

Вадим Смирнов | sva@rtcs.ru | Артем Кондратьев | akv@rtcs.ru |
Илья Лебедев | iis@rtcs.ru | Александр Абалов | ana@rtcs.ru

Комплексный подход к подбору компонентов

для изготовления светотехнических изделий

Для успешной реализации конечного решения нужен комплексный подход к подбору компонентов. В статье подробно рассматриваются новые источники света Cree, оптимально подходящая для них вторичная оптика LEDiL и специально подобранные уникальные коннекторы для крепления мощных светодиодных матриц от IDEAL Industries, которые позволяют создавать качественные изделия, отличающиеся длительным сроком службы и высокой эффективностью.

На стадии разработки продукции светотехнического направления (как, впрочем, и в других областях) необходимо учитывать сочетаемость компонентов, от которой, в сущности, зависят технические характеристики изделия и сопутствующие капитальные и эксплуатационные затраты. Современная тенденция к миниатюризации коснулась и рынка светотехники: светодиоды (СД) становятся все меньше, а световой поток с единицы площади — все выше. Так, недавно компания Cree объявила о достижении в лабораторных условиях световой отдачи СД, равной 303 лм/Вт, что вплотную приближается к теоретическому пределу. Серийная продукция, например Cree XLamp XP-L, уже достигла эффективности 200 лм/Вт при токе 350 мА и $T_j = +25$ °С. Конечно, использовать XP-L на таком токе и с обеспечением необходимого теплового режима пока что дорого, но сам факт подобной возможности говорит о многом.

Размещение светодиодных чипов более мощных серий в миниатюрных корпусах позволяют снизить стоимость как самого СД (за счет экономии на корпусе), так и конечного продукта — светильника. Ведь чем меньше



Рис. 1. Cree XQ-E

СД, тем легче управлять его световым потоком, а значит, существует возможность использования более дешевой вторичной оптики меньших размеров. Кроме того, увеличение светового потока позволяет использовать меньшее количество СД.

Дискретные светодиоды

Cree XQ-E

XQ-E — это новый СД (рис. 1), обладающий характеристиками, аналогичными XP-E2, но с размером корпуса на 78% меньше, что делает его универсальным источником света для световых приборов, конструкция которых предполагает наличие ограничений по габаритам, например прожекторы для архитектурного освещения.

Семейство XQ-E позволяет производителям светодиодных светильников существенно снизить размеры и себестоимость изделий без ущерба для светового потока, эффективности и надежности.

Помимо различных вариантов с белым свечением, для XQ-E доступны и «цветные» модификации, в том числе и новый вариант янтарного цвета (PC Amber), основанного на использовании специального люминофора. Данная технология улучшает фотометрические характеристики СД, а также заметно повышает стабильность цветности излучения при увеличении температуры T_j и тока, протекающего через СД.

Миниатюрные размеры корпуса 1,6×1,6 мм предоставляют возможность достичь высочайшей концентрации светового потока при использовании этого СД в составе массива светодиодов. Так, разместив четыре XQ-E под оптикой, предназначенной для серии XP, можно получить четырехкратное увеличение светового потока по сравнению с XP с той же линзой.



Рис. 2. Cree XB-N

Cree XB-N

Светодиод Cree XB-N в корпусе малого размера (2,45×2,45 мм) демонстрирует высокие значения светового потока и эффективность. Применение XB-N в проектах, рассчитанных для СД формата XP, позволяет создавать более компактные и, следовательно, менее дорогие изделия, а также разрабатывать решения нового класса, ранее недоступные в связи с существовавшими технологическими ограничениями.

Для XB-N (рис. 2) легко подобрать оптику, поскольку на рынке имеется значительный ассортимент, предназначенный для его предшественника — XB-D, большая часть которого подходит и для XB-N.

Cree XP-L

Cree XP-L (рис. 3) представляет собой чип популярного СД XM-L2, упакованный в корпус формата XP (3,45×3,45 мм). Подобная модернизация привела к тому, что новинка

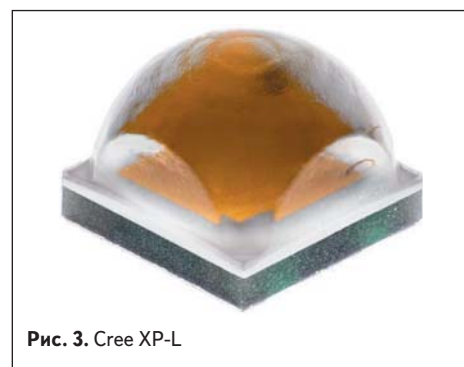


Рис. 3. Cree XP-L

способна обеспечить световой поток до 1226 лм и увеличить световую отдачу более чем на 50% путем простой замены в решениях XP-G на XP-L. При этом не требуется разработки новых плат: посадочные размеры и размеры контактных площадок у данных моделей совершенно идентичны.

