

Игорь Елисеев (КОМПЭЛ)

ОБЗОР СВЕТОДИОДНОЙ ПРОДУКЦИИ КОМПАНИИ CREE



Мир постепенно переходит на светодиодное освещение. Возникает вопрос о том, какие светодиоды использовать в том или ином случае. Цель статьи – представить читателю продукцию компании CREE, мирового лидера в области мощных осветительных светодиодов.

Вполне очевидно, что в самом ближайшем будущем производители осветительных приборов будут вынуждены сворачивать производство традиционных изделий и переходить к выпуску светодиодных светильников.

В последнее время в ряде индустриально развитых стран приняты программы постепенной замены традиционных источников света полупроводниковыми. Так, например, в Великобритании уже с 2009 года запрещено производство и использование ламп накаливания. В США, странах Евросоюза и в Австралии полный отказ от традиционных ламп накаливания запланирован на 2010 год. А примерно к 2015 году подобная участь может постигнуть и другие, широко распространенные в настоящее время источники света, такие как газоразрядные и галогенные лампы. К примеру, в США все уличное освещение к 2014 году должно быть заменено на светодиодное.

Подобные тенденции просматриваются и в России. Хорошо известен проект Российских железных дорог, в рамках которого предполагается перевести всю инфраструктуру на светодиодное освещение. В ряде регионов страны начата реализация программ по замене обычных источников света светодиодными. К 2020 году планируется перевести все уличное освещение в России на светодиодную основу.

Классификация светодиодной продукции CREE

Все светодиоды, выпускаемые компанией CREE, делятся на две большие группы – мощные, под общим названием XLamp и сверхъяркие (High-Brightness) (см. рис. 1). Каждая из этих групп продукции в свою очередь делится на подгруппы или семейства,

отличающиеся типом корпуса и параметрами. Разделение на группы определяется допустимой величиной тока через кристалл светодиода. К группе мощных относятся светодиоды с допустимой величиной тока 350 мА и выше. Сверхъяркие рассчитаны на меньший рабочий ток, типовое значение для них составляет 30...50 мА.

Светодиоды XLamp выпускаются в трех вариантах исполнения – XR, XP и MC. Все эти варианты исполнения пред-

назначены для поверхностного монтажа и отличаются формами и размерами корпусов. В настоящее время мощные светодиоды XLamp производятся на базе кристаллов двух типов, отличающихся размерами и рабочим током. Соответствующие этим типам кристаллов серии светодиодов обозначаются буквами С и Е. На данный момент компания CREE серийно производит пять серий мощных светодиодов, различающихся вариантом исполнения и типом используемого кристалла: XR-C, XR-E, XP-C, XP-E и MC-E.

Сверхъяркие светодиоды делятся на три большие группы, различающиеся вариантами исполнения. В первую группу входят светодиоды в стандартных выводных корпусах круглого или

