



Константин Староверов

СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДЛЯ СВЕТОДИОДОВ

Надежность и выходные характеристики светодиодов тесно связаны с температурой их перехода, что делает тепловой расчет и выбор системы охлаждения весьма ответственным этапом проектирования светодиодных систем. В статье дан обзор использующихся для управления тепловыми режимами светодиодов систем охлаждения.

Еще 10 лет назад термины светодиод и светодиодный индикатор воспринимались как синонимы. Теперь же уровень развития светодиодных технологий настолько вырос, что светодиоды могут использоваться не только в устройствах индикации, но и в качестве полноценных источников света в различных светотехнических применениях. Светодиоды (СД) как источники света обладают множеством преимуществ, среди которых — энергоэффективность, экологическая безопасность, компактность конструкции и простота регулировки.

В отличие от традиционных источников света, светодиоды не излучают тепло, а проводят его в направлении от р-п перехода к расположенному на корпусе СД теплоотводу (обычно вывод светодиода или специальная металлическая пластина). Таким образом, механизм отвода тепла в атмосферу у светодиодов более сложен. Путь отвода тепла образуется множеством тепловых сопротивлений: «р-п переход — теплоотвод корпуса», «теплоотвод корпуса — печатная плата», «печатная плата — теплоотвод», «теплоотвод — окружающая среда». Вследствие этого, использование мощных светодиодов связано с потенциальной возможностью чрезмерного увеличения температуры перехода, от которой напрямую зависят надежность и световые характеристики СД. При условии соблюдения рекомендованных производителем

тепловых режимов, срок службы СД может достигать 10 лет. Нарушение же теплового режима (обычно это работа с температурой перехода более 120...125°C) может привести к снижению срока службы до 10 раз. Кроме того, повышение температуры перехода приводит к снижению яркости свечения и смещению рабочей длины волны СД, что негативно влияет на качество цветного изображения светодиодных дисплеев.

Таким образом, светодиодная светотехническая продукция будет высоконадежной и высококачественной только при условии обеспечения работы СД в рекомендуемых производителем условиях. Температура перехода СД будет тем ниже, чем будет ниже результирующее тепловое сопротивление «переход — окружающая среда», составляющие звенья ко-

торого перечислялись ранее. Следовательно, отправной точкой в решении рассматриваемой задачи является выбор СД, обладающего как можно более низким тепловым сопротивлением «р-п переход — теплоотвод корпуса». В настоящее время от разных производителей доступны СД с тепловым сопротивлением от 2,6 до 18 К/Вт. На рисунке 1 показано сравнение конструкции двух светодиодов: обычного светодиодного индикатора диаметром 5 мм и современного мощного светодиода. У светодиодного индикатора роль теплоотвода выполняет вывод катода, поэтому тепловое сопротивление достаточно велико и составляет порядка 300 К/Вт. В конструкции же современного мощного СД предусмотрен специальный теплоотвод, существенно снижающий тепловое сопротивление.

Следующим звеном теплового пути СД является переход «теплоотвод корпуса СД — печатная плата». Если использовать светодиоды мощностью менее 0,5 Вт, то вполне приемлемым будет использование обычного текстолита мар-

