

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ МАКЕТА СВЕТОТЕХНИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА НА ОСНОВЕ МОЩНЫХ СВЕТОДИОДОВ

Т. Н. Савкова

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

Научные руководители: А. И. Кравченко, Ю. Н. Колесник

В настоящее время все большее распространение получают светодиодные источники света. Это связано с рядом их преимуществ, основными из которых являются высокая эффективность, длительный срок службы, экологическая безопасность, механическая прочность, хорошая цветопередача. Целый ряд фирм и их дистрибьюторов выпускают информационные бюллетени, предлагающие и рекламирующие светодиодную продукцию [1], [2]. Разброс необходимой информации по разным источникам; отсутствие систематизации сведений и унифицированной формы представления технической информации; недостаточная уверенность в достоверности приводимых параметров указывают на отставание в разработке методологических, методических и метрологических основ светотехники, критериев качества и нормативов светодиодных источников света [3].

Качество светодиодов и излучающих кристаллов принято характеризовать системой взаимосвязанных световых и энергетических параметров. Характеризуя эффективность любого устройства, мы вспоминаем о его КПД. Эффективность источников света определяется как эффективным КПД, который представляет собой долю энергии оптического излучения, превращаемую в эффективную энергию приемника (человеческого глаза), т. е. эффективная энергия приемника (человеческого глаза) представляет собой ту часть энергии оптического излучения, которая вызывает в зрительном анализаторе человека определенные ощущения, так и энергетическим КПД преобразования электрической энергии в оптическое излучение. Однако производители светодиодов об эффективности зачастую умалчивают.

Целью данной работы является определение оптимального режима работы макета светотехнического устройства (МСУ) на основе мощных светодиодов, позволяющего экономить электроэнергию при минимальных инвестициях с учетом ретроспективного анализа для последующей разработки наиболее энергоэффективных светотехнических устройств на их основе.

При проектировании светотехнического устройства на основе мощных светодиодов необходимо решать многопараметрическую задачу по выбору фирмы производителя, единичной мощности светодиода и их количества, возбуждающего тока

светодиодов, эффективности, размеров радиатора, типа драйвера, срока службы и стоимости. Однако для получения конкретных результатов необходимо проводить моделирование работы светодиодов при различных токах и температурах.

На сегодняшний день существуют различные методики оптимизации режимов работы светодиодных источников света с учетом различных критериев:

1. Авторами [4] представлена методика оптимизации весогабаритных характеристик, для тепловыделяющих элементов с нелинейными свойствами, по которой, с учетом критерия минимальной цены определяется значение потребляемого тока светотехнического устройства. Данный метод позволяет решать оптимизационную задачу с очень ограниченным количеством параметров.

2. В [5] предлагается оптимизация сложных систем освещения по производительности (лм/Вт), размерам радиаторов и стоимости с использованием Webech LED Architect, используя при этом графическую визуализацию критических параметров. При использовании данной программы можно варьировать тепловое сопротивление радиаторов, ток, рабочую температуру светодиодов и их количество. Экономичность ОУ оценивается показателем стоимости светотехнического устройства, где не учитываются все монтажные работы, стоимость оптической системы и т. д., и не может быть использована для оценки ОУ, полностью законченной проектированием. А если использовать данную методику в процессе проектирования ОУ, то не учитываются срок службы используемых светодиодов и ретроспективный анализ ИС для сравнения с аналогами.

Нами предлагается оптимизация режима работы ИС на основе оценки экономической эффективности, где стоимость единицы световой энергии определяется не относительной величиной, как световая отдача ИС в лм/Вт [6], что является не совсем корректно, а энергетическим КПД (η_e), определяющимся отношением мощности излучения $P_{из}$ (Вт) к потребляемой мощности P (Вт). Исследование энергетических параметров МСУ, изготовленных на базе мощных светодиодов, проводились методом «Интегрирующей сферы» на испытательном фотометрическом стенде при фиксированном температурном режиме. Где мощность светового потока исследуемого МСУ сравнивалась с мощностью светового потока эталонного МСУ. Для экспериментов использовались светодиоды с одинаковым предварительно измеренным спектром излучения и цветовой температурой порядка 6000 К. Для оценки МСУ использовали относительную стоимость единицы световой энергии:

$$C_{с.э} = \frac{q}{\eta_e} + \frac{C_{CD}n + C_{рад} + C_{бл.п.}}{P_{из}n\tau},$$

где η_e – энергетический КПД светодиода, %; q – тариф на электроэнергию, р./Вт · ч (в расчете используется $q = 1,63$ р./Вт · ч для расчета за потребляемую э/э филиалом ОАО «Гомсельмаш» ГЗСК за март 2014 г.); C_{CD} – стоимость светодиодов, р.; $C_{рад}$ – стоимость радиатора, р.; $C_{бл.п.}$ – стоимость блока питания, р.; $P_{из}$ – мощность излучения, Вт; τ – срок службы ИС, ч; n – количество светодиодов в установке, шт.

