Светодиоды CREE для светильников наружного освещения

Сергей Миронов,
«Компэл»

В статье даны рекомендации по выбору серий светодиодов компании CREE для наружного освещения и по выбору режима работы светодиодов; приведены примеры расчета требуемого количества светодиодов для светильников, аналогичных светильникам на традиционных источниках света (лампы ДРЛ и ДНаТ) мощностью 250 Вт. Приведены также сравнительные данные по эффективности.

В настоящее время продукция ведущих мировых производителей светодиодов с успехом применяется для решения широкого круга задач: от декоративной подсветки внутри помещений до полноценного освещения улиц, тоннелей и автостоянок. Для каждого конкретного применения светодиод должен обладать рядом электрических и фотометрических характеристик, наиболее оптимальных с точки зрения его использования как источника света. Исходя из этого, производители светодиодов постоянно расширяют линейку выпускаемой продукции, которая полнее отвечает поставленным задачам.

В выгодной ситуации оказываются те производители светодиодов, которые обладают собственной эффективной технологией производства и проводят достаточный объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. В настоящее время среди мировых производителей светодиодов (Cree, Osram, Philips Lumileds, Nichia, Samsung, Seoul Semiconductor и др.) по многим достигнутым в отрасли параметрам лидирующие позиции занимает компания **CREE**. На продукции именно этого производителя мы и остановимся.

ВЫБОР СВЕТОДИОДОВ ДЛЯ СВЕТИЛЬНИКОВ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Требования к светодиоду как к источнику света вытекают из общих требований к светильнику в зависимости от его назначения и требований к искусственному освещению. Требования к искусственному освещению изложены в своде правил СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение», а требования к светильнику приведены в ГОСТ Р МЭК 60598-2003 «Светильники. Общие требования и методы испытаний. Часть 1 и 2» и ГОСТ Р МЭК 62031-2009 «Модули светоизлучающих диодов для общего освещения. Требования безопасности» (все приведенные здесь и далее по тексту нормативные документы — документы, принятые в РФ).

Свод правил утверждает, что для искусственного освещения следует использовать энергоэкономичные источники света, отдавая предпочтение при равной мощности источникам света с наибольшей световой отдачей и сроком службы. В связи с этим, чтобы определить серии светодиодов, которые наилучшим образом подойдут для использования в светильниках наружного освещения, необходимо рассмотреть и существующие традиционные источники света, применяемые в подобных светильниках.

В настоящее время для наружного освещения, в основном, используются два типа источников света различной мощности: дуговые ртутные лампы высокого давления (ДРЛ) и натриевые лампы высокого давления (НЛВД).

Дуговые ртутные лампы (стандарт), используемые для наружного освещения, имеют цветовую температуру излучаемого света в области нейтрального и холодного белого, значение светоотдачи 50–60 лм/Вт и срок службы 12–20 тыс. ч. Более экономичными и долговечными, чем лампы ДРЛ, являются газоразрядные натриевые лампы со светоотдачей 110–130 лм/Вт и сроком службы до 20–30 тыс. ч, но со смещенным спектром в область желто-оранжевого цвета. Светоотдача перечисленных источников света имеет максимальное значение для ламп мощностью более 400 Вт. Для ламп меньшей мощности, например, 250 Вт, светоотдача (тип.) имеет значение: 52 лм/Вт и 114 лм/Вт для ДРЛ и НЛВД, соответственно. В дальнейшем будем ориентироваться на эти величины.

Не следует забывать, что лампа является изотропным излучателем. При ее установке в светильник часть светового потока теряется на переотражениях и в защитном стекле светильника, что ведет к снижению общей эффективности изделия по отношению к источнику света. Типовое значение КПД массово выпускаемых светильников для наружного применения имеет значение в диапазоне 68–72%. Учитывая этот факт, имеем, что эффективность существующих светильников на лампах типа ДРЛ не превышает 38 лм/Вт, а на натриевых лампах не превышает 82 лм/Вт без учета потерь в пускорегулирующем аппарате (ПРА). В дальнейших расчетах будем считать, что для светильников, выполненных на традиционных источниках света, используется электронный ПРА с КПД, сравнимым с КПД источников питания светодиодных светильников, поэтому этот параметр, кроме отдельного случая, учитывать не будем.

Для наружного освещения применяется также и разновидность натриевой лампы — зеркальная натриевая лампа (ДНаЗ). При использовании в светильнике зер-

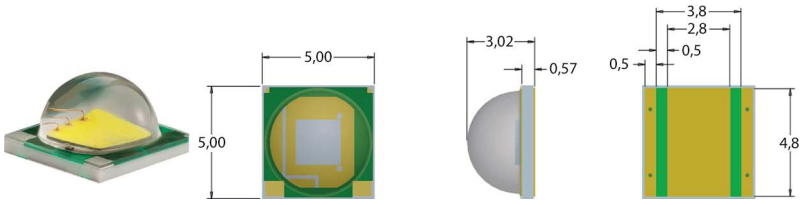


Рис. 1. *Внешний вид и габаритные размеры светодиода XM-L*

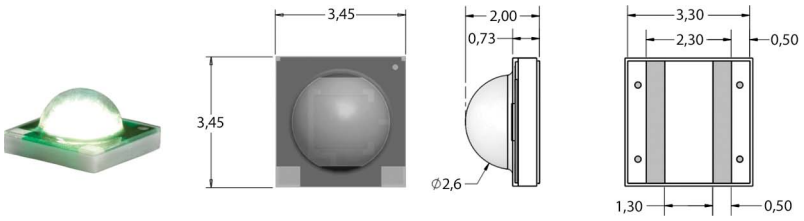


Рис. 2. *Внешний вид и габаритные размеры светодиода XP-G*

кальной натриевой лампы общая эффективность светильника достигает 95–98 лм/Вт.

