

Антон Бородин | Владимир Осипов

Мощный светодиод.

Pro et contra...

Всем проектировщикам и производителям светодиодных светильников известно, что с ростом тока через светодиод (СД) растет температура перехода, возрастает, но медленнее, излучаемый световой поток, изменятся цветовая температура. Но большинству это известно «в общем», поэтому говорить об оптимальности большого количества конструкций, особенно светильников средней и большой мощности, можно лишь с большой натяжкой. В статье приведены некоторые результаты исследований, которые могут оказать практическую помощь заинтересованным в качестве продукции специалистам.

Описываемые в статье исследования проводились на конструктиве взрывобезопасного светильника ССП03. Алюминиевый диск, на котором монтируются светоизлучающие элементы (матрица или светодиодный модуль), имеет поверхность 666 см². К нему крепится корпус светильника. Общая поверхность светильника составляет 2480 см². Площадь теплового контакта матрицы SOLERIQ E 45 (OSRAM) составляет 13 см², что, при потребляемой мощности 50 Вт, создает температуру в зоне «точки пайки» 68 °С, на ребре теплоприемного диска — 54,5 °С и на корпусе — 49,8 °С. В нормальных условиях световой поток светильника составляет около 4000 лм.

Для исследований был изготовлен модуль (Rainbow Electronics) на круглой алюминиевой плате (70 мм) с 12 СД XM-L2 фирмы Cree с площадью теплового контакта 38 см². Исследовались температурные и электрические режимы СД и светильника, а также световой поток и энергоэффективность.

Напомним важные для исследования параметры СД XM-L2 (1):

- максимальный ток 3 А;
- световой поток более 1052 лм при 10 Вт и 85 °С;
- прямое напряжение 3,05 В при 1,5 А и 85 °С;
- тепловое сопротивление 2,5 °С/Вт.

Температура модуля измерялась термопарой, закрепленной под винт. Для измерений температуры корпуса использовался пирометр Opttris LS-E2006-01-A с диаметром пятна менее 1 мм. Питание модуля СД осуществлялось от лабораторного блока питания PS-605D с цифровой индикацией выходных параметров и пересчитывалось во входную электрическую мощность с учетом КПД штатного источника питания (85%). Световой поток определялся косвенным методом по ГОСТ Р 53450 с использованием стенда СТ-1 собственного изготовления и аттестованного люксметра «ТКА-Люкс»

с коллиматором для исключения влияния отражений. Для измерения цветовой температуры использовался колориметр НРС-2.

При пяти значениях тока через диоды модуля после трехчасовой выдержки измерялись и рассчитывались электрические и светотехнические

характеристики светильника. Температура перехода рассчитывалась по методике, рекомендованной Cree. Все полученные результаты сведены в таблицу.

При начальном и конечном значениях тока дополнительно была измерена цветовая температура СД. При начальном токе все СД соответствовали заявленному бину (4700–5000 К), что неудивительно, поскольку Cree классифицирует диоды при 85 градусах. При максимальном токе цветовая температура сдвинулась в сторону повышения на 320–560 К.

Из таблицы хорошо видно, что рост потребляемой мощности на 60% дает только 30%-ный прирост светового потока. Однако при этом

Т а б л и ц а . Электрические и светотехнические характеристики светильника

Ток через СД, А	1,25	1,35	1,5	1,75	1,9
Напряжение на СД (среднее), В	2,92	2,95	2,97	3,00	3,04
Потребляемая мощность СД (средняя), Вт	3,65	3,98	4,45	5,25	5,78
Потребляемая мощность модуля, Вт	43,8	47,8	53,4	62,4	69,4
Расчетная потребляемая мощность светильника, Вт	50	56	64	75	80
Температура модуля, °С	82	86	92	104	110
Температура перехода (расчетная), °С	91,1	96,0	103,1	117,1	124,4
Температура корпуса, °С	50,3	53,0	55,5	60,0	64,0
Световой поток (расчетный), лм	5110	5386	5775	6318	6735
Световая отдача, лм/Вт	102	96	90	84	84