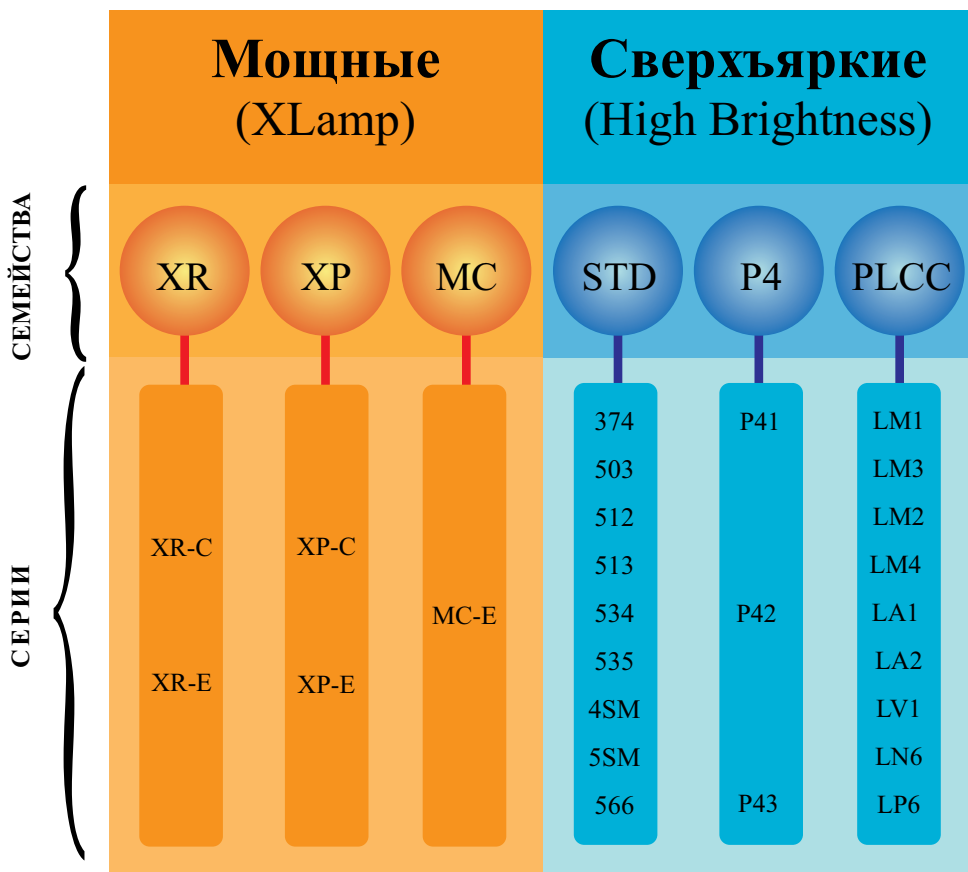


Рис. 1. Общая классификация светодиодной продукции CREE

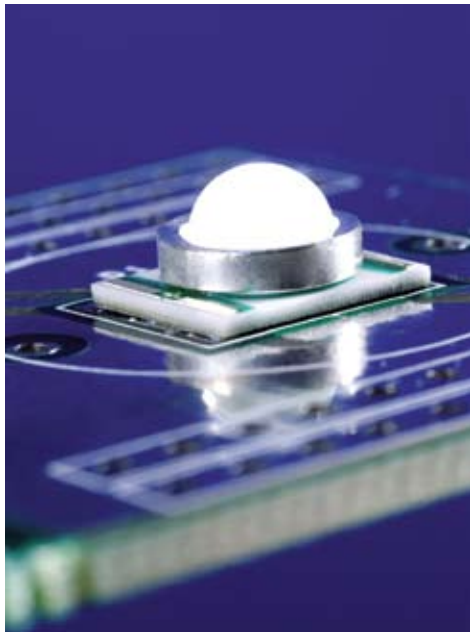


Рис. 2. Светодиод семейства XR

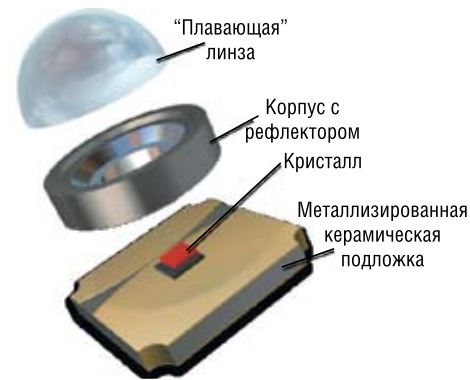


Рис. 3. Конструкция корпуса светодиодов семейства XR

овального сечения, диаметром от 3 до 5 мм. Вторую группу составляют светодиоды в корпусе квадратного сечения с четырьмя выводами для монтажа в отверстия. Данное исполнение обозначается у CREE как P4. Подобный тип корпуса также известен под названием Пирания (Piranha). В третью группу вошли светодиоды для поверхностного монтажа в корпусах типа PLCC.

Мощные светодиоды XLamp

Появление мощных светодиодов семейства XR (рис. 2) стало в свое время настоящим прорывом в области полупроводниковых источников света. Технологические новации, реализованные компанией CREE, и уникальная конструкция корпуса прибора позволили добиться превосходных технических характеристик при относительно невысокой стоимости изделий.

В качестве основания корпуса светодиодов семейства XR используется металлизированная керамическая под-

Таблица 1. Основные параметры светодиодов серий XR-C и XR-E (белый и сине-зеленые цвета)

Параметр	XR-C	XR-E
Тепловое сопротивление, тип., °C/Вт	12	8
Угол излучения (белый свет), град.	90	
Угол излучения (глубокий синий, синий, зеленый), град.	100	
Прямой ток (белый ≥ 5000К, глубокий синий, синий), макс., мА	500	1000
Прямой ток (белый < 5000К, зеленый), макс., мА		700
Максимальное обратное напряжение, В	5,0	
Прямое напряжение при 350 мА (кроме зеленого), тип., В	3,5	3,3
Максимальная температура перехода, °C	150	

Таблица 2. Основные параметры светодиодов серии XR-C (красно-желтые цвета)

Параметр	XR-C
Тепловое сопротивление, тип., °C/Вт	15
Угол излучения, град.	90
Прямой ток (красно-оранжевый, красный), макс., мА	700
Прямой ток (янтарный), макс., мА	350
Максимальное обратное напряжение, В	5,0
Прямое напряжение при 350 мА, тип., В	2,2
Максимальная температура перехода, °C	150

ложка с высокой теплопроводностью (рис. 3). Такое решение обеспечивает низкое тепловое сопротивление и электрическую изоляцию корпуса кристалла от внешнего теплоотвода. Кристаллы светодиодов изготавливаются по уникальной технологии выращивания светоизлучающих InGaN структур на монокристаллическом карбиде кремния (SiC). Материал подложки светодиодов (нитрид алюминия и карбид кремния) имеют близкие значения температурных коэффициентов объемного и линейного расширения, что позволяет решить проблему возникновения механических напряжений в кристалле при изменении температуры. Металлический корпус светодиода кроме механических функций выполняет также роль рефлектора. Еще одно ноу-хау компании CREE, нашедшее применение в конструкции

обеспечить автофокусировку в широком диапазоне температур окружающей среды. В собранном виде светодиоды XR имеют размеры 7x9 мм (ширина и длина) и 4,4 мм по высоте (см. чертеж на рис. 4). Встроенная линза обеспечивает угол излучения 90° для белого света, а также для красно-желтой области спектра, и 100° для сине-зеленых цветов. Корпус светодиода XR имеет один из самых лучших (если не лучший) в отрасли показатели по величине теплового сопротивления. Для светодиодов серии XR-E этот показатель составляет всего 8°C/Вт.

Параметры светодиодов XR напрямую зависят от типа установленного в них кристалла. Как отмечалось выше, в настоящее время светодиоды семейств XR и XP выпускаются на основе кристаллов двух типов. Светодиоды более

Все светодиоды, выпускаемые компанией **CREE**, делятся на две большие группы – мощные, под общим названием XLamp и сверхъяркие (High-Brightness). Разделение на группы определяется допустимой величиной тока через кристалл светодиода. К группе мощных относятся светодиоды с допустимой величиной тока 350 мА и выше. Сверхъяркие рассчитаны на меньший рабочий ток, типовое значение для них составляет 30...50 мА.

светодиодов семейства XR, – это использование так называемой «плавающей» линзы. Линза из кварцевого стекла закреплена в корпусе светодиода не жестко и держится за счет адгезии к кремнийорганическому гелеобразному герметику, как бы «плавает» в нем. Подобная конструкция позволяет не только исключить механические напряжения при термоциклировании, но и

раннего выпуска выполнены на базе кристаллов меньшего размера, рассчитанных на относительно небольшие токи. Серии этих светодиодов имеют в названии букву С (XR-C, XP-C). Новые кристаллы отличаются увеличенной площадью, повышенной светоотдачей и могут работать на больших токах. Соответствующие им серии обозначаются буквой Е (XR-E, XP-E).

Кроме размеров кристалла (электрические характеристики, тепловое сопротивление, интенсивность излучения и т.д.), серии XR-C и XR-E различаются также составом. Серия XR-C наиболее развита, в ее состав входят светодиоды всех основных цветов излучения, в то время как в составе серии XR-E отсутствуют светодиоды, работающие в красно-желтой области спектра. Основные технические характеристики светодиодов серий XR-C/XR-E белого и сине-зеленых цветов излучения приведены в таблице 1, а для XR-C красно-желтых цветов — в таблице 2. Обобщенные данные по интенсивности излучения светодиодов семейства XR приведены в таблице 3.