Для освещения улиц, как правило, требуется формирование определенной кривой силы света светильника (КСС), что в светодиодном светильнике подразумевает наличие элементов вторичной оптики (как правило, по ряду причин, это линзы). Вторичная оптика вносит собственные потери (9–12%). В светильнике для защиты светодиодов от внешних воздействий может применяться защитное стекло, которое также вносит дополнительные потери (11–13%). В первом приближении, при использовании линз и защитного стекла суммарные оптические потери можно принять равными 25%. В этом случае желаемое значение светоотдачи светодиода в рабочем режиме (с учетом рабочей температуры кристалла и величины рабочего тока) должно быть более 50 лм/Вт (аналог ДРЛ) и более 107 лм/Вт (аналог НЛВД).

В постановлении правительства РФ ПП №602 от 20 июля 2011 г. «Об утверждении требований к осветительным устройствам и электрическим лампам, используемым в цепях переменного тока в целях освещения» говорится, что для наружного утилитарного освещения следует использовать светодиодные осветительные устройства с эффективностью не менее 50 лм/Вт в настоящее время, а с 01.07.2012 г. — не менее 60 лм/Вт. Под осветительным устройством подразумевается законченное изделие, в составе которого присутствует источник питания, также вносящий потери. КПД наиболее распространенных источников питания для наружного применения (мощностью несколько десятков ватт и более) находится в диапазоне 89–92%. Принимая среднее значение КПД источника равным 90%, можно вычислить минимальное требуемое значение эффективности светодиода в рабочем режиме. С учетом неизбежных оптических потерь и КПД источника питания значение эффективности светодиода должно быть более 73 лм/Вт в настоящее время и более 87 лм/Вт — с 01.07.2012 г. Примечательно, что полученное значение эффективности близко к эффективности светодиодного модуля, указанной в своде правил СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» (более 80 лм/Вт). Используя светодиоды с подобной светоотдачей, можно создать светильник, по эффективности превосходящий аналогичный на лампе ДРЛ. Для того чтобы светодиодный светильник смог превзойти аналогичный на НЛВД, следует ориентироваться на светоотдачу светодиода в рабочем режиме уже более 107 лм/Вт (при условии, что КПД источника питания светодиодного светильника и электронного пускорегулирующего аппарата НЛВД аналогичны).

Для наружного освещения светодиод как источник света должен обладать высоким и стабильным в течении продолжительного времени (несколько десятков тыс. ч) значением светового потока, иметь высокую светоотдачу в рабочем режиме и возможность точного управления кривой силы света (КСС). Для производителей светодиодных светильников наружного освещения очень важным является и доступность элементов вторичной оптики с требуемыми параметрами под выбранный тип светодиода.

Всем этим условиям в полной мере удовлетворяют светодиоды компании CREE серий **XM-L, XP-G**.

СВЕТОДИОДЫ СЕРИЙ XM-L, XP-G С МАКСИМАЛЬНОЙ СВЕТООТДАЧЕЙ

Из номенклатуры светодиодной продукции, выпускаемой компанией CREE, серии светодиодов XM-L и XP-G обладают наиболее высокой эффективностью и широким диапазоном рабочих токов. Правильный выбор рабочей точки светодиода (значение рабочего тока и температура кристалла — Tj) позволяет создавать светильники для наружного освещения с параметрами, превосходящими существующие на традиционных источниках света, даже принимая во внимание характеристики НЛВД.

Внешний вид светодиодов изображен на рисунках 1 и 2, а основные параметры приведены в таблице 1.

Из рисунков видно, что эти светодиоды очень похожи по внешнему виду и отличаются только размером корпуса. Это объясняется тем, что в светодиоде XM-L используется такой же тип кристалла, как и в светодиоде XP-G, но только увеличенной площади, что позволило получить низкое значение теплового сопротивления и повысить максимальный рабочий ток светодиода XM-L по отношению к светодиоду XP-G. Светодиоды выпускаются в холодном, нейтральном и теплом диапазоне белого цвета. Биннинг по цветовой температуре осуществляется, как и всей другой светодиодной продукции компании CREE, по стандарту ANSI C78.377.

Известно, что световой поток светодиода, а, соответственно, и светоотдача имеют максимальное значение в области холодного белого цвета и снижаются при переходе от холодного к ней-

тральному и теплому оттенкам белого. Исходя из субъективного восприятия, предпочтительно использовать в освещении нейтральный белый цвет (как близкий к естественному свету), хотя это нормативными документами не регламентируется. С другой стороны, для наружного освещения отсутствуют какие-либо требования к цветоразличению объектов (индекс цветопередачи CRI). Учитывая это, компания CREE для части выпускаемой продукции расширила диапазон координат цветности от кривой излучения абсолютно черного тела (пунктирная линия) в верхнюю и нижнюю стороны в области нейтрального белого цвета (см. рис. 3). Используя люминофор, отличающийся по составу от люминофора, который применяется в продукции, отобранной по стандарту ANSI C78.377, стало возможным в области нейтрального цвета получить светодиоды, по светоотдаче не уступающие светодиодам в холодном белом. Вид биннинга получил название **Outdoor White**. Типовое значение индекса цветопередачи этих светодиодов несколько ниже, чем у светодиодов, бинованных по стандарту ANSI C78.377 (CRI 65-70 против 75-80). Поскольку диапазон координат цветности расширен в стороны от кривой излучения абсолютно черного тела, то в белом свете этих светодиодов в бинах, выходящих за определенное стандартом ANSI C78.377 ограничение, может наблюдаться некоторый цветовой оттенок (слабый малиновый или слабый зеленый). В соответствии с нормативными документами это не имеет какого-либо существенного значения для наружного освещения.