По сравнению с XM-L2 новинка имеет меньшие размеры корпуса, а значит, можно сократить габариты светового модуля. Тем не менее к этой задаче следует подходить максимально аккуратно, учитывая высокую мощность СД и связанные с этим сложности по обеспечению теплоотвода.

Благодаря высокой эффективности бинирование СД Cree XP-L производится на более высоком токе, чем у XM-L (1050 мА), и при температуре $T_j = +85^\circ\text{C}$.

Модель совместима с большинством доступных на рынке линз и рефлекторов для диодов XT-E, XP-E и XP-G. Это позволяет оптимизировать технико-экономические показатели светодиодных модулей путем применения различных моделей СД серии XP для одного и того же конструктива «печатная плата–блочная линза».

Основные параметры дискретных светодиодов Cree представлены в таблице 1.

Таблица 1. Спецификация новых дискретных светодиодов Cree

Параметр	XQ-E	XВ-Н	XP-L
Размер, мм	1,60×1,60	2,45×2,45	3,45×3,45
Максимальный ток, мА	1000	1500	3000
Максимальная мощность, Вт	3	5	10
Световой поток, лм	до 287 при 3 Вт, 85 °С	до 499 при 5 Вт, 85 °С	до 1079 при 10 Вт, 85 °С
Типовое напряжение, В при 85 °С	2,9	2,9	2,95
Угол излучения, град.	110	110	125
Бинирование	85 °С, ANSI		
Тепловое сопротивление, °С/Вт	6	4	2,5
Электрически нейтральный контакт теплоотвода	Нет	Да	Да

Таблица 2. Спецификация матриц Cree CXA SD

Параметр	CXA 1830	CXA3590
Размер, мм	17,85×17,85	34,85×34,85
Субмодели продукта	высокий CRI	36В, 77В, высокий CRI
Максимальный ток, мА	1400	1800
Максимальная мощность, Вт	57	150
Световой поток, лм	4500–6500	10 000–18 000
Диаметр излучающей поверхности, мм	14	30
Типовое напряжение, В при 85 °С	37	77
Угол излучения, град.	115	115
Бинирование	85 °С, ANSI White, 2- and 4-Step EasyWhite	85 °С, ANSI White, 2- and 4-Step EasyWhite

Светодиодные матрицы

Развитие линейки СД-матриц Cree тоже не стоит на месте, и за последний год появилось несколько моделей, на которые следует обратить особое внимание. Современные матрицы Cree серии CXA можно разделить на две группы: матрицы SD (Standard Density) и HD (High Density), отличающиеся более высоким значением светового потока с единицы площади светящей поверхности СД (табл. 2, 3).

Cree CXA1830

Новая модель CXA1830 (рис. 4) расширяет семейство высокоэффективных матриц в малом форм-факторе. Небольшая площадь излучающей поверхности (диаметр составляет всего 14 мм) позволяет применять матрицу в огромном числе разнообразных приложений, например в лампах-ретрофитах и дизайнерских светильниках.

Следует отметить, что новинка аналогична модели CXA2530 по характеристикам, но стоит дешевле в связи с меньшим размером корпуса



Рис. 4. Cree CXA1830

и количеством люминофора. По мнению Cree, обе матрицы имеют право на жизнь, поскольку для американского и европейского рынков основное назначение этих моделей — замена источников света в лампах-ретрофитах разного конструктива. Однако в России на данный момент потенциальный объем рынка по замене ламп-ретрофитов типа MR16 не настолько велик и новая модель CXA1830 в подавляющем большинстве случаев предпочтительнее CXA2530 из-за меньшей стоимости, компактности и сопутствующего уменьшения размеров вторичной оптики.