Необходимо сказать несколько слов об интерпретации информации, представленной в таблице 3. Внутри каждой цветовой группы светодиоды селективируются по интенсивности свечения на тестовом токе 350 мА. Каждая группа по интенсивности имеет строго определенные границы (минимальное и максимальное значения) и обозначается буквенно-цифровым кодом. В таблице 4 представлено распределение по группам для светодиодов XR-C/XR-E белого свечения.

В таблице 3 для обозначения границ используются минимальные значения по группам. К примеру, для светодиодов серии XR-E холодного белого свечения указан диапазон по интенсивности от 80,6 до 107 люменов. Это означает, что данный диапазон включает группы по интенсивности от P4 (80,6...87,4 лм) до Q5 (107...114 лм). А для светодиодов XR-E зеленого свечения определена только одна группа с минимальной гарантированной интенсивностью излучения в 67,2 лм.

Данные в таблице 3 наглядно демонстрируют тот факт, что серия XR-E в целом значительно превосходит XR-C по светоотдаче и эффективности, причем на одном и том же токе — 350 мА. Также надо учитывать, что XR-E может работать на больших значениях тока, нежели XR-C. Из графика на рис. 5 видно, что при повышении величины прямого тока до 700 мА интенсивность свечения увеличивается в 1,5...1,7 раза по сравнению со значением тока 350 мА, а при увеличении тока до 1000 мА — примерно в 2,2 раза.

Тем не менее, не следует однозначно списывать со счетов серию XR-C. Во-первых, в серии XR-E отсутствуют светодиоды красно-желтых цветов. Во-вторых, если сравнивать по цене светодиоды двух серий с одинаковыми характеристиками, то окажется, что XR-C использовать выгоднее. Например, XRCWHT-L1-0000-00901 дает ту же минимальную интенсивность свечения на токе 350 мА, что и

Таблица 3. Интенсивность излучения светодиодов семейства XR

Цвет излучения	Световой поток, лм/ Мощность излучения, мВт (при 350 мА)	
	XR-C	XR-E
Белый холодный	56,8...87,4 лм	80,6...107 лм
Белый нейтральный	56,8...80,6 лм	62,0...93,9 лм
Белый теплый	45,7...67,2 лм	56,8...80,6 лм
Глубокий синий	250...300 мВт	300...425 мВт
Синий	13,9...18,1 лм	23,5...30,6 лм
Зеленый	39,8...51,7 лм	67,2 лм
Янтарный	23,5...39,8 лм	—
Красно-оранжевый	30,6...39,8 лм	—
Красный	23,5...39,8 лм	—

Таблица 4. Группы по интенсивности для светодиодов семейства XR белого свечения

Группа	Минимальный световой поток при 350 мА, лм	Максимальный световой поток при 350 мА, лм
M2	39,8	45,7
M3	45,7	51,7
N2	51,7	56,8
N3	56,8	62,0
N4	62,0	67,2
P2	67,2	73,9
P3	73,9	80,6
P4	80,6	87,4
Q2	87,4	93,9
Q3	93,9	100
Q4	100	107
Q5	107	114

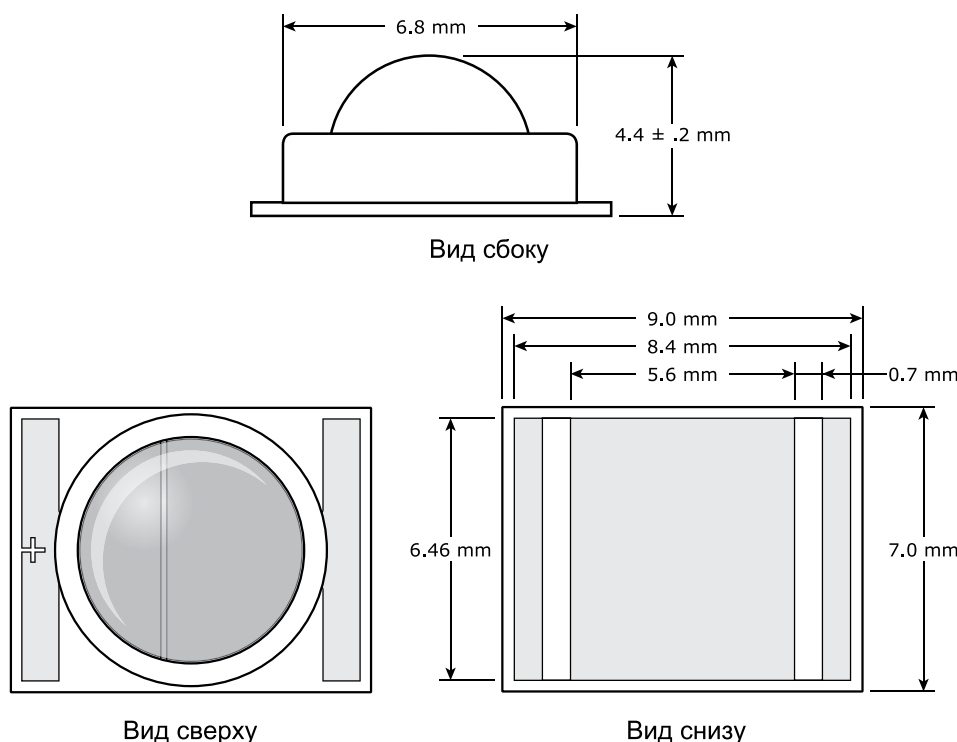


Рис. 4. Габаритный чертеж корпуса светодиода XR

XREWHT-L1-0000-00901 (80,6 лм), но стоит примерно на 12% дешевле. Поэтому, если требуются светодиоды с красно-желтым цветом свечения или же не предполагается эксплуатировать их

на токах больше 350...500 мА, то следует использовать XR-C.