Положительным качеством светодиодов, бинованных по Outdoor White, является меньшая, чем у бинованных по стандарту ANSI C78.377 светодиодов, стоимость, и поэтому светодиоды Outdoor White предпочтительнее в качестве источников света именно в светильниках наружного освещения.

Среди рассматриваемых серий светодиодов биннинг по Outdoor White в настоящее время осуществляется только для серии XP-G. Вид биннинга определяется по наименованию позиции:

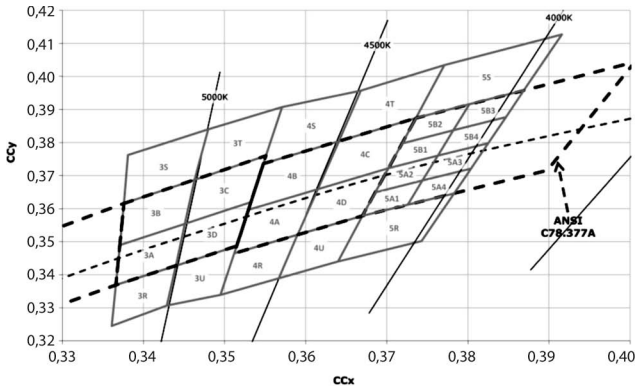


Рис. 3. ***Границы координат цветности при биннинге Outdoor White***

– **XPGWHT-L1-0000-00G51** биннинг по **ANSI C78.377**;
– **XPGWHT-01-0000-00GF5** биннинг по **OutdorWhite**.

Светодиоды серий XP-G и XM-L, имеющие максимальное значение эффективности и возможность точного управления световым потоком, ориентированы, в первую очередь, для световых приборов, которые заменяют существующие светильники, выполненные на ДРЛ, металлогалогенных и натриевых лампах для наружного и промышленного освещения.

Для минимизации оптических потерь желательно отказаться от дополнительного защитного стекла в светильнике, исключив тем самым и его влияние на результирующую ССС. Это можно сделать, используя специальные блочные линзы с дополнительной уплотняющей прокладкой, которая обеспечивает необходимую степень герметизации. Подобные блочные линзы на различные ССС изготавливают известные мировые производители **Ledlink**, **Khatod**, **Ledil** и др. Например, Ledlink выпускает блочную линзу **LL24CR-AU75135L** на 24 светодиода серий XP-G/XP-E (см. рис. 4). Блочная линза формирует ССС, находящуюся на стыке широкой и полуширокой диаграмм направленности. Дополнительно под эту блочную линзу выпускается алюминиевая печатная плата **LDKPCR-24L4WS4-02** (116×96 мм) с посадочными местами под светодиоды семейства XP (две параллельные цепочки по 12 светодиодов) и уплотняющая силиконовая прокладка **LL01A00RAAP7**.

Когда по тем или иным причинам отказаться от дополнительного защитного стекла в светильнике невозможно, его желательно делать не плоским, как обычно, а специальной формы [1].

Стоимость светодиодного светильника, а, соответственно, и света в настоящий момент довольно высока. Стоимость складывается из различных составляющих: источник питания, ис-

Таблица 1. Основные характеристики светодиодов серий XP-G, XM-L

	XM-L	XP-G
Максимальный световой поток на токе биннинга (Tj = 25°C), лм	280 (холодный белый)	139 (холодный белый)
Ток биннинга, мА	700	350
Световой поток на максимальном токе (Tj = 25°C), лм	до 910	до 460
Максимальный ток, мА	3000	1500
Прямое падение напряжения (тип.) на токе биннинга, В	2,9	3,0
Тепловое сопротивление, °C/Вт	2,5	4
Угол излучения, °	125	125
Световой поток* при Tj = 85°C, лм	до 600 (при 2000 мА) до 480 (при 1500 мА)	до 300 (при 1000 мА) до 220 (при 700 мА)
Светоотдача* при Tj = 75°C, лм/Вт	до 99 (2000 мА) до 109 (1500 мА)	до 94 (1000 мА) до 105 (700 мА)
Светоотдача* при Tj = 85°C, лм/Вт	до 98 (2000 мА) до 108 (1500 мА)	до 92 (1000 мА) до 104 (700 мА)
Светоотдача* при Tj = 95°C, лм/Вт	до 96 (2000 мА) до 106 (1500 мА)	до 91 (1000 мА) до 102 (700 мА)

* Расчетная величина, полученная с помощью программы «PCT-калькулятор».

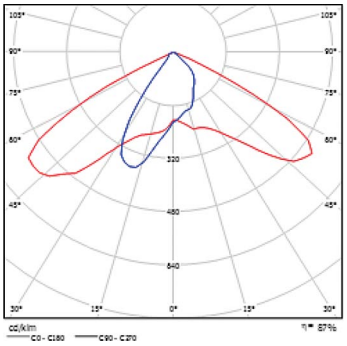


Рис. 4. ***Блочная линза Ledlink LL24CR-AU75135L и ее диаграмма направленности***

точник света, вторичная оптика, конструкция. Снизить стоимость светодиодного света можно выбором режима работы светодиода. Наиболее низкая стоимость света (руб./лм) получается на максимальном рабочем токе светодиода, но при этом снижается светоотдача, а, учитывая еще и повышенную рабочую температуру кристалла, можно существенно понизить светоотдачу (см. табл. 1). Оптимальным режимом работы, при котором обеспечивается приемлемая стоимость 1 лм и хорошее значение светоотдачи, можно считать режим по току 50–70% от максимального значения при температуре кристалла не выше 95°C (см. табл. 1). В этом случае обеспечивается необходимый запас по надежности, т.к. светодиод работает с запасом по мощности и по температуре (предельное значение температуры кристалла составляет 150°C), а количество светодиодов и элементов вторичной оптики требуется меньше, чем в случае, когда светодиод работает на токе биновки.

