

# Проектирование теплотвода

## под заданные условия эксплуатации



### Радиатор центрального освещения: смелость города берет

Развитие светотехнической нормативной базы непременно сказывается на рынке полупроводниковых источников света. Все более жесткие требования предъявляются к светодиодным осветительным системам. Больше внимания стало уделяться качеству света, светораспределению и эффективности. Масса, габариты, степени защиты от воздействий окружающей среды, температурный диапазон использования... Каждый из этих параметров, принятый во внимание, значительно усложняет создание новых светильников [1].

В частности, с возросшим спросом на системы уличного освещения высокой мощности на основе светодиодов оказалось, что множество ранее разработанных решений не удовлетворяют современным параметрам. Ежедневно работая с запросами наших заказчиков, мы не раз сталкивались с проблемой отсутствия на рынке уличного светодиодного светильника с адекватными ценовыми и массо-габаритными показателями, способного заменить распространенный светильник на основе лампы ДНаТ 400 (рис. 1). Большое количество таких проектов и реальный спрос на рынке зародили идею самим создать светильник, удовлетворяющий всем необходимым требованиям: высокая мощность и эффективность, небольшая масса и габариты, IP-защищенность, простота конструкции, удобство эксплуатации и обслуживания, невысокая стоимость.

Как результат, сейчас компания выпускает целую серию недорогих комплектов для сборки светодиодных светильников



Рис. 1. ДНаТ 400 Вт



Рис. 2. Варианты светильников

на основе разработанного в процессе решения задачи уникального теплоотвода.

В этой статье мы проследим все этапы создания современной серийной светодиодной продукции — от идеи до промышленного производства. Процесс этот долгий и достаточно трудоемкий, со множеством трудностей и подводных камней. Но тем интереснее будет с ним познакомиться!

### Выбор источника света

Светодиодные матрицы (CoB), сравнительно недавно появившиеся на российском светотехническом рынке, оптимально подошли под решаемую задачу. Ведь сама концепция CoB предполагает их использование в компактных решениях. Высокая интенсивность свечения при небольших размерах — это именно то, что надо для создания светильников, в которых одним из основных требований являются массо-габаритные показатели. Также применение мощных CoB несет и экономические выгоды: на порядок сокращается количество вторичной оптики, отсутствуют операции изготовления печатных плат, монтажа светодиодов, пайки проводов и разъемов.

### Система теплоотвода

Предлагаемые рынком системы пассивного охлаждения мало приспособлены для решения проблем теплоотвода от матриц [2], особенно в мощных светильниках с минимальным количеством CoB (рис. 2). Отсутствие на рынке серийно выпускаемых систем охлаждения, учитывающих все нюансы теплоотвода от мощных CoB, подтолкнуло к созданию собственного радиатора. Этому способствовали также огромный опыт работы с матрицами и четкое понимание желаемых итоговых характеристик продукта.

В процессе работы было решено сделать данный радиатор универсальным, предусматривающим использование как с матрицами, так и с дискретными светодиодами. Это позволило в дальнейшем реализовать на данном теплоотводе широкую линейку светильников, рассчитанных на типовые потребляемые мощности 40–300 Вт, а также оставило возможность для создания светильников с точно заданными характеристиками [3].

Техническая и экономическая составляющие задачи сразу определили методы ее решения. Радиатор проектировался таким образом,

чтобы его можно было изготовить относительно недорогим методом экструзии. Данный метод накладывает серьезные ограничения на геометрию профиля, что влияет не только на внешний вид будущего изделия, но и на его эксплуатационные характеристики. Поэтому предстоял сложный и длительный этап в разработке радиатора — компьютерное моделирование и расчеты.

### Расчеты

После предварительных светотехнических расчетов были определены режимы использования светодиодных компонентов с диктуемой рынком световой эффективностью в конечном продукте не менее 100 лм/Вт. На основе анализа полученных результатов источниками света в будущих светильниках стали матрицы CREE CXA1830, CXA3070 со вторичной боросиликатной оптикой RLight. Для вариантов на основе дискретных светодиодов были выбраны модули RT307 и RT525 на основе CREE XPL и MHB соответственно. Преимущество данных модулей — их совместимость с широко распространенной IP-защищенной оптикой LEDiL формата 2×6. Комбинация разного количества этих матриц и модулей в одном светильнике позволяет перекрыть большинство потребностей, существующих как в уличном, так и в промышленном освещении (рис. 3).