Благодаря превосходным техническим характеристикам светодиоды семейства XR быстро завоевали по-

Таблица 5. Основные технические параметры светодиодов серий XP-C и XP-E

Параметр	XP-C	XP-E
Тепловое сопротивление, тип., °C/Вт	12	9
Угол излучения, град.	110	115
Максимальный прямой ток, мА	500	700
Максимальное обратное напряжение, В	5,0	
Прямое напряжение при 350 мА, тип., В	3,4	3,2
Прямое напряжение при 500 мА, тип., В	3,5	—
Прямое напряжение при 700 мА, тип., В	—	3,4
Максимальная температура перехода, °C	150	

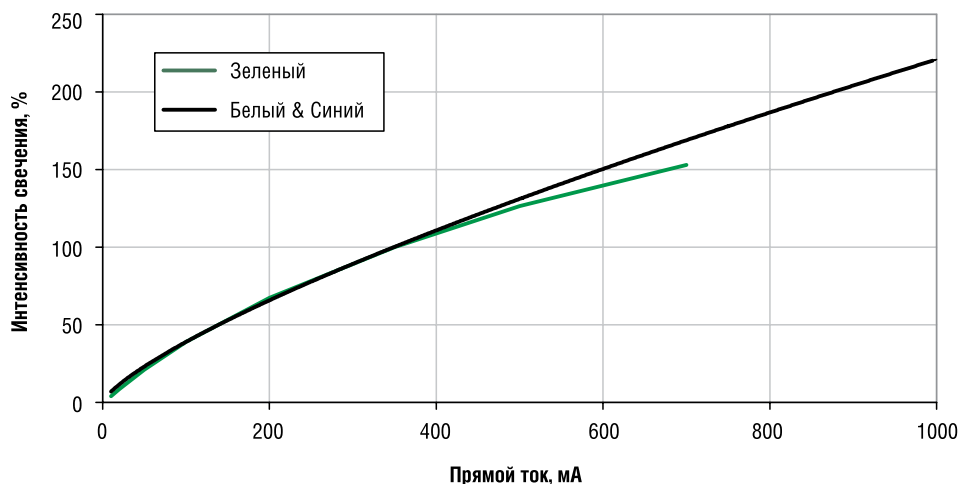


Рис. 5. Относительное изменение интенсивности свечения в зависимости от прямого тока для светодиодов серии XR-E

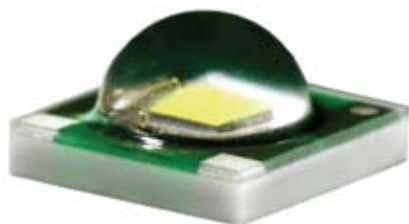


Рис. 6. Светодиод семейства XR

пулярность и получили широкое распространение в мире. Но, несмотря на это, компания CREE, похоже, не планирует дальнейшее развитие этого семейства. Возможно, это связано со сложной конструкцией корпуса и, как следствие, с относительно высокой стоимостью из-

делий. Новое поколение светодиодов XLamp семейства XR (рис. 6) при сравнимых технических показателях имеет стоимость примерно на 40% ниже по сравнению с аналогичными изделиями семейства XR.

Светодиоды семейства XR выпускаются в миниатюрных корпусах с габаритами всего 3,5x3,5 мм и высотой 2 мм (рис. 7). Основанием корпуса служит керамическая подложка, на которой устанавливается кристалл светодиода и линза. Как и другие представители XLamp, светодиоды XR имеют электрически изолированную площадку теплоотвода, что позволяет монтировать их непосредственно на радиатор без дополнительных изолирующих прокладок. Оптическая ось линзы светодиода про-

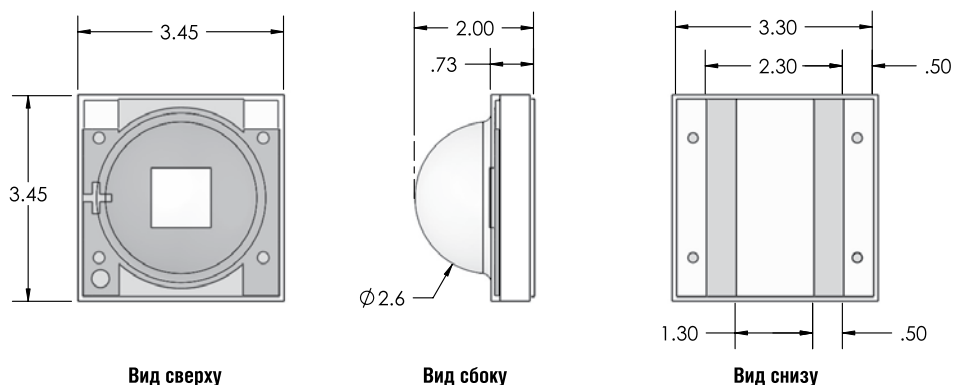


Рис. 7. Габаритный чертеж корпуса светодиода XR

ходит точно через геометрический центр корпуса, что улучшает совместимость и упрощает конструкцию линз вторичной оптики.

Как и в случае XR, светодиоды семейства XP выпускаются на базе кристаллов двух типов. Соответственно, данное семейство в настоящее время содержит две серии светодиодов — XP-C и XP-E. На момент написания данной статьи обе серии включали светодиоды только белого цвета свечения, но в ближайшее время ожидается появление монохромных приборов в рамках серии XP-E. Серии различаются по максимальному рабочему току, тепловому сопротивлению и углу свечения. Основные технические параметры светодиодов серий XP-C и XP-E приведены в таблице 5.

Как следует из данных таблиц 1 и 5, семейства XR и XP очень близки по основным электрическим параметрам. Но по светотехническим характеристикам XR уступает XP. Светодиоды семейства XP в среднем имеют более высокие показатели эффективности и интенсивности свечения по сравнению с XR. Светодиоды серии XP-E обеспечивают световой поток в 114 лм на холодном белом свете при токе 350 мА (таблица 6), что в настоящее время является самым высоким показателем в отрасли.