Для дальнейшего снижения себестоимости светильника желательно в большинстве случаев выбирать светодиоды не с наибольшим значением по световому потоку, а с его предшествующим значением. Как правило, светодиоды с максимальным значением светового потока имеют непропорционально высокую стоимость по сравнению со светодиодами с пониженным на один шаг (бин) световым потоком. Например, светодиод XMLAWT-00-0000-0000T5053 (260 лм) имеет стоимость (в поставке от 10 тыс. шт.) 3,75 долл., а XMLAWT-00-0000-0000T6053 (280 лм) — 5,03 долл. Очевидно, что добавка 7,5% по световому потоку и эффективности приводит к добавке стоимости в 34%, что может оказаться экономически неоправданным. Конечно, имея светодиоды с максимальным значением светового потока, светильник обеспечивает при прочих равных условиях и максимально возможную эффективность. Однако если задаться и в том, и в другом случаях достаточно высоким значением эффективности светильника, например, более 80 лм/Вт, ситуация по общей стоимости светодиодов уже не столь однозначна и может оказаться обратной. Меньшая общая стоимость получается на более дорогих светодиодах (см. ниже пример). Это еще раз подтверждает неоднозначность и некоторую сложность в оптимальном подборе светодиода и режима его работы в том или ином случае.

Из таблицы 1 следует, что если требуется изготовить светильник, по эффективности превосходящий аналогичный светильник на ДРЛ, то значение рабочего тока светодиода выбирается на уровне до 70% от максимального при температуре кристалла 85–95°C.

Ввиду конструктивных особенностей (тепловое сопротивление светодиода, алюминиевой печатной платы и т.д.) бывает достаточно сложно обеспечить температуру кристалла ниже 85°C во всем диапазоне рабочих температур окружающей среды при подводимой к светодиоду мощности более 3 Вт в мощном (свыше 100 Вт) светильнике. В этом случае для создания светильника, по эффективности сравнимого с аналогичным светильником на НЛВД, значение рабочего тока не должно превышать 50% от максимального тока. Однако если конструкция светильника все же позволяет обеспечить температуру кристалла светодиода не выше 75°C в диапазоне рабочих температур окружающей среды (например, если используются платы с повышенной теплопроводностью), то значение тока светодиода можно выбрать и больше — до 70% от максимального значения.

Из рисунков 5 и 6 видно, что даже при температуре кристалла Tj = 85°C и рабочем токе 70% от максимального значения светодиод прослужит значительно дольше, чем традиционные источники света. Продолжительность срока службы светильника уже будет зависеть не от долговечности светодиода, а от надежности и долговечности источника питания и самой конструкции светильника.

Учитывая данные таблицы 1 и графики по продолжительности срока службы светодиодов серий XM-L и XP-G, можно утверждать, что использование этих светодиодов позволяет создать светильник, по энергетическим параметрам значительно превосходящий светильник на ртутной лампе, и даже изготовить светильник, не уступающий установке на натриевой лампе (если применить светодиод серии XM-L). Для подтверждения этого рассмотрим некоторые примеры.

ВЫБОР РЕЖИМА РАБОТЫ СВЕТОДИОДОВ И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

Рассчитаем требуемое количество светодиодов и определим их режим работы для светильника, эквивалентного установкам на ртутной лампе (250 Вт) и натриевой лампе (250 Вт). Для расчета воспользуемся специальной программой «PCT-калькулятор», разработанной специалистами компании CREE. Доступ к этой программе можно получить на сайте www.compel.ru в разделе «Разработчику», подраздел «Калькуляторы».

Выберем для светильника, эквивалентного светильнику на лампе ДРЛ, светодиоды серии XP-G, а для светильника на натриевой лампе — светодиоды серии XM-L:

- **XPGWHT-L1-0000-00G53** (130 лм; 5000–7000 К; 2,26 долл.);
- **XPGWHT-L1-0000-00H53** (139 лм; 5000–7000 К; 3,65 долл.);

Задача

Подобрать компоненты для уличного светодиодного светильника

Решение:

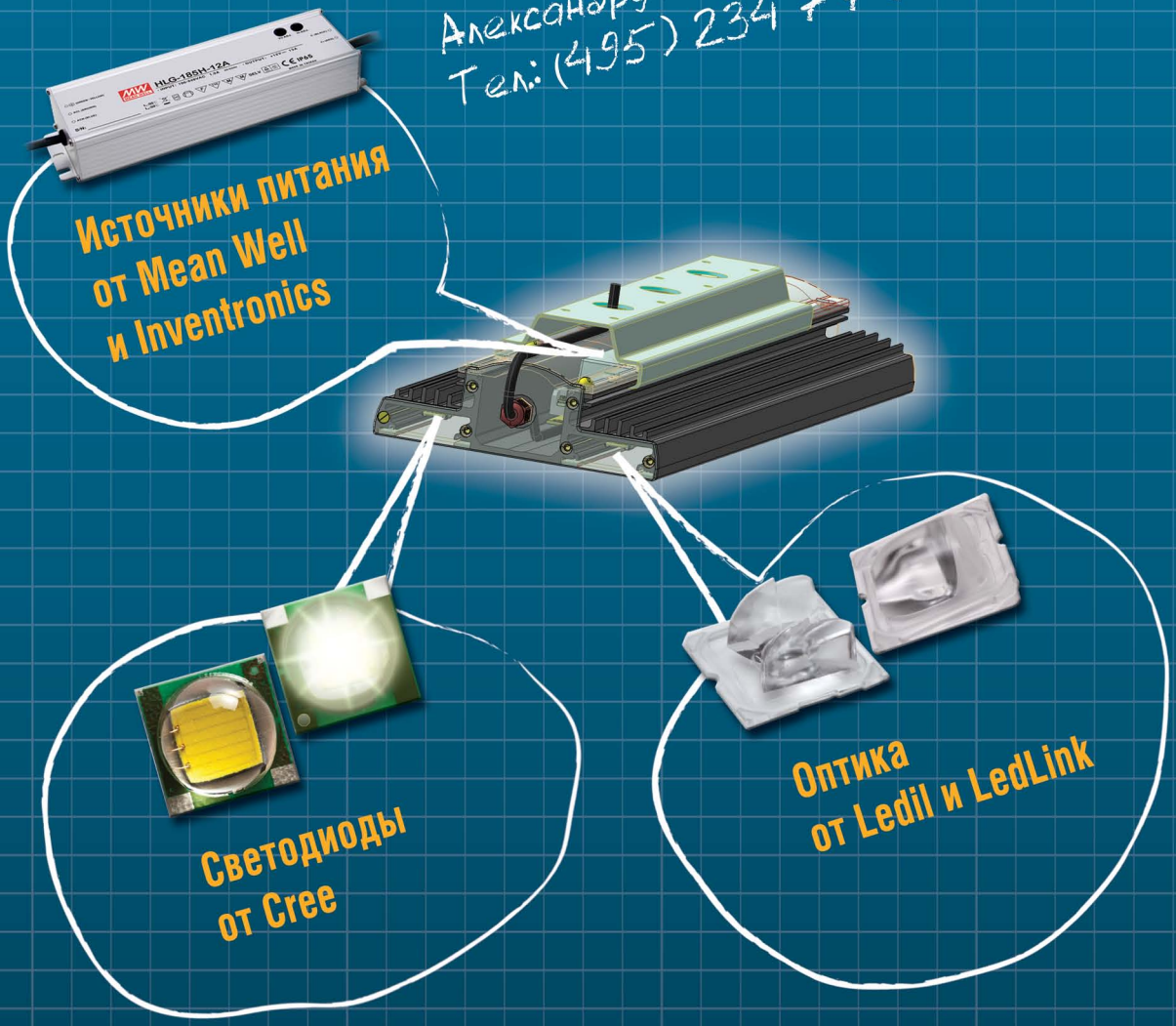
обратиться к инженерам КОМПЭЛ

Сергею Миронову, e-mail: s.mironov@compel.ru

Тел.: (495) 234 7764, доб. 2361

Александру Балашову, e-mail: a.balashov@compel.ru

Тел.: (495) 234 7764, доб. 2497



CREE · MEAN WELL · INVENTRONICS · LEDIL · LedLink Linking LEDs to The Real World

Отделы продаж светотехнических компонентов:

Москва
Тел.: +7 (495) 995-0901, доб. 2393
Филиппов Вадим
E-mail: svet.msk@compel.ru

Санкт-Петербург
Тел.: +7 (812) 327-9404, доб. 4339
Кузнецов Роман
E-mail: svet.spb@compel.ru

Киев
Тел.: +38 (044) 586-5601, доб. 2832
Монастырский Тарас
E-mail: svet@compel.ua

Компэл
www.compel.ru

– **XMLAWT-00-0000-0000T5053** (260 лм; 4700–7000K; 3,75 долл.);
– **XMLAWT-00-0000-0000T6053** (280 лм; 4700–7000K; 5,03 долл.).

Считаем, что в светильнике используются линзы совместно с защитным стеклом (общие оптические потери ~25% изначально учтены в расчете). Расчет проведем для светодиодов двух значений по световому потоку (максимальный бин и предыдущий бин) и при двух значениях температуры кристалла (85°C для максимального бина и 75°C — для максимального и предыдущего бина).

Световой поток светильника, выполненного на лампе ДРЛ мощностью 250 Вт, составляет 9000 лм, а светильника на натриевой лампе мощностью 250 Вт — 19500 лм. Результаты расчета приведены на рисунках 7 и 8.

Если принять во внимание значение светоотдачи светодиодного осветительного устройства, указанное в постановлении правительства РФ ПП №602 (более 50 лм/Вт), и учесть КПД источника питания (90%), то видно, что необходимую эффективность (56 лм/Вт) можно обеспечить при работе светодиода на токе вплоть до максимального значения 1500 мА (оптические потери 25% и потери при нагреве кристалла до 75°C учтены). Причем, если использовать светодиоды с максимальным световым потоком (максимальный бин), их стоимость составит 109,5 долл., а если использовать светодиоды с предыдущим бином, то всего 72,32 долл. Экономическая выгода очевидна. Подводимая мощность к светодиодам составит в первом случае 154 Вт (30 шт.), а во втором — 165 Вт (32 шт.). В данных режимах светодиодный светильник обеспечивает значительно большую экономию по сравнению с аналогичным на лампе ДРЛ (250 Вт).