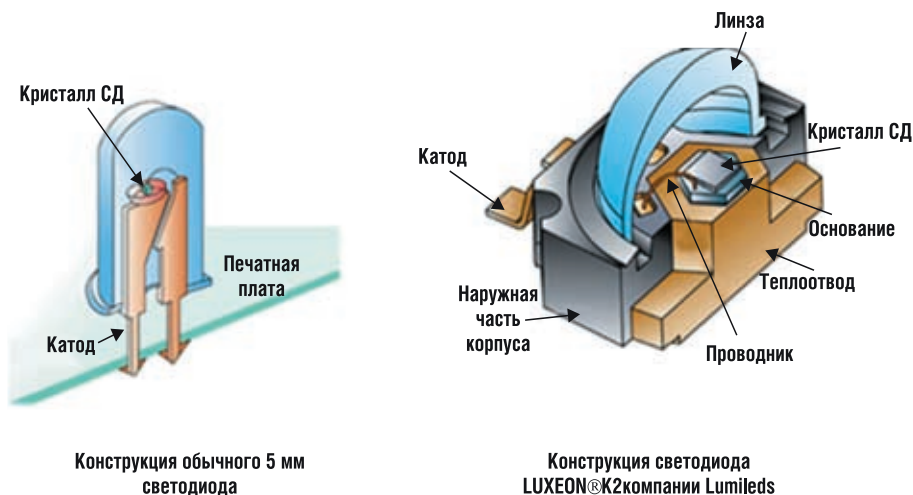


Рис. 1. Сравнение конструкций маломощного и мощного светодиодов

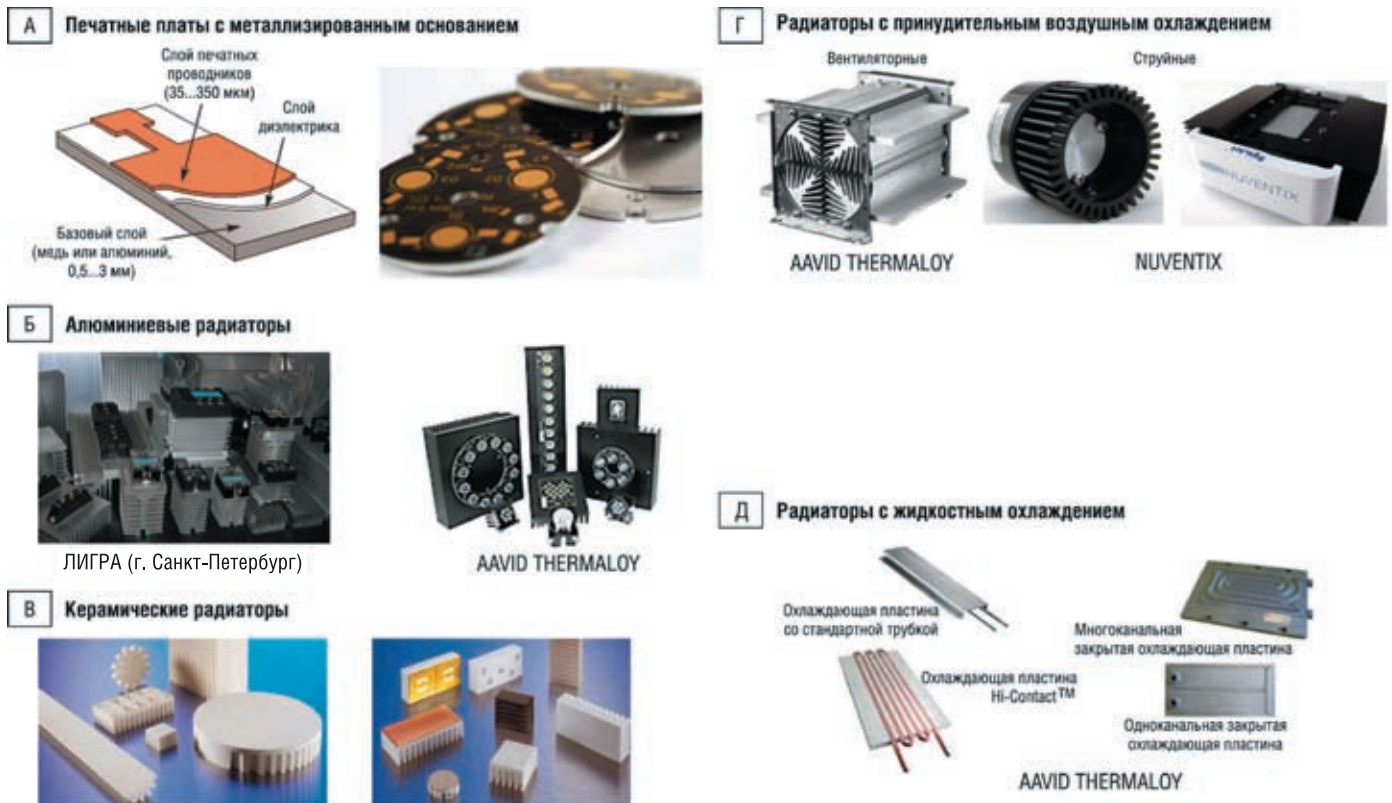


Рис. 2. Системы охлаждения для светодиодов

ки FR-4. Однако при рассеивании более высоких мощностей может потребоваться использование специальных печатных плат с металлизированным основанием и слоем диэлектрика с улучшенной теплопроводностью (см. рисунок 2а). Например, компания **Bergquist** выпускает широкий ассортимент таких печатных плат с тепловым сопротивлением от 0,45 до 1,5 К/Вт. Печатная плата вместе со смонтированными на ней светодиодами может быть установлена на дополнительный теплоотвод — завершающее звено теплового пути. Выбор этого теплоотвода зависит от того, какая часть общего бюджета теплового сопротивления «переход — окружающая среда» была «растрочена» на предыдущие звенья теплового пути. При рассеивании мощности менее 10...15 Вт обычно приемлемо использование алюминиевых радиаторов. Некоторые производители СД указывают рекомендуемый тип радиатора, что существенно облегчает его выбор или поиск аналогов. Так, например, компания **Future Lighting Solutions** рекомендует

использовать алюминиевые радиаторы компании **Aavid Thermalloy**. Из отечественных производителей алюминиевых радиаторов можно выделить петербургскую фирму **ЛИГРА**, которая выпускает широкий ассортимент игольчатых и ребристых радиаторов (см. рисунок 2б).