Как и в случае с XR, если не требуются предельные значения интенсивности и не предполагается работа на высоких значениях прямого тока, выгоднее использовать серию XP-C. Зависимость интенсивности свечения от тока для светодиодов XP практически такая же, как и для XR. График данной зависимости для серии XP-E приведен на рисунке 8. Как видно из графика, повышение прямого тока с 350 до 700 мА дает прирост интенсивности свечения примерно на 70%. Таким образом, светодиод XPЕWHT-L1-0000-00E01, например, имеющий минимум светового потока в 114 лм при токе 350 мА, может теоретически обеспечить порядка 194 лм на токе 700 мА. Мы говорим «теоретически», так как все эти характеристики верны при температуре перехода 25°C, что на практике недостижимо. В реальных условиях температура кристалла будет значительно выше, что приведет к снижению его излучательной способности. Зависимость интенсивности излучения от температуры перехода имеет практически линейную форму. Для светодиодов серии XP-E при повышении температуры от 25 до 125°C интенсивность свечения снижается примерно до уровня 70% от номинала (рис. 9). Подобная зависимость характерна для всех светодиодов XLamp. Обычно светодиодные светильники проектируют так, чтобы температура перехода в

рабочем режиме не превышала 80°C. Согласно графику на рис. 9, при температуре перехода в районе 75°C интенсивность свечения падает примерно до уровня 85%. Если вернуться к примеру с ХРЕВНТ-L1-0000-00E01, то при данных условиях эксплуатации реальный световой поток на токе 700 мА будет порядка 165 лм, а не 194, как дает «теория» при 25°C.

Кроме того, необходимо помнить, что эксплуатация при высокой температуре перехода резко сокращает срок службы светодиода, ведет к деградации его излучательной способности. В связи с этим, при проектировании осветительной системы на базе мощных светодиодов необходимо предусмотреть эффективную систему теплоотвода, позволяющую поддерживать температуру перехода в заданных пределах. На рисунке 10 приведена диаграмма, позволяющая определить допустимое значение прямого тока светодиода серии ХР-Е в зависимости от эффективности системы охлаждения и температуры перехода. Эффективность системы охлаждения выражена в единицах теплового сопротивления между р-п переходом кристалла светодиода и окружающей средой. Понятно, что чем меньше величина теплового сопротивления (и, соответственно, выше эффективность теплоотвода), тем выше допустимое значение тока при заданной температуре перехода. Например, если задать рабочую температуру перехода 100°C, то при общем тепловом сопротивлении системы 25°C/Вт прямой ток через светодиод не должен превышать 500 мА, а при снижении теплового сопротивления до значения 20°C/Вт можно поднять ток до 600 мА, увеличив тем самым интенсивность свечения. Если учесть, что собственное тепловое сопротивление светодиодов ХР-Е составляет 9°C/Вт, то в последнем случае тепловое сопротивление системы охлаждения (радиатора) не должно превышать 11°C/Вт.

Из данного примера становится ясно, что снижение собственного теплового сопротивления светодиода позволяет увеличить тепловое сопротивление радиатора и тем самым уменьшить его массо-габаритные показатели. Другими словами, чем меньше будет тепловое сопротивление светодиода, тем меньше будут размеры радиатора для его охлаждения, а следовательно, габариты и вес осветительной системы в целом. Компании CREE удалось создать светодиоды с рекордно низким значением теплового сопротивления. Это — светодиоды XLamp серии MC-E. Их тепловое сопротивление составляет всего 3°C/Вт!

Светодиоды серии MC-E (рис. 11) содержат четыре кристалла в одном

Таблица 6. Интенсивность излучения светодиодов семейства XP

Цвет излучения	Световой поток, лм (при 350 мА)	
	XP-C	XP-E
Белый холодный	73,9...93,9	87,4...114
Белый нейтральный	67,2...80,6	80,6...100
Белый теплый	56,8...67,2	67,2...87,4

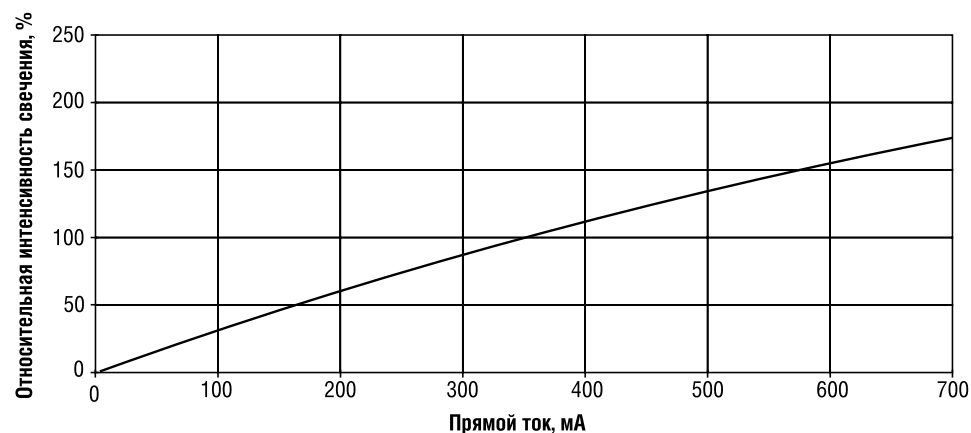


Рис. 8. Относительное изменение интенсивности свечения в зависимости от прямого тока для светодиодов серии XP-E

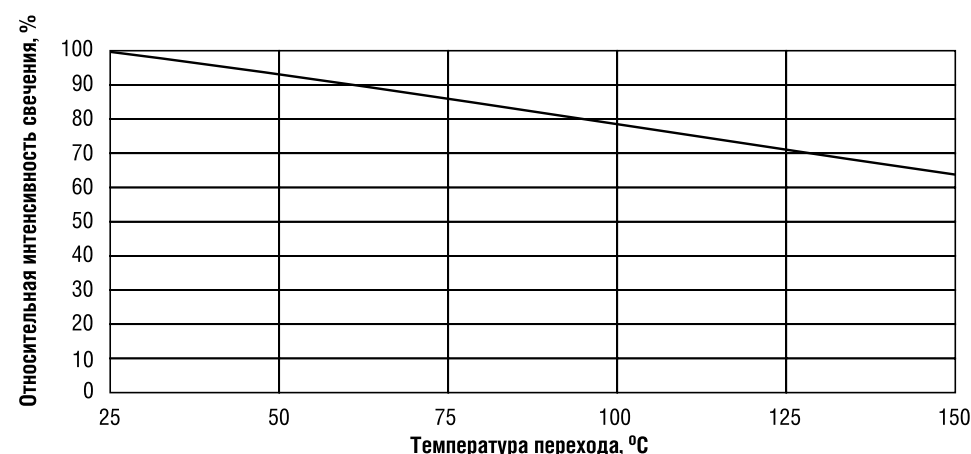


Рис. 9. Относительное изменение интенсивности свечения в зависимости от температуры перехода для светодиодов серии XP-E