Теплоотводящая площадка у светодиода XP-G имеет относительно небольшую площадь поверхности, и в данном режиме работы (1500 мА) для обеспечения выбранного теплового режима (температура кристалла не выше 75°C) потребуется более дорогостоящая алюминиевая печатная плата с повышенной теплопроводностью и большей толщиной медного слоя. В большинстве слу-

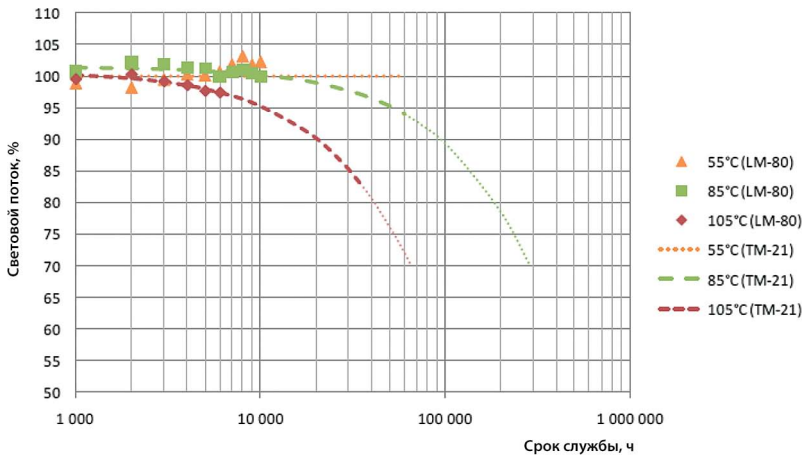


Рис. 5. Срок службы светодиода серии XP-G *(1000 мА)*

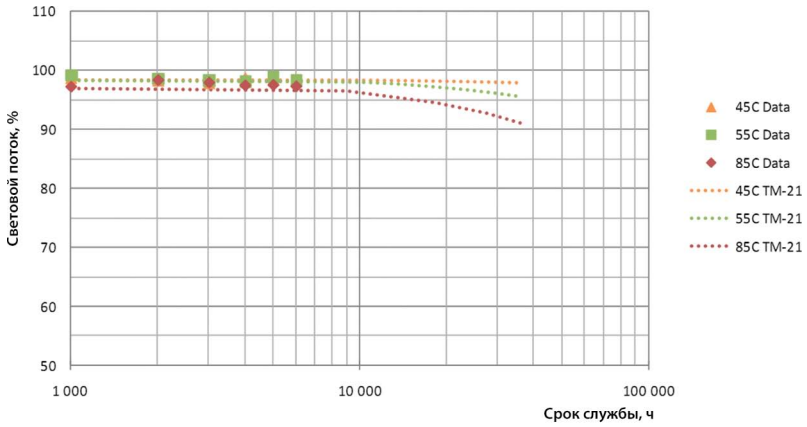
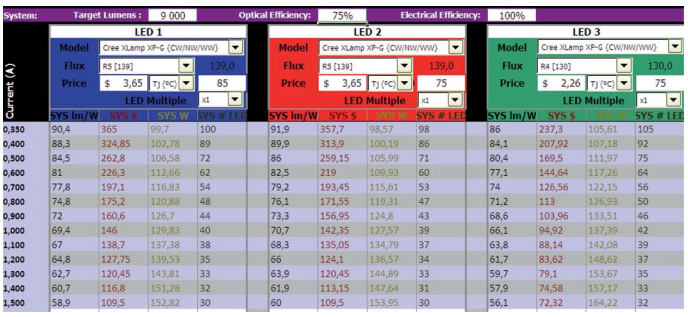
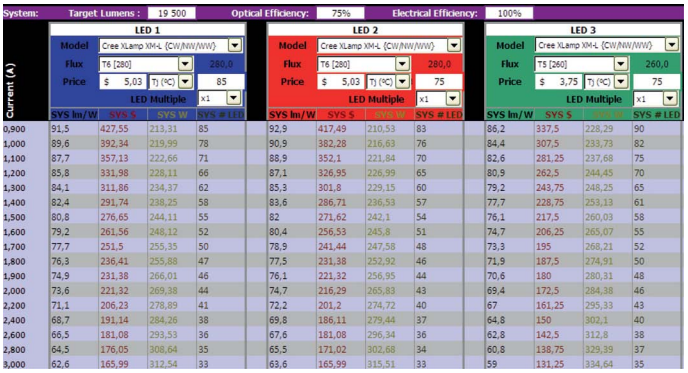


