

Юрий Кох, к. т. н. | koh@apex-am.ru

# Основные требования к светодиодным источникам света для наружного применения

**В статье описаны конструктивные особенности классических и декоративных светильников для наружного освещения, сформулированы общие рекомендации к светодиодным источникам света для них.**

**В**опросам внедрения современных экономичных источников света в настоящее время уделяется очень много внимания, а перспективность и неизбежность использования сверхъярких светодиодов для нужд освещения уже не вызывает ни у кого сомнения.

Относительно высокая стоимость светодиодов пока сдерживает их широкое применение, однако совершенствование технологий эпитаксиального роста, развитие многокристалльных диодов, приближение к теоретически возможному максимуму эффективности светоизлучения, введение государственных мер регулирования придают значительную динамику процессу их внедрения в повседневную жизнь. По данным аналитиков, к 2016 г. около 30% светотехниче-

ского сектора будет занято светодиодами, что представляется весьма вероятным, поскольку средний темп продаж, начиная с 2000 г., составляет около 23% в год.

В сложившихся условиях производитель светотехнической продукции должен решить ряд важных вопросов, связанных с выбором правильного инженерного решения по реализации светодиодного источника света. Производственная компания «АрхиМет АПЕКС» имеет большой опыт в разработке и изготовлении светотехнических комплексов для архитектурного освещения. Подходя к вопросу внедрения современных светоизлучающих устройств исключительно с практической точки зрения и обобщив результаты использования сверхмощных светодиодов,

мы попытались сформулировать некоторые общие положения, касающиеся разработки и внедрения сверхъярких светодиодов для уличного освещения.

Прежде всего, определим, какие особенности имеет архитектурный светильник по сравнению с осветительным прибором утилитарного назначения.

Во-первых, уличные фонари, предназначенные для воссоздания исторического городского архитектурного интерьера, сами по себе представляют художественно-выразительные объекты, что делает невозможной их замену на упрощенные утилитарные конструкции (рис. 1). В то же время современные источники света имеют ряд значительных преимуществ по сравнению с традиционными, поскольку являются более экономичными, долговечными, имеют улучшенные светотехнические характеристики и, наконец, очень удачно дополняют декоративный светотехнический комплекс,



а



б

Рис. 1. Примеры реализации светодиодного освещения в Санкт-Петербурге: а) ул. Малая Садовая; б) пр. Чернышевского

позволяя получить интересные стилистические комбинации, объединяющие классический дизайн с современными высокими технологиями.

Во-вторых, дизайн и размеры светильника могут в значительной степени варьироваться, что затрудняет возможность создания универсальной конструкции, однозначно подходящей для установки в большинство встречающихся моделей.

В-третьих, конструктивные особенности классических и декоративных светильников зачастую затрудняют непосредственный контакт нагреющихся частей источников света с окружающей средой, что заставляет уделять особое внимание соблюдению температурного режима.

В-четвертых, во многих случаях, например, в четырех-, шестигранных и подобных им светильниках традиционные лампы используются вообще без оптических элементов. При этом для уменьшения коэффициента блескости применяются светорассеивающие кольца и матовые стекла. В случае использования светодиодов без специальных светорассеивающих устройств, на стеклах светильников возникают блики и отдельные точки засвета, что не всегда соответствует гармоничному внешнему виду горящего светильника, напротив, тело свечения, не имеющее четких границ внутри светильника, визуально более предпочтительно.

На отечественном рынке светотехники есть достаточно большое количество предложений, значительная часть которых базируется на использовании светодиодов зарубежного производства (Nichia, Epistar, Samsung LED, Cree, Showa Denko и др.), а также отечественных («Оптоган», «Светлана-Оптоэлектроника»). Большинство решений предназначено для нужд утилитарного освещения. Светильники такого типа, как правило, имеют консольное исполнение для размещения на стандартной уличной опоре. Для улучшения условий теплообмена радиатор охлаждения непосредственно контактирует с окружающей средой, практически являясь корпусом светильника. По дизайну такая конструкция вписывается в стилистику «хай-тэк» и хорошо подходит для освещения районов современной застройки, парковок, транспортных развязок, складских комплексов. В то же время универсальных светодиодных конструкций, пригодных для замены традиционных источников света в светотехнических комплексах классического и декоративного дизайна, пока встречается не много.

Можно выделить несколько основных конструктивных решений реализации светодиодных источников света, предназначенных для архитектурного уличного освещения.

Прежде всего, это изделия, собранные с использованием специального радиатора, представляющего собой коробчатую оболочку, внутри которой установлена плата со светодиодами и иногда источник питания. Сверху все закрывается прозрачным стеклом и герметизируется. Практически при этом конструкция превращается в светодиодный прожектор, который может быть использован самостоятельно, например для фасадной подсветки или организации утилитарного освещения, что является несомненным преимуществом данного решения. Кроме того, при этом проще решаются проблемы обеспече-

ния требуемого класса защиты источника света и предъявляется меньше требований к корпусу светильника, выполняющего в данном случае в основном декоративную функцию. Становится возможным, например, применение корпусов вообще без стекол, что позволяет воплотить новые интересные дизайнерские решения. Однако такая конструкция является, как правило, более дорогой и зачастую требует индивидуального проектирования для конкретного типа светильника, что осложняет создание универсального источника света, который можно без существенных изменений использовать в разных по дизайну

и размерам архитектурных светотехнических комплексах.