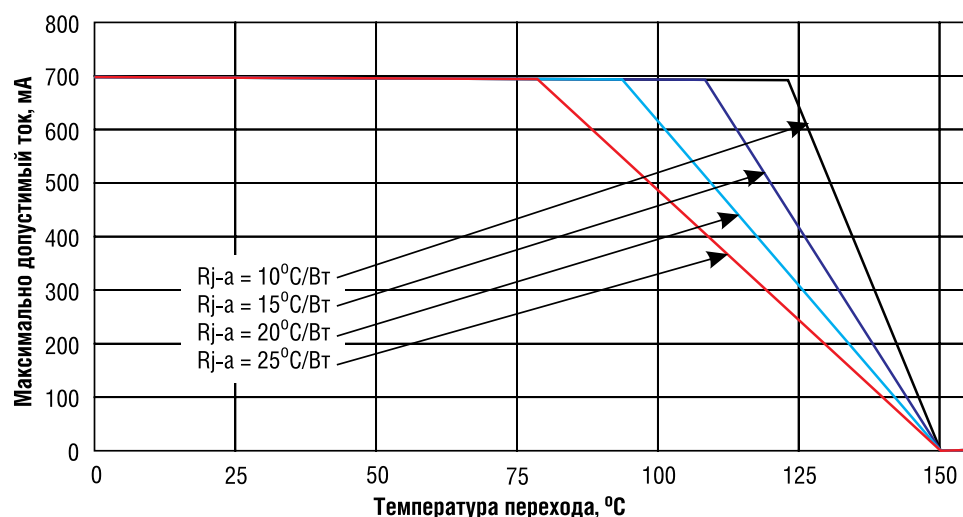


Рис. 10. Максимально допустимый ток для светодиодов серии XP-E в зависимости от эффективности системы охлаждения и температуры перехода

Таблица 7. Характеристики светодиодов серии MC-E

Параметр	Значение
Световой поток на холодном белом при токе 350 мА на кристалл, лм	370...430
Световой поток на нейтральном белом при токе 350 мА на кристалл, лм	320...370
Световой поток на теплом белом при токе 350 мА на кристалл, лм	240...320
Тепловое сопротивление типовое, °С/Вт	3
Угол излучения, град.	110
Максимальный прямой ток на кристалл, мА	700
Прямое напряжение на кристалле при токе 350 мА, тип., В	3,2
Прямое напряжение на кристалле при токе 700 мА, тип., В	3,4
Максимальное обратное напряжение на кристалл, В	5
Максимальная температура перехода, °С	150

Таблица 8. Характеристики 3 мм и 5 мм светодиодов в стандартном корпусе круглого сечения

Серия	Цвет свечения	Угол свечения, град.	Сила света, мкд	
374	Белый	25	3000...12000	
		35	2130...8200	
		65	1100...4180	
503	Янтарный	15	5860...23500	
		23	3000...12000	
		30	3000...8200	
	Синий	15	5860...23500	
		30	2130...8200	
	Зеленый	15	16800...64600	
		30	5860...23500	
	Красный	15	5860...23500	
		23	3000...12000	
		30	3000...12000	
		Белый	15	14400...32900
	512	Белый	25	3000...12000
513	Белый	55	2130...8200	
534	Белый	140	390...1100	
535	Белый	110	770...3000	

Таблица 9. Характеристики 4 мм и 5 мм светодиодов в стандартном корпусе овального сечения

Серия	Угол свечения, град	Цвет свечения	Сила света, мкд
4SM	100/45	Красный	1100...4180
		Зеленый	2130...8200
		Синий	550...2130
5SM	100/40	Красный	1100...4180
		Синий	2130...8200
		Зеленый	550...2130
		Янтарный	770...3000
566	70/35	Красный	1100...4180
		Синий	770...4180
		Зеленый	2130...12000
		Янтарный	1520...4180

корпусе. Кристаллы установлены на общей подложке, но имеют независимое друг от друга управление. 8-выводной корпус размерами 7x7,5 мм снабжен линзой на 110° и имеет изолированный теплоотвод. Чертеж корпуса светодиода серии MC-E приведен на рисунке 12.

В составе светодиодов MC-E используются те же кристаллы, что и в серии XR-E. Соответственно, с точки зрения электрических и светотехнических параметров, MC-E можно рассматривать как группу из четырех светодиодов типа XR-E. Однако данная аналогия будет



Рис. 11. Светодиод серии MC-E

не вполне уместной. Объединение четырех кристаллов в одном корпусе дает не только увеличение количественных показателей, но и добавляет новые качества, не свойственные группе из дискретных светодиодов. Одно из вновь приобретенных свойств, о котором было упомянуто выше, — это значительное снижение теплового сопротивления. Другое важное качество светодиодов MC-E — возможность использования одной линзы на четыре кристалла в системах с вторичной оптикой. Данная возможность позволяет значительно снизить себестоимость изделия. Стоимость светодиодных линз довольно велика и порой сравнима со стоимостью самих светодиодов. Поэтому использование одной линзы вместо четырех дает значительную экономию. Кроме того, само по себе использование одного светодиода MC-E вместо четырех XR-E дает экономию порядка 25...30%.

Светодиоды серии MC-E в основном находят применение в тех случаях, когда требуется очень мощный, но в то же время очень компактный источник света. Один светодиод MC-E способен обеспечить световой поток в 430 люменов на холодном белом при токе 350 мА на кристалл. Электрические и светотехнические характеристики светодиодов серии MC-E представлены в таблице 7.