Cree CXA3590

Еще одна новинка, Cree CXA3590, обладающая самой высокой мощностью во всей линейке матриц Cree (90 Вт в номинальном режиме), существенно расширяет диапазон возможных применений серии (рис. 5). В первую очередь это задачи проектирования промышленных и уличных светильников мощностью 100–150 Вт с использованием лишь одной матрицы.



Рис. 5. Cree CXA3590

Cree CXA HD

Матрицы HD следует рассматривать отдельно ввиду их особой специализации. Для уменьшения светящей поверхности компания Cree применила специальные чипы, количество которых меньше, а размер больше, чем у моделей SD аналогичной мощности. Это позволяет использовать вторичную оптику, например рефлектор, с существенно меньшим габаритом для достижения необходимой силы света и угла излучения.

К сожалению, данное изменение сказалось на цене продукта. Поэтому прямая замена матриц CXA SD аналогами по мощности возможна только при решении специализированных задач, в частности в торговом освещении, где на первый план выходят массо-габаритные показатели светильника, а не стоимость.

Cree CXA1310

Новейшая матрица CXA1310 (рис. 6) при малом диаметре светящей поверхности (6 мм) и световом потоке до 2700 лм позиционируется производителем в качестве эффективной замены 20-Вт металлогалогенных ламп, гарантируя сохранение светотехнических параметров при экономии мощности до 50%. Данный продукт может использоваться в качестве источника

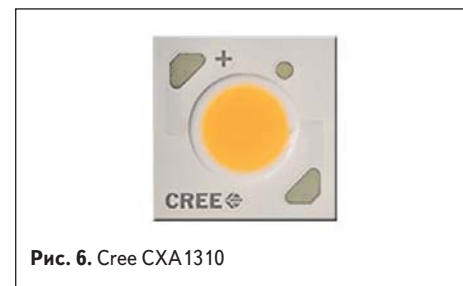


Рис. 6. Cree CXA1310

света в малогабаритных, излучающих вниз светильниках (downlight).

Cree CXA1850

Матрица CXA1850 (рис. 7) является старшей моделью в линейке CXA18. При диаметре светящейся поверхности 12 мм, что на 2 мм меньше, чем у CXA1830, новинка обеспечивает вдвое больший световой поток. Решения на этой матрице позволяют полноценно заменять 70-Вт металлогалогенные лампы с сохранением светотехнических параметров и экономией электропотребления до 50%.



Рис. 7. Cree CXA1850

Cree CXA2590

Матрица CXA2590 (рис. 8) способна заменить 150-Вт металлогалогенные лампы, предлагая существенную экономию мощности и более длительный срок жизни. Если сравнить CXA2590 и CXA3590, то первая проигрывает по максимальному световому потоку, мощности и даже по стоимости. Но в ряде решений, где требуется минимизировать размер оптики и самого светильника, преимущества более компактного варианта CXA2590 неоспоримы.

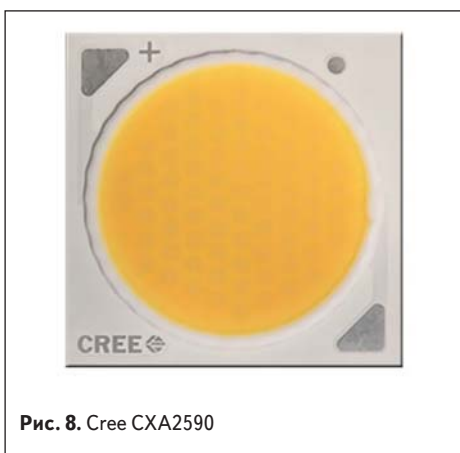


Рис. 8. Cree CXA2590

Силиконовая оптика

Применение светодиодных матриц не может рассматриваться в отрыве от сопутствующих элементов конструкции, таких как держатель матрицы, вторичная оптика, теплоотвод и т. д.