Минимальная стоимость единицы световой энергии МСУ обеспечивается при максимальном КПД используемых светодиодов и максимальном значении суммарной мощности излучения табл. 1.

Так, для МСУ с полной потребляемой мощностью 30 Вт минимальное значение стоимости единицы световой энергии обеспечивается при использовании 41 светодиода типа ARPL-1W White6000, которые при токе возбуждения порядка 0,25 А ха-

рактеризуются КПД около 49 % и суммарной мощностью излучения 14,7 Вт МСУ 30 Вт, на основе светодиода CXA2530-0000-000N00T40E3 производства компании Cree, уступает в стоимости единицы световой энергии на 0,5 р./Вт · ч.

Определение относительной стоимости единицы световой энергии макета светотехнического устройства на основе светодиодов LED-003W-15C-220-240LM-B-PS, CXA2530-0000-000N00T40E3, ARPL-1W white 6000

$P_{из}$, Вт	$P_{\Sigma из}$, Вт	n , шт.	$C_{сд}$, р.	η_e , %	P , Вт	P_{total} , Вт	R_{th} , °C/Вт	m , кг	$C_{рад}$, р.	$C_{бл.п.}$, р.	$C_{с.э.}$, р./Вт · ч
0,47	4,7	10	11000	45,5	1	10	2,70	0,37	55555	59354	4,55*
0,36	3,6	10	11000	49	0,73	7,3	2,88	0,35	52142	34914	4,43*
0,42	4,2	10	11000	46	0,88	8,8	2,95	0,34	50769	56735	4,59*
0,81	8,1	10	10500	27,5	3	30	3,00	0,33	50000	139656	6,67**
0,52	5,2	10	10500	34,5	1,51	15,1	1,79	0,56	83889	48880	5,65**
0,73	7,3	10	10500	29	2,5	25	3,04	0,33	49342	128708	6,41**
0,47	14,1	30	11000	45,5	1	30	0,90	1,11	166666	139656	4,49*
0,36	14,7	41	11000	49	0,73	30	0,70	1,43	213785	139656	4,42*
11,9	11,9	1	172200	40	30	30	0,80	1,25	187500	139656	4,92***

* данные для светодиодов типа ARPL-1W White6000

** данные для светодиодов типа LED-003W-15C-220-240LM-B-PS

*** данные для светодиодов типа CXA2530-0000-000N00T40E3

Использование данной методики позволяет:

- определять оптимальный режим работы светотехнических устройств на основе мощных светодиодов;
- увеличить срок службы светодиодов за счет улучшения теплового режима во время эксплуатации;
- проектирование светотехнических устройств с учетом экономии электроэнергии при минимальных инвестициях;
- анализировать создаваемые светотехнические устройства с учетом ретроспективного анализа;
- усовершенствовать существующие программные комплексы, решающие данные задачи.

Литература

1. Product family data sheet. – С.16. – Режим доступа: www.CREE.COM/XLAMP.
2. Прайс-лист «Artleds». – Режим доступа: <http://www.Artleds.ru/phpshop/admpanel/order/forms/forma.php>. – 25.08.2013.
3. Тукшаитов, Р. Сравнительная оценка эффективности светодиодных и газоразрядных светильников / Р. Тукшаитов, Р. Нуруллин // Современ. светотехника. – 2010. – № 1. – С. 31–33.
4. Вставская, Е. В. Оптимизация режима работы светодиодных светильников / Е. В. Вставская, Т. А. Барбасова, В. И. Константинов // Электротехн. комплексы и системы управления. – 2011. – № 4. – С. 14–17.
5. Перри, Д. Оптимизация светодиодных систем освещения / Д. Перри // Электрон. компоненты. – 2011. – № 7. – С. 76–79.
6. Дорофеева, Д. Ю. Сравнение стоимости единицы световой энергии традиционных и полупроводниковых источников света / Д. Ю. Дорофеева, А. В. Трубач, В. Д. Никитин // Сб. тез. докл. науч.-практ. конф. (13-я Междунар. спец. выставка по светотехнике). – М. : ВИГМА. – 2007. – С. 15–17.