Сверхъяркие светодиоды

К категории сверхъярких принято относить светодиоды, работающие на относительно небольших токах порядка нескольких десятков миллиампер (как и обычные, индикаторные светодиоды), но обладающие, как следует из названия, повышенной яркостью свечения. Сверхъярким светодиодам, в отличие от мощных, не требуется никаких систем теплоотвода, так как рассеиваемая ими мощность незначительна. Благодаря этому обстоятельству данная категория светодиодов может выпускаться в стандартных типовых корпусах для массового применения. В зависимости от типа корпуса, все сверхъяркие светодиоды CREE подразделяются на три большие группы.

К первой группе относятся светодиоды в стандартных корпусах круглого или овального сечения с двумя выводами (рис. 13). Данная группа включает в себя 4 подгруппы, различающиеся диаметром и формой корпуса светодиодов — 3 мм круглые, 5 мм круглые, 4 мм овальные и 5 мм овальные. Первая подгруппа (серия 374) наиболее малочисленная, она включает светодиоды только белого свечения с тремя возможными углами свечения — 25, 35 или 65 градусов. Вторая подгруппа (5 мм круглые) намного более обширна, она включает светодиоды пяти серий (503, 512, 513, 534 и 535) с различными углами свечения, белого и монохромного излучения. Общие характеристики светодиодов круглого сечения диаметром 3 и 5 мм приведены в таблице 8.

Две последние подгруппы образуют светодиоды монохромного излучения с овальной линзой. Подгруппа 4 мм включает серию 4SM с углами излучения в горизонтальной и вертикальной плоскостях соответственно 100 и 45 градусов. Подгруппа 5 мм включает 2 серии — 5SM (с углами 100/40 градусов) и 566 (70/35 градусов). В таблице 9 представлена информация об основных характеристиках этих серий.

Вторую группу образуют сверхъяркие светодиоды в корпусе типа P4. Это четырехвыводной корпус квадратного сечения размерами 7,6x7,6 мм с линзой. Данный тип корпуса широко используется производителями светодиодов, он также известен под названием «Пирания» (рис. 14).

Три серии светодиодов, выпускаемые в корпусе P4, отличаются углами свечения и цветовой гаммой. Серии P41 и P42 имеют линзы круглого сечения, а серия P43 — овальную. Основные параметры светодиодов данных серий представлены в таблице 10.

Последняя группа сверхъярких светодиодов в корпусах для поверхностного монтажа (PLCC) (рис. 15) отличается наибольшим разнообразием. В составе группы можно выделить светодиоды одного цвета (белого или монохромного излучения) и многоцветные (RGB), однокристалльные и многокристалльные, отличающиеся углами свечения, размерами и количеством выводов. Обширность группы не позволяет рассмотреть ее довольно подробно в рамках данного обзора (подробный обзор см. в статье Евгения Звонарева в этом же номере журнала). Поэтому ограничимся лишь кратким описанием состава серий.

В таблице 11 приведены основные характеристики серий сверхъярких светодиодов в корпусах PLCC — цветовая гамма, размер корпуса и угол свечения.

Серия LN6 заслуживает особого внимания. Несмотря на то, что светодиоды

Таблица 10. Характеристики сверхъярких светодиодов в корпусе P4 (Пирания)

Серия	Цвет свечения	Угол свечения, град.	Световой поток, лм
P41	Янтарный	40	4,4...11
		70	5,5...13,2
		100	5,5...13,2
	Синий	70	1,65...3,3
		Зеленый	70
	Красный		40
		70	4,4...11
		100	4,4...13,2
	Белый	60	3,85...11
90		3,85...11	
P42	Янтарный	120	5,5...13,2
	Синий		1,1...3,3
	Зеленый		4,4...11
	Красный		4,4...11
P43	Янтарный	90/35	2,13...8,2
	Красный		2,13...8,2

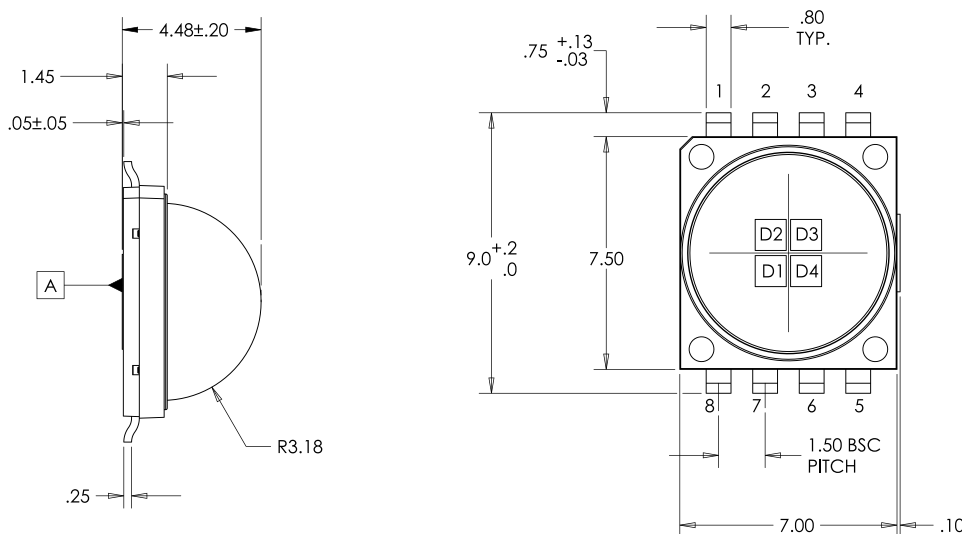


Рис. 12. Габаритный чертеж корпуса светодиода серии MC-E

этой серии относятся к категории сверхъярких, их параметры соответствуют мощным одноваттным приборам. Светодиоды выпускаются в шестивыводном корпусе для поверхностного монтажа размерами 5,0x5,0 мм и высотой 1,3 мм (рис. 16). Цвета свечения — белый холодный (CLN6A-WKW) или белый те-

плый (CLN6A-MKW). Световой поток светодиодов при рабочем токе 300 мА может достигать величины 101,8 лм на холодном белом. Основные технические характеристики светодиодов CLN6A приведен в таблице 12.

