

УДК 628.9.04 (045)

И. А. Зеленков, канд. техн. наук,
Е. Е. Лахтадыр, студ.,
И. В. Мокров, студ.

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕТОДИОДНЫХ МОДУЛЕЙ

Институт электроники и систем управления НАУ, e-mail: iesy@nau.edu.ua

Представлены результаты исследований, связанных с построением светодиодных осветительных систем на основе модульного принципа. Проанализировано влияние условий теплоотвода на светотехнические характеристики светодиодного прибора.

Ключевые слова: светодиод, модуль, световой поток, цветовая температура, теплоотвод.

Введение. Современное развитие светотехнической отрасли заставляет человека по-новому взглянуть на истинное предназначение освещения, требуя от него максимальной функциональности и универсальности.

Сегодня, в условиях всемирной борьбы за экономию энергоресурсов, светодиод является наиболее привлекательным источником света, поскольку потребляет электроэнергию в 10 раз меньше, чем привычная лампа накаливания. Однако нужно учитывать, что граничные возможности излучения светового потока светодиодом оставляет желать лучшего. Ключевым решением такой проблемы является объединение нескольких светодиодов в одну систему (модуль), которая позволит повысить излучающие параметры, в то же время оставаясь сверхэкономной. Одновременно возможна любая комбинация RGB (красный, зеленый, синий) цветов, которая способна воссоздать почти любой цвет.

Анализ последних исследований и публикаций. Ведутся интенсивные работы по исследованию, созданию и усовершенствованию светодиодов. Но помимо научных работ, связанных непосредственно с источником излучения, поставлена задача оптимального их объединения. Институтом физики полупроводников им. В. Е. Лашкарева разработан светодиодный прибор на основе светодиодных модулей, способный заменить лампочку накаливания. Актуальным является вопрос по созданию декоративного освещения на основе светодиодных модулей. Часть улиц города Киева, освещаемых высокотехнологичными модульными светодиодными системами, уже преобразилась.

Постановка задачи. Исследования проводились в лабораториях Института физики полупроводников имени В. Е. Лашкарева, где с помощью современного оборудования были получены результаты влияния условий теплоотвода на светотехнические характеристики светодиодного прибора. Ряд технических и экономических вопросов решается путем внедрения светодиодных модулей в систему внешнего освещения. При реконструкции действующих систем освещения фактор уменьшения потребляемой электроэнергии может существенно снизить срок окупаемости затрат на реконструкцию.

Результаты исследования. Были спроектированы и разработаны два светодиодных прибора, условно обозначаемые СДП-1, состоящий из 5 светодиодов, и СДП-2, состоящий из 4 светодиодов, питание которых осуществляется стабильным источником тока 350 мА. СДП-1 объединяет на одной подложке 5 светодиодов, а СДП-2 – 4 светодиода. Данный светодиодный прибор состоит из трех основных частей: светоформирователя, цоколя, корпуса, состоящего из платы со светодиодами, радиатора и пластиковой оболочки, защищающей последние от внешнего механического воздействия (рис. 1).

Исследования проводились с помощью спектрофотометра НААС-2000 и фотометрической сферы. В результате выполненных экспериментальных работ получены спектральные, временные и энергетические характеристики исследуемых приборов.

Основной проблемой данных источников света является существенное падение светового потока, вызванное чрезмерным нагреванием. Исходя из этого, были предложены некоторые конструктивные изменения и исследованы соответствующие характеристики.

Показания светового потока и цветовой температуры в начале проведения опыта ($\Phi_{\text{нач}}$, $T_{\text{нач}}$), и спустя 120 мин ($\Phi_{\text{кон}}$, $T_{\text{кон}}$) непрерывной работы СДП-1 и СДП-2 приведены в табл. 1. Исходя из того, что по истечению 40 – 50 минут непрерывной эксплуатации приборов их характеристики стабилизировались, длительность эксперимента составляла 120 мин. В таблице представлены значения светового потока и цветовой температуры для данных приборов, находящихся в пластиковой оболочке и без нее (в обоих случаях прибор был без светоформирователя).