Рис. 3. Светодиодные модули, используемые в решении

После определения режимов работы матриц мы приступили к созданию 3D-модели радиатора и тепловому моделированию для получения необходимых температур использования компонентов светильника. К примеру, для матрицы CREE CXA3070 оптимальным из технико-экономических соображений является диапазон 65–75 °С при  $t_{\text{окр}} + 25$  °С. При этом потребляемая мощность каждой матрицы составляет порядка 70 Вт, большая часть которой уходит в тепловой нагрев с очень маленькой площади поверхности. Соответственно, требуемый радиатор должен быстро распределить сконцентрированную тепловую нагрузку на всю свою площадь. Для повышения рассеивающей способности теплоотвода была предусмотрена дополнительная механическая обработка профиля. Несколько щелевидных отверстий в основании и боковых гранях радиатора значительно улучшили конвекцию воздуха между ребрами и позволили значительно снизить массу, при этом сохранив необходимую температуру электронных компонентов.

При моделировании было просчитано огромное количество вариантов. Ведь найти идеальный баланс между множеством технических параметров совсем не просто. Любое минимальное изменение одного параметра могло повлечь за собой кардинальные изменения остальных. Мы определяли необходимое расстояние между ребрами охлаждения, толщину ребер и подошвы радиатора, усиливали самую горячую центральную часть профиля, решали проблему тепловой развязки отсека источника питания... и, конечно же, все это в рамках определенных массы, габаритов, а также желаемых температур изделия (рис. 4). Наконец-то после многих итераций был получен вариант, удовлетворяющий всем необходимым требованиям.

Особенностью разработанного радиатора, получившего наименование RLP-01, стали несколько уникальных решений, позволивших значительно снизить массу и габариты, а также повысить технологичность сборки светильников на его основе.

Во-первых, профиль разработан с учетом всех особенностей теплоотвода от современных дискретных светодиодов, а также мощных светодиодных матриц. Было проработано сечение основания радиатора, позволившее быстро и эффективно распределять

тепло по всей поверхности. Площадь основания позволяет размещать на нем большинство светодиодных модулей со вторичной оптикой. Конструкция проработана и для использования мощных дискретных светодиодов, например CREE XPL.

Во-вторых, основным нововведением оказалось использование конвекционных отверстий в радиаторе, снимающих тепловую нагрузку в самых «горячих» местах. Помимо этого, они способствуют простому обслуживанию и эффективной очистке при эксплуатации будущего светильника. С этой же целью оптимизировано расстояние между ребрами радиатора и их количество.

В-третьих, удалось конструктивно максимально отвязать отсек с источником питания от теплового влияния самого радиатора.

Внедрение инновационных решений в конструкцию радиатора позволило получить патент на полезную модель конструкции профиля RLP-01, что подтверждает ее уникальные свойства (рис. 5).

### Конструирование

Следующим этапом проектирования стала проработка конструкции светильника. Основными критериями, предъявляемыми к ней, стало обеспечение необходимой степени IP-защиты, высокие эксплуатационные характеристики, простота сборки конечного продукта, минимизация количества деталей, а также их максимальная стандартизация и универсальность.

Как итог, каждый светильник из линейки может быть выполнен с учетом требований, предъявляемых к области его применения: улица или промышленность. В частности, предусмотрены различные варианты крепления: на консоль, на трубу, на трос, с помощью поворотной лиры, для варианта исполнения «прожектор».

Также конструкцией предусмотрено применение дополнительных аксессуаров по приданию индивидуальности дизайну, например декоративных перфорированных торцевых накладок, влияющих исключительно на внешний вид изделия (рис. 6).