Рис. 6. Срок службы светодиода серии XM-L *(2000 мА)*



System:	Target Lumens : 9 000	Optical Efficiency: 75%	Electrical Efficiency: 100%												
	LED 1				LED 2				LED 3						
	Model: Cree XLamp XP-G (CW/NW/WW)				Model: Cree XLamp XP-G (CW/NW/WW)				Model: Cree XLamp XP-G (CW/NW/WW)						
	Flux: R5 [139]			139,0	Flux: R5 [139]			139,0	Flux: R4 [130]			130,0			
	Price: $ 3,65	Tj (°C)		85	Price: $ 3,65	Tj (°C)		75	Price: $ 2,26	Tj (°C)		75			
	LED Multiple			x1	LED Multiple			x1	LED Multiple			x1			
Current (A)	SYS lm/W	SYS $	SYS W	SYS # LED	SYS lm/W	SYS $	SYS W	SYS # LED	SYS lm/W	SYS $	SYS W	SYS # LED			
0,350	90,4	365	99,7	100	91,9	357,7	98,57	98	86	237,3	105,61	105			
0,400	88,3	324,85	102,78	89	89,9	313,9	100,19	86	84,1	207,92	107,18	92			
0,500	84,5	262,8	106,58	72	86	259,15	105,99	71	80,4	169,5	111,97	75			
0,600	81	226,3	112,66	62	82,5	219	109,93	60	77,1	144,64	117,26	64			
0,700	77,8	197,1	116,83	54	79,2	193,45	115,61	53	74	126,56	122,15	56			
0,800	74,8	175,2	120,88	48	76,1	171,55	119,31	47	71,2	113	126,93	50			
0,900	72	160,6	126,7	44	73,3	156,95	124,8	43	68,6	103,96	133,51	46			
1,000	69,4	146	129,83	40	70,7	142,35	127,57	39	66,1	94,92	137,39	42			
1,100	67	138,7	137,38	38	68,3	135,05	134,79	37	63,8	88,14	142,08	39			
1,200	64,8	127,75	139,53	35	66	124,1	136,57	34	61,7	83,62	148,62	37			
1,300	62,7	120,45	143,81	33	63,9	120,45	144,89	33	59,7	79,1	153,67	35			
1,400	60,7	116,8	151,28	32	61,9	113,15	147,64	31	57,9	74,58	157,17	33			
1,500	58,9	109,5	152,82	30	60	109,5	153,95	30	56,1	72,32	164,22	32			

Рис. 7. Результат расчета для светодиодов серии XP-G на 9000 лм



System:	Target Lumens : 19 500	Optical Efficiency: 75%	Electrical Efficiency: 100%												
	LED 1				LED 2				LED 3						
	Model: Cree XLamp XM-L (CW/NW/WW)				Model: Cree XLamp XM-L (CW/NW/WW)				Model: Cree XLamp XM-L (CW/NW/WW)						
	Flux: T6 [280]			280,0	Flux: T6 [280]			280,0	Flux: T5 [260]			260,0			
	Price: $ 5,03	Tj (°C)		85	Price: $ 5,03	Tj (°C)		75	Price: $ 3,75	Tj (°C)		75			
	LED Multiple			x1	LED Multiple			x1	LED Multiple			x1			
Current (A)	SYS lm/W	SYS $	SYS W	SYS # LED	SYS lm/W	SYS $	SYS W	SYS # LED	SYS lm/W	SYS $	SYS W	SYS # LED			
0,900	91,5	427,55	213,31	85	92,9	417,49	210,53	83	86,2	337,5	228,29	90			
1,000	89,6	392,34	219,99	78	90,9	382,28	216,63	76	84,4	307,5	233,73	82			
1,100	87,7	357,13	222,66	71	88,9	352,1	221,84	70	82,6	281,25	237,68	75			
1,200	85,8	331,98	228,11	66	87,1	326,95	226,99	65	80,9	262,5	244,45	70			
1,300	84,1	311,86	234,37	62	85,3	301,8	229,15	60	79,2	243,75	248,25	65			
1,400	82,4	291,74	238,25	58	83,6	286,71	236,53	57	77,7	228,75	253,13	61			
1,500	80,8	276,65	244,11	55	82	271,62	242,1	54	76,1	217,5	260,03	58			
1,600	79,2	261,56	248,12	52	80,4	256,53	245,8	51	74,7	206,25	265,07	55			
1,700	77,7	251,5	255,35	50	78,9	241,44	247,58	48	73,3	195	268,21	52			
1,800	76,3	236,41	255,88	47	77,5	231,38	252,92	46	71,9	187,5	274,91	50			
1,900	74,9	231,38	266,01	46	76,1	221,32	256,95	44	70,6	180	280,31	48			
2,000	73,6	221,32	269,38	44	74,7	216,29	265,83	43	69,4	172,5	284,38	46			
2,200	71,1	206,23	278,89	41	72,2	201,2	274,72	40	67	161,25	295,33	43			
2,400	68,7	191,14	284,26	38	69,8	186,11	279,44	37	64,8	150	302,1	40			
2,600	66,5	181,08	293,53	36	67,6	181,08	296,34	36	62,8	142,5	312,8	38			
2,800	64,5	176,05	308,64	35	65,5	171,02	302,68	34	60,8	138,75	329,39	37			
3,000	62,6	165,99	312,54	33	63,6	165,99	315,51	33	59	131,25	334,64	35			