Следует также отметить, что стоимость светодиодов CLN6A существенно

Таблица 11. Серии сверхъярких светодиодов в корпусах для поверхностного монтажа (PLCC)

Серия	Цвета свечения	Размеры корпуса, мм	Угол свечения, град.
LM1	Янтарный, синий, зеленый, красный, белый	3,2x2,7	120
LM2	Янтарный, красный	3,2x2,7	60
LM3	Янтарный, красный, белый	2,7x2,0	120
LM4	Янтарный, синий, зеленый, оранжевый, красный	3,2x2,7	120
LP6	Янтарный, красный, белый, RGB	6,0x5,0	120
LA1	Белый	3,2x2,8	120
LA2	Белый	3,2x2,8	120
LV1	RGB	3,2x2,8	120
LV6	RGB	5,5x5,5	120
LN6	Белый	5,0x5,0	115

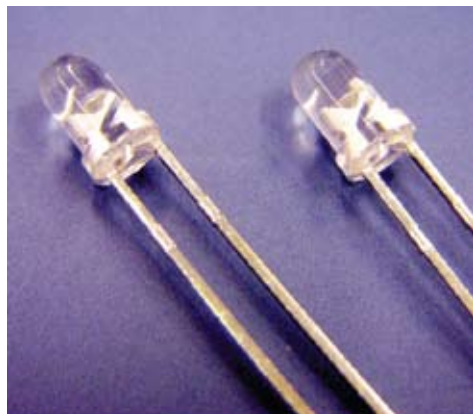


Рис. 13. Сверхъяркие светодиоды в стандартном двухвыводном корпусе



Рис. 14. Сверхъяркие светодиоды в корпусе P4 (Пиранья)



Рис. 15. Сверхъяркие светодиоды в корпусах для поверхностного монтажа (PLCC)

ниже, чем у мощных XLamp со сравнимиыми характеристиками.

Новые разработки

Обзор светодиодной продукции CREE будет неполным, если не упомянуть о новых разработках компании, появление которых ожидается в ближайшее время.

В первую очередь следует рассказать о дальнейшем развитии семейства XP. Серия XP-E пополняется светодиодами мощного излучения. В состав линейки

Таблица 12. Характеристики светодиодов CLN6A

Параметр	Значение
Максимальный прямой ток, мА	350
Пиковый прямой ток, мА	600
Максимальное обратное напряжение, В	5
Максимальная рассеиваемая мощность, мВт	1200
Диапазон рабочих температур, °С	-40...90
Прямое напряжение при токе 300 мА, тип., В	3,8
Световой поток на холодном белом при токе 300 мА, лм	60,5...101,8
Световой поток на теплом белом при токе 300 мА, лм	51,0...85,6
Тепловое сопротивление, °С/Вт	15
Угол свечения, град.	115

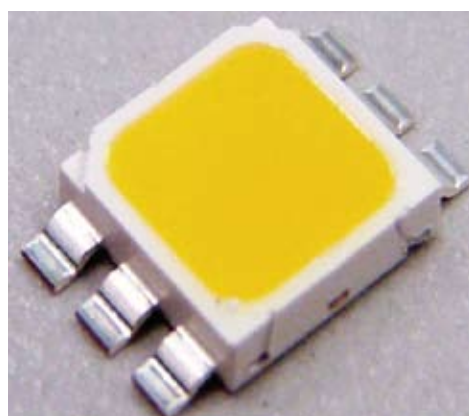


Рис. 16. Светодиод CLN6A

войдут светодиоды шести цветов свечения — глубокий синий (450...465 нм), синий (465...485 нм), зеленый (520...535 нм), янтарный (585...595 нм), красно-оранжевый (610...620 нм) и красный (620...630 нм). Новые светодиоды будут иметь угол излучения 130°, они рассчитаны на максимальные рабочие токи от 700 до 1000 мА и имеют высокие значения светового потока при токе 350 мА: 100 лм для зеленого, 51,7 лм для янтарного и красного, 56,8 лм для красно-оранжевого и 30,6 лм для синего.

В рамках семейства XP появится новая серия светодиодов с рекордными показателями по эффективности и интенсивности свечения. Светодиоды серии XP-G будут выдавать световой поток в 135 лм при токе 350 мА и 335 лм при токе 1000 мА. Конструкция корпуса новых приборов аналогична серии XP-E, но обеспечивает более низкое тепловое сопротивление — 5,5°С/Вт. Светодиоды серии XP-G будут иметь линзу с углом излучения 125° и низкое значение прямого напряжения на переходе (3,3 В при токе 1000 мА). Цвет свечения новых приборов будет белый холодный в диапазоне 8300К...5000К.

В ближайшее время начинается производство четырехцветных светодиодов серии MC-E. Новое изделие содержит четыре кристалла синего, зеленого, красно-

го и белого свечения. Будут выпускаться два варианта, отличающиеся цветовой температурой белого света — 6500К (холодный) или 4000К (нейтральный). Светодиод выполнен в 8-выводном корпусе с крайне низким тепловым сопротивлением — всего 3°С/Вт, снабжен линзой с углом излучения 115° и обеспечивает суммарный световой поток до 500 лм при токе 700 мА на кристалл.

Закключение

Широкий ассортимент светодиодной продукции, выпускаемой компанией CREE, и ее великолепные характеристики дают возможность разработчикам светотехнических решений реализовать свои самые смелые творческие замыслы. Трудно себе представить светотехническое изделие, где нельзя было бы применить что-либо из линейки светодиодов CREE. Для систем освещения наилучшим образом подойдут светодиоды XLamp (в первую очередь семейства XP), для декоративной и интерьерной подсветки можно использовать сверхъяркие светодиоды в корпусах PLCC, для создания светодиодных экранов, информационных и рекламных панелей, светящихся вывесок и знаков прекрасно подходят светодиоды в стандартных корпусах (преимущественно с овальными линзами), а в автомобилестроении уже стало стандартом использование светодиодов в корпусах типа «пиранья» для изготовления фонарей и сигналов поворота.

Продукция CREE пользуется огромным спросом во всем мире. Нет никаких сомнений в том, что и в нашей стране интерес к этой продукции будет не менее велик и отечественные производители светотехнических изделий по достоинству оценят превосходные характеристики и высокое качество светодиодов компании CREE.

Получение технической информации,
заказ образцов, поставка —
e-mail: lighting.vesti@compel.ru