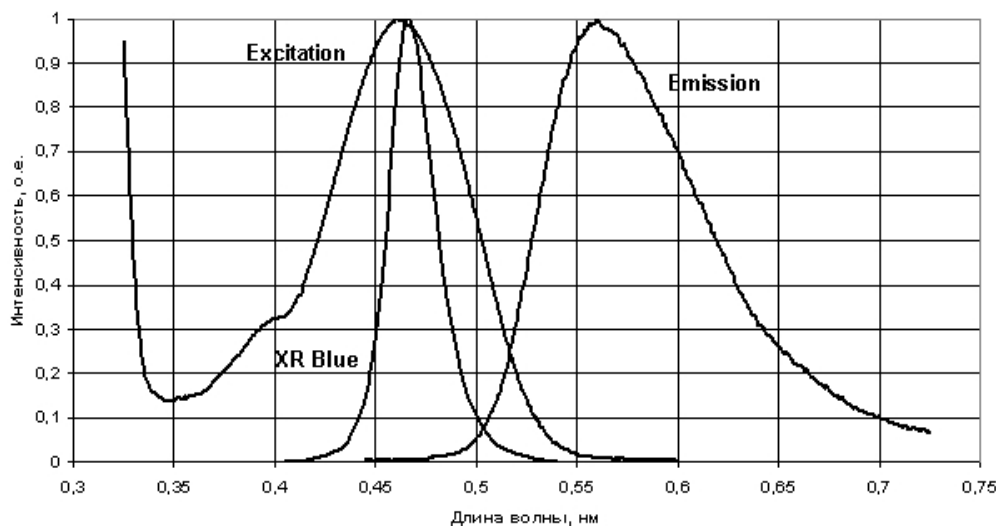


Рис. 1. Модели спектров светодиода Cree XR Blue и люминофора на основе YAG:Ce

На основе образца, полученного в НИЛ «Техническая керамика и наноматериалы» УО ГГТУ им. П. О. Сухого, люминесцентного покрытия с островковой структурой (рис. 2, а), состоящей из агломератов наночастиц люминофора и областей прозрачности, смоделирована и предложена конструкция дискретного фотолюминесцентного преобразователя, состоящего из «ячеек прозрачности» и «ячеек люминофора» (рис. 2, б).

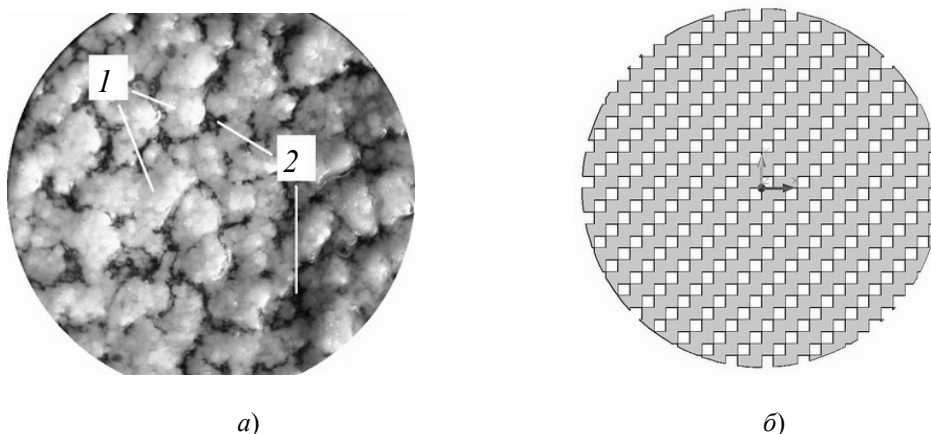


Рис. 2. Образец (а) люминесцентного покрытия с островковой структурой и модель дискретного фотолюминесцентного преобразователя света (б); 1 — агломерированные частицы ИАГ; 2 — области прозрачности

Результаты моделирования для различных конструктивных решений удаленного фотолюминесцентного преобразователя приведены на рис. 3. Соотношение «ячеек люминофора» и «ячеек прозрачности» для конструктивного решения: № 1 — 1/0; № 2 — 1/1; № 3 — 2/1; № 4 — 3/1.