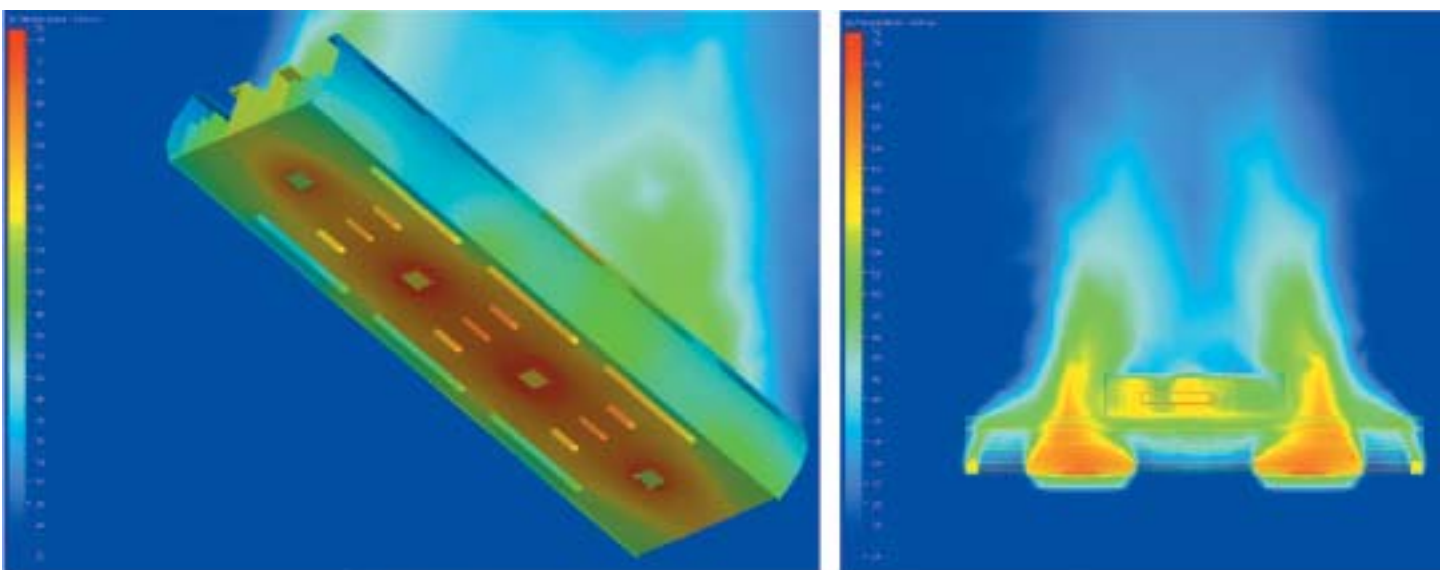


Рис. 4. Тепловые расчеты



При этом была проработана целая линейка изделий мощностью 40–300 Вт. Все светильники базируются на трех типах длин радиатора:

- RLP-01-180 — для светильников 40–60 Вт. Вес профиля 2,2 кг, габариты 85×230×180 мм.
- RLP-01-375 — для светильников 60–160 Вт. Вес профиля 4,4 кг, габариты 85×230×375 мм.
- RLP-01-640 — для светильников 160–300 Вт. Вес профиля 7,5 кг, габариты 85×230×640 мм.

### Макетирование

Когда все этапы необходимых расчетов и подготовки конструкторской документации были пройдены, настало время изготовления первых прототипов для подтверждения расчетных характеристик изделий на основе профиля RLP-01.

Процесс макетирования является одним из самых главных при создании светильника. Он позволяет не только тщательно оценить соответствие заявляемым параметрам, но и внести последние коррективы, невидные на компьютерной модели.

Каждый тип светильника из линейки RLP прошел все необходимые тестирования по тепловым режимам и электрическим характеристикам, с учетом всех возможных положений светильника при эксплуатации.

После того как мы убедились в соответствии всех параметров и внесли незначительные правки в инструкцию по сборке, продукт стал готов для серийного производства.