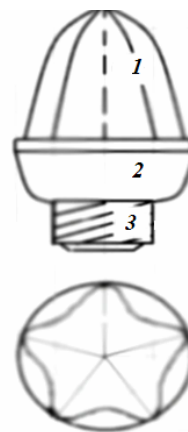


Рис. 1. Структурная схема исследованного светового прибора: 1 – светоформирователь; 2 – корпус (светодиодный модуль радиатор); 3 – цоколь

Таблица 1

Изменение светового потока и цветовой температуры в процессе эксперимента

Светодиодный прибор	$\Phi_{\text{нач}}$, лм	$\Phi_{\text{кон}}$, лм	$\Delta\Phi$, %	$T_{\text{нач}}$, К	$T_{\text{кон}}$, К	ΔT , %
СДП1: с пластиковой оболочкой	385,8	306,4	-20,58	5376	5880	9,38
без пластиковой оболочки	451	390,5	-13,41	5671	5979	5,43
СДП2: с пластиковой оболочкой	163,5	137,3	-16,02	2887	3628	25,67
без пластиковой оболочки	176,1	163,7	-7,07	2967	3321	11,93

Величины $\Delta\Phi(\%)$ и $\Delta T(\%)$ характеризуют относительное изменение светового потока и цветовой температуры за время эксперимента.

Результаты анализа полученных данных показывают, что световой поток при ухудшении теплоотвода из-за применения пластиковой оболочки у СДП-1 изменился на 7 %, а у СДП-2 – на 9 %. Однако при непрерывной работе, как видно из табл. 1, потери составляют существенное значение. Что касается цветовой температуры, то она также заметно меняла значение.

Одним из этапов экспериментальных работ было исследование влияния светоформирователя (элемент СДП, распределяющий излучаемый свет в некотором пространственном угле) источника света на теплоотвод. Дальнейшие исследования проводились для СДП-2, имеющего более высокие качественные характеристики по сравнению с СДП-1. Для СДП-2 были разработаны два типа светоформирователей: трехлепестковый и пятилепестковый. Количество лепестков влияло на распределение излучаемого светового потока в пространстве.

Светотехнические измерения проводились для СДП-2 с использованием трехлепесткового светоформирователя с различными условиями теплоотвода (с термопастой и без нее), и пятилепесткового светоформирователя. Результаты измерения светового потока и цветовой температуры приведены в табл. 2. Термопаста представляет собой пластичное вещество с высокой теплопроводностью, используемое для уменьшения теплового сопротивления между двумя близко расположенными поверхностями.

Таблиця 2

Изменение светового потока и цветовой температуры в процессе эксперимента

Показатель	Трехлепестковый СДП		Пятилепестковый СДП
	с термопастой	без термопасты	
$\Phi_{\text{нач}}, \text{ лм}$	221	196	203
$\Phi_{\text{кон}}, \text{ лм}$	161	125	124
$\Delta\Phi, \%$	-27,15	-36,22	-38,8
$T_{\text{нач}}, \text{ К}$	6089	6210	6196
$T_{\text{кон}}, \text{ К}$	7122	8076	7534
$\Delta T, \%$	16,97	30,05	21,59

Исходя из результатов, приведенных в табл. 2, можно сделать вывод, что форма светоформирователя мало влияет на теплоотвод (разница изменений – около 2 %). Однако само присутствие светоформирователя сильно затрудняет теплоотвод. Из таблицы также видно, что ухудшение теплоотвода искажает цветность излучения СДП: цветовая температура, имея значение изначально 6100 – 6300 К (белый цвет), при непрерывной эксплуатации на протяжении 120 мин увеличилась на 21 – 25 %.

Таким образом, теплоотвод является основной проблемой разработанных приборов. Поэтому проводятся работы по усовершенствованию радиатора и использованию материалов, способствующих хорошему теплоотводу.

Влияние условий теплоотвода на работу светодиодного прибора СДП-2 показано на рис. 2 и 3.