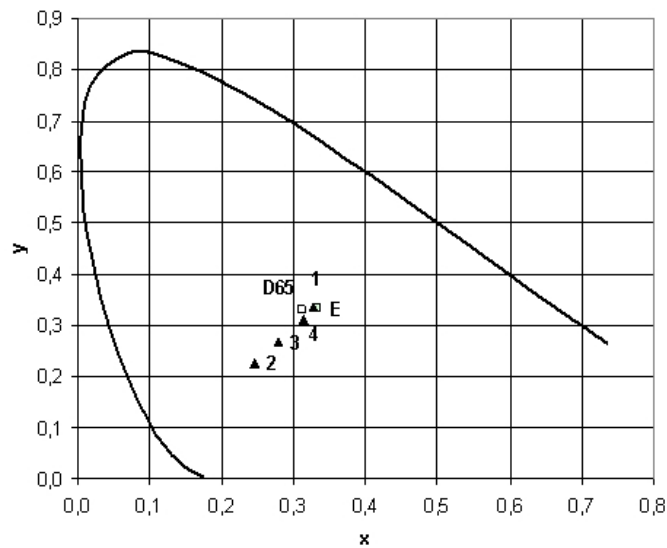


Рис. 3. Координаты цветности для конструктивных решений № 1–4 по отношению к стандартным излучателям MCO D65 и E

На основе идеи дискретного фотолюминесцентного преобразователя с островковым люминофорным слоем авторами запатентована конструкция светодиодного светильника [5] (рис. 4) для эксплуатации внутри помещений в качестве источника рассеянного белого света.

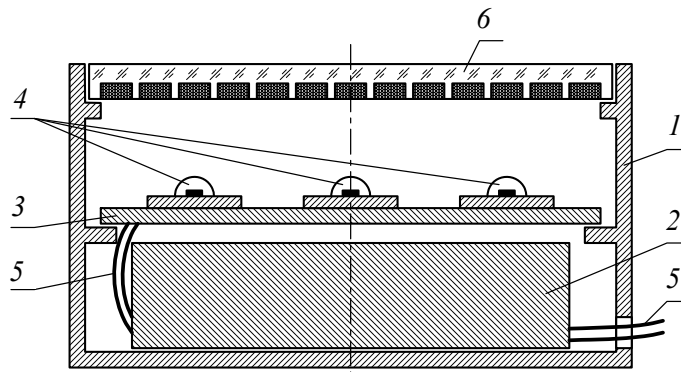


Рис. 4. Конструкция светодиодного светильника:  
1 – корпус; 2 – блок питания; 3 – печатная плата; 4 – светодиоды синего цвета излучения; 5 – проводники; 6 – плафон-рассеиватель

Отличительной особенностью разработанного светодиодного светильника является оптическая система в виде дискретного фотолюминесцентного преобразователя, состоящего из «ячеек прозрачности» и «ячеек люминофора». Данная конструкция в значительной степени уменьшает расход люминофора, за счет наличия «ячеек прозрачности», а также увеличения концентрации люминофора, обусловленной агрегацией наночастиц. При этом предложенная конструкция фотопреобразователя сохраняет равномерность и однородность излучения. Планируемый экономический эффект достигается за счет уменьшения расхода люминофора и совместимости нанесения компаунда с промышленными методами шликерного литья, используемыми на предприятиях светотехнической и приборостроительной промышленности.

## Л и т е р а т у р а

1. Kim, J. K. Strongly enhanced phosphor efficiency in GaInN white light-emitting diodes using remote phosphor configuration and diffuse reflector cup / Kim J.K., Luo H., Schubert E.F., Cho J., Sone C., Park Y. // Japanese Journal of Applied Physics. – 2005. – Vol. 44, No. 21. – P. 649–651.
2. Luo, H. Analysis of high-power packages for phosphor-based white-light-emitting diodes / Luo H., Kim J. K., Schubert E. F., Cho J., Sone C., Park Y. // Applied physics letters 86, 2435505. – 2005.
3. Подгорбунских, А. Светодиодные светильники. Разработка в условиях быстрого снижения стоимости и роста КПД светодиодов / А. Подгорбунских // Light expert. Современная светотехника. – 2011. – № 1. – С. 62–65.
4. Cree [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cree.com/>. – Дата доступа: 01.10.2011.
5. Светильник светодиодный : пат. на полезную модель 7988 Респ. Беларусь, 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. – № u20110582 ; заявл. 18.07.11 ; опубл. 28.02.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 1. – С. 244.