Основные материалы, применяемые в производстве вторичной оптики для светодиодов, — PMMA (полиметилметакрилат) и PC (поликарбонат) — оказались непригодными для использования с мощными светодиодными матрицами. Ахиллесовой пятой стало изме-

Таблица 3. Спецификация матриц Cree CXA HD

Параметр	CXA1310	CXA1850	CXA2590
Размер, мм	13,35×13,35	17,85×17,85	23,85×23,85
Субмодели продукта	18 В, 36 В, высокий CRI	высокий CRI	высокий CRI
Максимальный ток, мА	900 (18 В), 450 (36 В)	2100	1800
Максимальная мощность, Вт	20	78	130
Световой поток, лм	1400–2700	6000–9400	8000–15 600
Диаметр излучающей поверхности, мм	6	12	19
Типовое напряжение, В при 85 °С	—	35	69
Угол излучения, град.	115	115	115
Бинирование	85 °С, ANSI White, 2- and 4-Step EasyWhite	85 °С, ANSI White, 2- and 4-Step EasyWhite	85 °С, ANSI White, 2- and 4-Step EasyWhite

нение физических свойств этих материалов под действием высоких температур — линзы просто не выдерживают той мощности, которой обладают современные матрицы Cree.

Решить проблему можно с помощью рефлектора, но такой вид вторичной оптики обладает существенными недостатками: прежде всего это сложность, а иногда и невозможность формирования специальной КСС, большие габариты, потребность в защитном стекле для герметизации оптического отсека.

Но наметившиеся поначалу проблемы с подбором соответствующей оптики постепенно сходят на нет. На рынке уже начали появляться совместимые изделия как от азиатских производителей, так и от известных брендов. Подавляющую часть их ассортимента составляют линзы из боросиликатного стекла (рис. 9), технология изготовления которых уже давно известна и отработана. Но не так давно

в портфолио изготовителей вторичной оптики добавился совершенно новый материал — оптический силикон (рис. 10, табл. 4).

Оптический силикон имеет целый ряд преимуществ, которые делают его перспективным материалом в области светодиодного освещения. Во-первых, это возможность применения при температуре до +150 °С, т. е. использование с мощными матрицами Cree CXA. Во-вторых, эластичность материала, ударопрочность, отсутствие необходимости в дополнительных «прокладках» для герметизации СД. В-третьих, технология литья из силикона позволяет быстро создавать оптику с любой КСС и поверхностью, не требующей дополнительной полировки.

Держатели для СД-матриц

Для крепления матриц к теплоотводящим поверхностям используют специальные



Рис. 9. Стеклоптика RLlight



Рис. 10. Силиконовая оптика LEDIL



Рис. 11. Держатели матриц IDEAL

держатели, изготовленные, чаще всего, из пластика. Компания IDEAL Industries, уже много лет специализирующаяся на изготовлении электротехнических товаров и аппаратуры для телекоммуникационных сетей, предложила рынку металлические держатели (рис. 11) для матриц, обладающие рядом преимуществ:

- Обеспечивают плотный прижим и точное позиционирование основания светодиодной матрицы. Для установки держателя требуется всего два винта.
- Изготавливаются из нержавеющей стали, что обеспечивает надежность и долговечность

Таблица 4. Сравнение материалов для вторичной оптики

Параметр	PMMA	PC	Силикон	Стекло
Температура (максимальная), °C	90	125	150	510
Стойкость к УФ	хорошо	плохо	отлично	отлично
Химическая инертность	плохо	хорошо	отлично	отлично
Формирование КСС (технологичность)	хорошо	плохо	отлично	плохо
Показатель преломления	1,49	1,58	1,41	1,47
Вес	отлично	отлично	отлично	плохо

Таблица 5. Совместимость держателей IDEAL и матриц Cree

IDEAL						
Артикул IDEAL	50-2000CR	50-2001CR	50-2101CR	50-2102CR	50-2234C	50-2303CR
Модель	50-20	50-20	50-21	50-21	50-22	50-23
Артикул Cree	CXA13xx	CXA15xx	CXA18xx	CXA25xx	CXA30xx	CXA35xx
Спецификации						
Диаметр, мм	35		50		65	
Макс. высота, мм	3,5		7,2		7,2	
Температура, °C	110					
Адаптеры рефлекторов LEDiL						
50-2100AN Angela			•	•	•	
50-2100LN Lena			•	•	•	
50-2100MR Mirella-PF			•	•		

крепления, а также формирует дополнительные возможности по рассеиванию тепла.

- Выпускаются под все типы СД-матриц Cree серии CXA (табл. 5).
- Оснащены самозажимными клеммами уникальной конструкции, что позволяет избавиться от процесса пайки проводов

и значительно сэкономить время и трудозатраты при сборке светильника.

- Выдерживают напряжение до 250 В, ток до 4 А, нагрев до +110 °C.
- Позволяют устанавливать рефлекторы производства компании LEDiL через специальные адаптеры IDEAL.