### Серийный продукт

Результат проделанной работы — готовые к сборке комплекты, имеющие передовые технические характеристики и низкую цену (рис. 7). Любой производитель светильни-

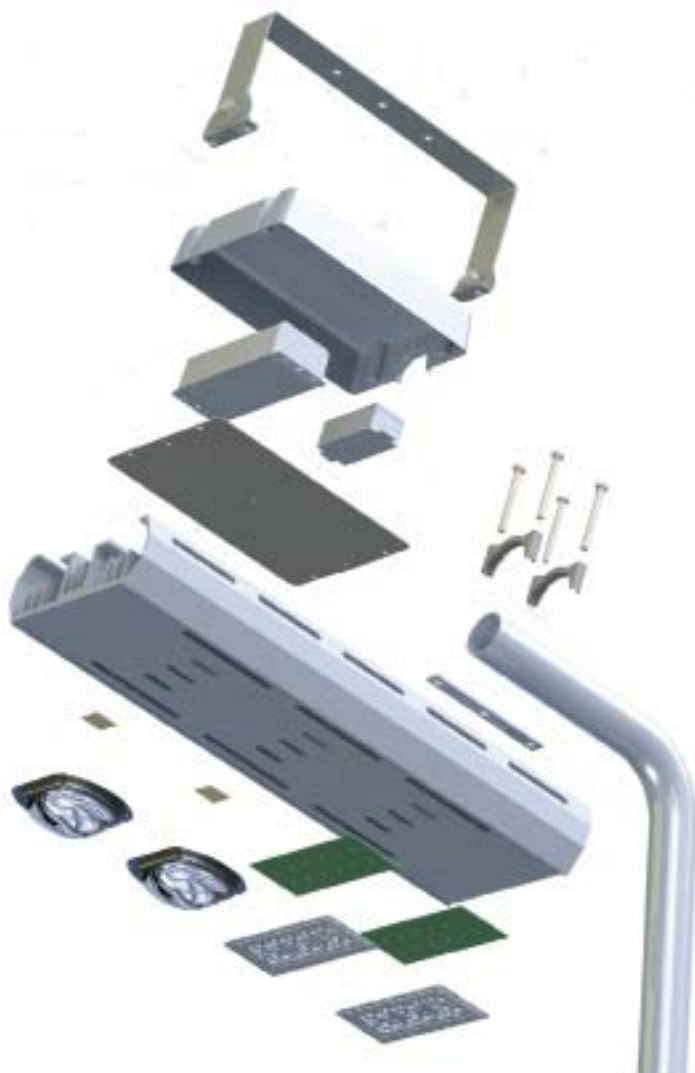


Рис. 6. Взрыв-схема RLP-01



Рис. 5. Патент на RLP-01



Рис. 7. Серийная продукция

ков получает возможность с минимальными затратами средств и времени добавить к своему ассортименту и вывести на рынок новые изделия, основные конкурентные преимущества которых:

- запатентованная конструкция радиатора RLP-01, позволяющая уменьшить массу светильника и количество деталей, повысить технологичность сборки;
- различные варианты исполнения светильников (уличный, промышленный, прожектор) и различные способы крепления;
- применение нескольких типов светодиодных модулей, матриц CoB и вторичной оптики, что позволяет реализовать различные варианты ценовых, световых и электрических параметров;
- световая эффективность более 100 лм/Вт;
- набор комплектующих на типовые мощности потребления, а также возможность изготовления комплекта с точно заданными характеристиками;
- возможность изменения внешнего вида светильника с помощью дополнительных элементов без потери индивидуальности продукции каждого производителя;
- высокие эксплуатационные характеристики;
- техническая поддержка, в том числе при выполнении светотехнических проектов.

## Вывод

Процесс создания светодиодного светильника — совсем не тривиальная задача. Но на этом примере нам хотелось показать, что она вполне решаема. Ведь не всегда адаптация старых инженерных решений под новые технические требования — это выход. Создание нового светильника под конкретную задачу позволяет, в конечном итоге, получить более качественный продукт за вполне разумную рыночную цену, избавив при этом от потока проблем, связанных с «допиливанием» решений, не предназначенных для использования с новой компонентной базой.

Не бойтесь создавать новые качественные продукты, основанные на последних достижениях современной инженерной мысли. А наша компания с удовольствием поможет вам решить все проблемы на этом пути. ●

## Литература

1. Лебедев И., Сапрыкин А., Абалов А. Требования, предъявляемые проектными и эксплуатирующими организациями к автодорожным светодиодным светильникам // Полупроводниковая светотехника. 2015. № 2.
2. Ключник А., Абалов А. Тепло ли тебе, матрица? // Полупроводниковая светотехника. 2014. № 3.
3. [www.light.rtcs.ru/RLP/](http://www.light.rtcs.ru/RLP/)