Достаточно популярно решение, использующее накладную оптическую конструкцию в виде пластины, отлитой из прозрачного оптического материала, полностью закрывающей светодиоды и выполняющей также функцию светораспределения, поскольку напротив каждого светоизлучающего элемента находится линза, изменяющая пространственные характеристики светового потока. В данном случае может быть использован стандартный радиатор, что удешевляет конструкцию и дает



Рис. 2. Примеры конструкций архитектурных уличных светильников со светодиодными источниками света



возможность варьирования габаритных размеров светодиодного модуля. Однако для изменения оптических свойств системы желательно иметь несколько накладных элементов с различными типами световых характеристик.

Еще один способ обеспечения высокого уровня защиты светоизлучающего модуля от агрессивных факторов внешней среды заключается в использовании специальных заливочных компаундов, полностью покрывающих светодиоды. Благодаря своей крайней простоте способ очень эффективен и экономичен. Однако следует крайне осторожно подходить к выбору компаундов, поскольку резкие температурные колебания могут приводить к появлению тепловых напряжений, появлению трещин в композиции, из которой изготовлены линзы первичной оптики, и к отделению кристалла. Неудачно подобранный состав герметизирующего компаунда может также привести к деградации люминофора и катастрофическому снижению светоизлучающей способности диодов, а недостаточная оптическая прозрачность компаунда не позволит использовать светодиоды максимально эффективно.

И наконец, нельзя забывать, что питание светодиодного светильника осуществляется от специального источника, использующего, как правило, импульсный принцип преобразования. Сейчас на рынке представлено довольно много разнообразных устройств, изготовленных как известными брендами, так и многочисленными отечественными и азиатскими производителями. Опыт эксплуатации светодиодных светильников показывает, что достаточно часто причиной выхода их из строя является поломка источника питания.

Следует отдать должное качеству сборки даже относительно недорогих китайских устройств, однако желание сэкономить на элементной базе приводит к отказам, невозможности запуска при низких температурах, сокращению общего срока службы. Эксплуатация в условиях повышенной влажности и больших перепадов температур в теплое и холодное время года требует применения устройств с уровнем защиты не менее IP65. При температуре окружающей среды ниже  $-40^{\circ}\text{C}$  может потребоваться применение специальных устройств для подогрева источника питания в отключенном состоянии для возможности последующего запуска. Источник также должен иметь широкий диапазон входных параметров, обеспечивающий его работу при значительном понижении питающего напряжения, самовосстанавливающую защиту от временных перенапряжений и коротких замыканий. Впрочем, вышесказанное практически стало стандартом для большинства электронных устройств, предлагаемых на рынке. Пожалуй, особо стоит отметить наличие контроля температуры радиатора, обеспечивающего охлаждение светодиода с возможностью подстройки выходных параметров источника питания при перегреве.

Таким образом, можно сформулировать основные требования, предъявляемые к светодиодным источникам света, используемым в архитектурных классических и декоративных уличных светильниках (рис. 2):

- Компактная конструкция, пригодная для установки в корпуса, ограниченные по объему внутреннего пространства.
- Возможность выбора по требуемому значению светового потока 2000–15 000 лм.

- Соблюдение приемлемого по техническим характеристикам светодиодов значения теплового баланса светодиодного модуля, установленного в корпус светильника. Учитывая плохие условия теплообмена с окружающей средой, желательно обеспечение циркуляции воздуха вблизи охлаждающего радиатора, использование теплопроводных трубок и иных приемов, улучшающих тепловой режим работы светодиодов. Также представляется целесообразным введение обратной связи по температуре, контролируемой непосредственно в месте расположения светодиодов.
- Возможность применения оптики с различными светотехническими характеристиками.
- В ряде случаев требуется объемная конструкция, пригодная для установки, например, в классический граненый светильник, излучающий равномерный поток света во всех направлениях, — своеобразный аналог традиционной лампы высокого давления. Имеющиеся на рынке в настоящее время решения предназначены скорее для бытовых нужд, поскольку не обеспечивают требуемого значения светового потока.
- Надежная конструкция источника питания, срок службы которого должен соответствовать гарантированному времени работы светодиодов.

Учет указанных требований повысит востребованность светодиодных источников света, предназначенных для замены традиционных ртутных, натриевых и металлогалогеновых ламп в уличных архитектурных светильниках, и позволит изготовителю занять более выгодную с точки зрения конкурентоспособности позицию на рынке светотехнического оборудования. ●