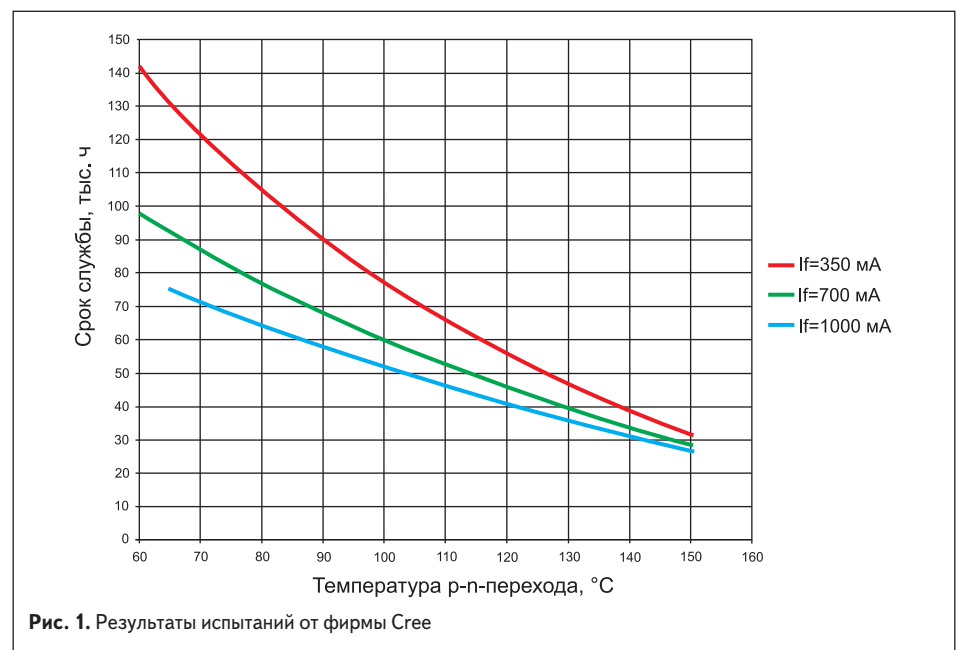


Рис. 1. Результаты испытаний от фирмы Cree

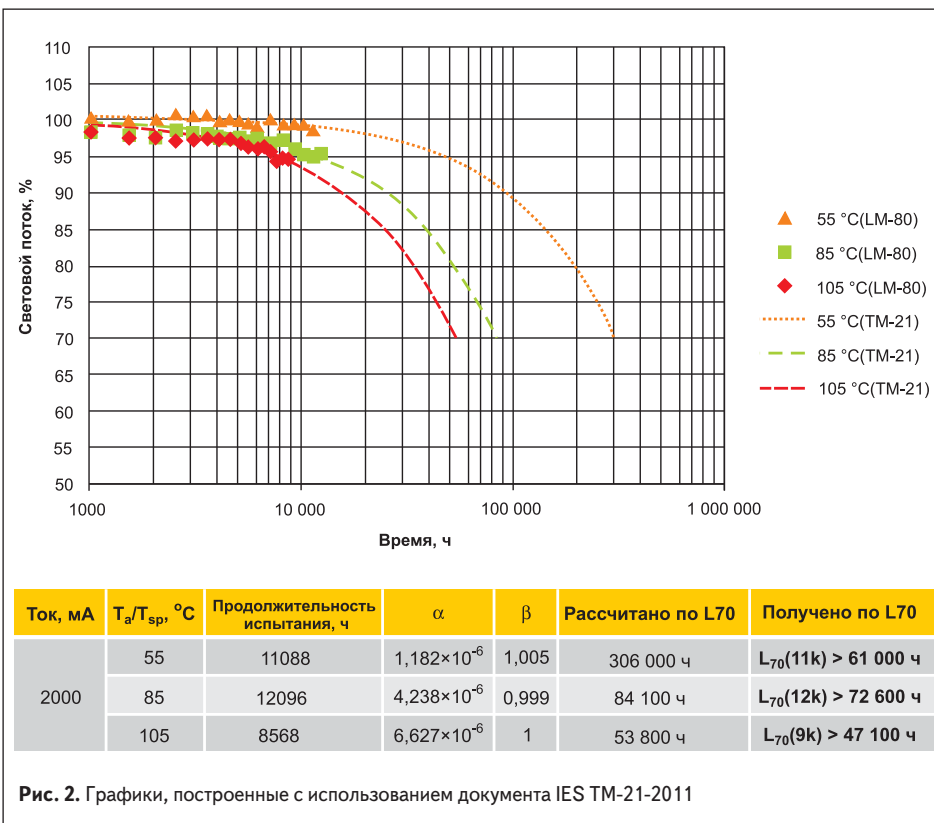


Рис. 2. Графики, построенные с использованием документа IES TM-21-2011

температура перехода достигает значений, при которых существенно снижается назначенный срок деградации СД.

Воспользуемся графиками (рис. 1), подготовленными по результатам длительных испытаний специалистами компании Cree [2, 3]. По мнению специалистов фирмы, графики являются типовыми и могут быть экстраполированы к другим условиям. Тогда по условиям эксперимента для тока 1,25 А мы можем рассчитывать на наработку СД до снижения светового потока на 30% в 52 000 ч, а для тока 1,9 А — не более 30 000 ч. Это «плата» за форсирование СД.

Графики, приведенные на рис. 2, построены с использованием документа IES TM-21-2011. Они позволяют экстраполировать результаты тестов LM-80 на длительную перспективу, отталкиваясь от температуры в точке пайки (которую в нашем случае можно принять равной температуре модуля). И в этом случае результаты близки к ранее полученным.

Важно заметить, что температура корпуса с развитым оребрением при этом повышается только на 14° при изменении температуры перехода СД более чем на 33°. И это у СД с минимальным тепловым сопротивлением. Все другие мощные СД будут иметь еще больший рост температуры перехода, а значит, и меньший срок службы. Следует предположить, что на рост температуры модуля, а следовательно, перехода, влияет удельная мощность на плате модуля и тепловое сопротивление «модуль-радиатор», но это требует отдельного кропотливого исследования. Наша задача — показать,

что хорошо, а что рискованно в этой сложной области теплотехники.

Из всего вышеизложенного можно сделать ряд полезных практических выводов:

- максимальные токи можно использовать только в конструкциях с одиночными СД или при низкой удельной мощности на плате с СД;
- при проектировании и испытаниях опытных образцов следует контролировать температуру «точки пайки» для предупреждения попадания СД в зону быстрой деградации из-за роста температуры перехода;
- переход на модуль с диодами Cree последнего поколения позволяет повысить световой поток более чем на 25% и получить световую отдачу более 100 лм/Вт при сохранении электрической мощности.

Проектируя новый светильник, следует помнить, что максимальная энергоэффективность и максимальный световой поток лежат на разных краях диапазона допустимых токов. Получив большой световой поток за счет разгона светодиода, мы рискуем столкнуться с неприемлемо малым временем работы. Такое может быть допустимо либо по требованию заказчика, который хорошо осознает получаемый конечный результат, либо для производителя, надеющегося свернуть производство до наступления этого момента.

Литература

1. XLampXML2.pdf
2. Cree Components Overview 20110228.pdf
3. Cree Components Overview 20121220.pdf