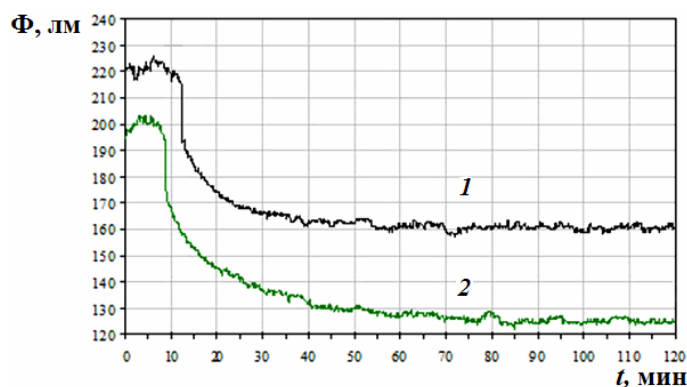


Рис. 2. Зависимость светового потока СДП-2 от времени эксплуатации: 1 – световой прибор с использованием термопасты; 2 – световой прибор без термопасты

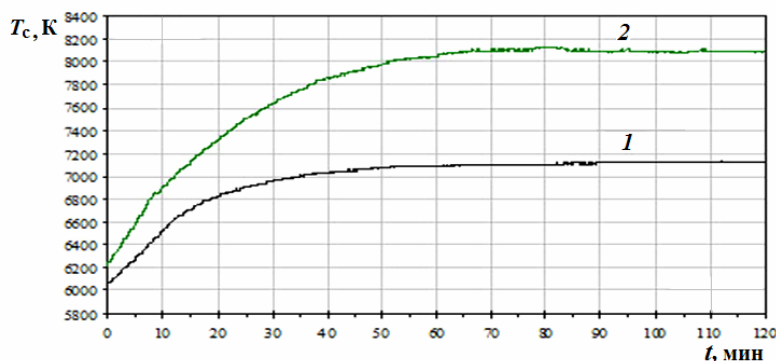


Рис. 3. Зависимость цветовой температуры СДП-2 от времени эксплуатации: 1 – световой прибор с использованием термопасты; 2 – световой прибор без термопасты

Из анализа приведенных графиков видно, что световой поток при использовании термопасты увеличивается. Однако характер его изменения остается прежним.

Выводы. Проведенные опыты позволяют сделать вывод, что теплоотвод сильно влияет на изменение светотехнических характеристик (светового потока и цветовой температуры) светодиодных приборов: значение светового потока по истечении первого часа падает, затем стабилизируется. Это явление вызвано нагревом светодиодов. Отсюда видно, что система охлаждения мощных светодиодных приборов является важной составляющей частью любого светодиодного устройства. Используемая для теплоотвода термопаста положительно влияет на характеристики светодиодного прибора. Необходима более эффективная теплоотводящая система светодиодного прибора.

Светоформирователь, как и любой другой конструкционный элемент светодиодного прибора, ограничивающий приток воздуха к кристаллам светодиодов, сильно уменьшает условия теплоотвода. Дальнейшая разработка конструкций светодиодных модульных систем должна учитывать эти факторы.

Список литературы

1. Коган Л. М. Полупроводниковые светоизлучающие диоды. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 208 с.
2. Юнович А. Э. Светодиоды как основа освещения будущего // Светотехника. – 2003 – №3. – С. 2 – 6.
3. Шуберт Ф. Е. Светодиоды: – 2-е изд. – М.: Физматлит, 2008. – 495 с.

I. A. Зеленков, Є. Є. Лахтадир, I. B. Мокров

Побудова систем освітлення з використанням світлодіодних модулів

Подано результати досліджень, пов'язаних з побудовою світлодіодних освітлювальних систем на основі модульного принципу. Проаналізовано вплив умов тепловідведення на світлотехнічні характеристики світлодіодного приладу.

I. A. Zelenkov, E. E. Lachtadyr, I. V. Mokrov

Creating of lighting systems, based on LED-modules using

Demonstrated research results linked with creating LED-modules based on module principle. Analyzed influence of heat offset on LEDs lighting characteristics.