Рис. 8. Результат расчета для светодиодов серии XM-L на 19500 лм

System:	Target Lumens : 9 000				Optical Efficiency: 75%				Electrical Efficiency: 100%			
	LED 1				LED 2				LED 3			
	Model: Cree XLamp XM-L (CW,NW,WW)				Model: Cree XLamp XM-L (CW,NW,WW)				Model: Cree XLamp XM-L (CW,NW,WW)			
	Flux: T6 [280]			280,0	Flux: T6 [280]			280,0	Flux: T5 [260]			260,0
	Price: $ 5,03 Tj (°C)			85	Price: $ 5,03 Tj (°C)			75	Price: $ 3,75 Tj (°C)			75
	LED Multiple			x1	LED Multiple			x1	LED Multiple			x1
Current (A)	SYS lm/W	SYS $	SYS W	SYS # LED	SYS lm/W	SYS $	SYS W	SYS # LED	SYS lm/W	SYS $	SYS W	SYS # LED
0,900	91,5	201,2	100,38	40	92,9	196,17	98,92	39	86,2	157,5	106,53	42
1,000	89,6	181,08	101,53	36	90,9	176,05	99,76	35	84,4	142,5	108,32	38
1,100	87,7	165,99	103,49	33	88,9	160,96	101,41	32	82,6	131,25	110,92	35
1,200	85,8	155,93	107,14	31	87,1	150,9	104,76	30	80,9	120	111,75	32
1,300	84,1	145,87	109,62	29	85,3	140,84	106,94	28	79,2	112,5	114,57	30
1,400	82,4	135,81	110,91	27	83,6	130,78	107,89	26	77,7	105	116,19	28
1,500	80,8	130,78	115,4	26	82	125,75	112,08	25	76,1	101,25	121,05	27
1,600	79,2	120,72	114,52	24	80,4	120,72	115,67	24	74,7	97,5	125,31	26
1,700	77,7	115,69	117,46	23	78,9	115,69	118,63	23	73,3	90	123,79	24
1,800	76,3	110,66	119,77	22	77,5	110,66	120,96	22	71,9	86,25	126,46	23
1,900	74,9	105,63	121,44	21	76,1	105,63	122,63	21	70,6	82,5	128,47	22
2,000	73,6	100,6	122,44	20	74,7	100,6	123,64	20	69,4	78,75	129,83	21
2,200	71,1	95,57	129,24	19	72,2	95,57	130,49	19	67	75	137,36	20
2,400	68,7	90,54	134,65	18	69,8	90,54	135,94	18	64,8	71,25	143,5	19
2,600	66,5	85,51	138,61	17	67,6	85,51	139,94	17	62,8	67,5	148,17	18
2,800	64,5	80,48	141,09	16	65,5	80,48	142,44	16	60,8	63,75	151,34	17
3,000	62,6	80,48	151,54	16	63,6	75,45	143,42	15	59	60	152,98	16

***Рис. 9.** Результат расчета для светодиодов серии XM-L на 9000 лм*

чаев, по этим и другим причинам, о которых упоминалось выше, лучше ориентироваться на значение тока не более 1000 мА.

Значительно лучших результатов можно достичь, если использовать светодиоды серии XM-L (см. рис. 7). Чтобы светодиодный светильник был эффективнее светильника, выполненного на натриевой лампе, следует выбрать такой режим работы светодиода по току, чтобы светоотдача превысила 82 лм/Вт (оптические и тепловые потери в расчете уже учтены). Из рисунка 7 видно, что можно выбрать режим работы светодиода до 1500 мА, если используется светодиод XMLAWT-00-0000-0000T6053, и до 1000 мА, если это светодиод XMLAWT-00-0000-0000T5053.

В данном примере при выбранных режимах работы стоимость светодиодов составит 271,62 долл. (54 шт.) и 281,25 долл. (75 шт.), соответственно. Здесь видна неоднозначность в окончательной стоимости, о которой упоминалось выше. Если задаться достаточно высоким значение эффективности (выше 80 лм/Вт в данном примере), то светодиоды изначально более высокой стоимости, но с большей эффективностью экономически оказываются предпочтительнее светодиодов с меньшей стоимостью и меньшей эффективностью. Однако для светодиодов серии XP-G такая особенность отсутствует (см. рис. 7).

Этот пример наглядно показывает, что светодиоды CREE серии XM-L имеют такие показатели, что даже на повышенном рабочем токе энергетические параметры светодиодных светильников не хуже, чем у самых эффективных светильников на натриевых лампах. Если светодиод использовать на токе до 700 мА, то представляется возможным изготовить светильник, по эффективности сравнимый со светильником на зеркальной натриевой лампе. При этом стоимость светодиодного светильника, конечно, будет велика.

Для сравнения на рисунке 9 приведен результат расчета на светодиодах серии XM-L для светильника, аналогичного светильнику на лампе ДРЛ мощностью 250 Вт. В этом случае, используя светодиоды даже на токе 2000 мА (20 шт.), видно их явное превосходство по экономическим и энергетическим параметрам по сравнению со светодиодами серии XP-G (см. рис. 7). Это еще раз доказывает, что у компании CREE новые серии светодиодов, имеющие более высокую начальную стоимость, при правильном режиме работы обеспечивают лучшие экономические и энергетические показатели.

В статье показано, что современный уровень развития светодиодов достиг таких значений, что светильник, выполненный на их основе, по показателям эффективности уже может конкурировать с наиболее эффективными светильниками на традиционных источниках света. Выбор светодиода и режима его работы с учетом всех аспектов до сих пор остается задачей нетривиальной и требующей повышенного внимания.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Балашов. Оптика для светодиодных светильников наружного освещения//Современная светотехника. №5. 2011.

Новые высоковольтные светодиоды от компании Cree

Компания Cree расширила линейку своей продукции. В семействах мощных полупроводниковых ламп XT-E и XM-L появились модификации High Voltage с высоким падением напряжения.

Светодиоды XT-E и XM-L при небольших размерах обеспечивают высокий световой поток, обладают хорошей эффективностью и оптимально подходят для изготовления светодиодных ламп на замену стандартных, например, таких как B10, E17, GU10 и A19. Светодиод XM-L High Voltage обеспечивает световой поток до 260 лм при мощности 2 Вт, а XT-E High Voltage — поток до 122 лм при потреблении 1 Вт. Стандартное рабочее напряжение высоковольтной модификации — около 46 В. За счет того, что рабочий ток светодиода стал существенно ниже, источник питания для такой модели примерно на 15% меньше по габаритам, на 10% дешевле и до 20% эффективнее, чем аналогичный по мощности для стандартного светодиода.

www.cree.ru