Главным недостатком конструкции теплоотвода на основе алюминиевого радиатора является многослойность. Многослойной конструкции свойственны сопутствующие переходные тепловые сопротивления, которые хоть и можно минимизировать применением специальных теплопроводящих материалов (изолирующие пластины, пасты, клейкие вещества, материалы для заполнения воздушных промежутков и др.), тем не менее, приводят к увеличению температуры перехода. Перспективным способом охлаждения СД, который избавлен от данного недостатка, является применение керамических радиаторов (примеры керамических радиаторов компании **CeramTec** показаны справа на рисунке 2в). Эти радиаторы

характеризуются малым тепловым сопротивлением, высокой механической и диэлектрической прочностью, отличной адгезией к металлам. Сочетание таких свойств позволит создавать светотехнические устройства с полностью изолированным теплоотводом и монтажом светодиодов к контактным площадкам, размещенных непосредственно на поверхности радиатора. Проведенные немецким институтом Фраунхофера исследования показали, что использование керамического радиатора помогает до 2 раз снизить температуру перехода СД [2].

При рассеивании мощностей более 15...20 Вт или при необходимости оптимизации размеров теплоотвода радиатор можно дополнить элементом принудительного воздушного обдува. Наиболее типичное решение — дополнение радиатора вентилятором (см. рисунок 2г). Такое решение сравнительно недорогое, но ввиду генерации звукового шума имеет ограниченное использование. Для преодоления данного недостатка и еще большего снижения разме-

ров теплоотвода была разработана струйная технология обдува радиатора. Например, разработанные компанией **Nuventix** струйные системы охлаждения светодиодов **SynJet®** при малых размерах и низком излучаемом звуковом шуме обеспечивают тепловое сопротивление 0,75...2,67 К/Вт. Их принцип действия основан на обдуве ребер радиатора импульсными турбулентными потоками воздуха. Такой отвод тепла более эффективен, чем при обдуве равномерным потоком воздуха.

Существуют также решения для рассеивания мощностей, измеряемых десятками и даже сотнями ватт. Столь мощные светодиодные нагрузки могут использоваться в видеопроекторах, прожекторах, специальной светосигнальной аппаратуре. Для эффективного отвода тепла здесь необходимо использовать радиаторы с тепловым сопротивлением, составляющим десятые-сотые доли К/Вт. Добиться такого малого теплового сопро-


тивления позволяют жидкостные охладители (рисунок 2д).

Таким образом, система охлаждения мощных СД является важной составляющей частью любого светотехнического устройства, от которой зависят надежность и световые характеристики. Существует множество технологий охлаждения, которые можно использовать как по отдельности, так и комбинированно. Среди них выделяются две инновационные технологии охлаждения: с использованием керамических радиаторов и струйного обдува. Они позволяют улучшить ряд характеристик предшествующих технологий (с использованием алюминиевых радиаторов и вентиляторов, соответственно). Поскольку между технологиями охлаждения нет четкой границы, разделяющей области их использования, а стоимость смежных технологий может существенно отличаться, очень важно, чтобы проектирование светотехнической продукции осуществлялось

с использованием специальных САД-программ с возможностями моделирования тепловых процессов (например, **FloTHERM** компании **Flomerics**). Помимо более обоснованного выбора системы охлаждения, применение таких программ также позволяет минимизировать риски неудачного проектирования и ускорить продвижение продукции на рынок.

Литература

1. LED light comparisons and savings//PDF-документ из раздела Downloads сайта компании Joliet Technology (www.joliet-led-streetlight.com).

2. Ceramic Heatsink Provides Innovative Thermal Management// Power Electronics Europe, №2, 2008 — P.32-33. 

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

Недорогой RGB-датчик Avago в миниатюрном корпусе

AVAGO
TECHNOLOGIES

ADJD-E622-QR999 — недорогой CMOS RGB-датчик цвета в миниатюрном корпусе QFN-16. В датчик, помимо фотодиодной матрицы, встроены цветные RGB-фильтры и усилители. Микросхема преобразует поступающий на нее RGB-цветовой поток в аналоговое значение напряжения на выходе — VROUT, VGOUT и VBOUT, соответственно.

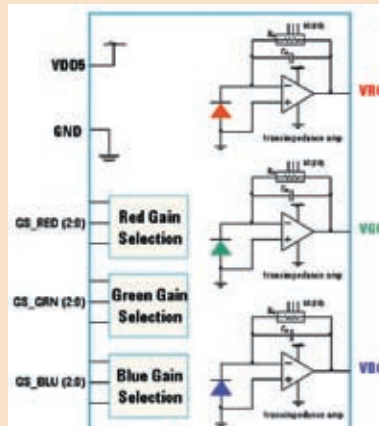
ADJD-E622-QR999 разработан для измерений цвета в широком динамическом диапазоне уровней освещенности. Датчик может использоваться в паре с белым светодиодом для измерения цвета его отраженного излучения.

Отличительные особенности:

- преобразует RGB-световой поток в выходное напряжение;
- соответствует спецификации AEC-Q100;

- независимое усиление по каждому цветовому каналу;
- напряжение питания: 4,5...5,5 В;
- температурный диапазон: -40...85°C;
- тип корпуса: QFN-16 (5x5x0,75 мм).

Функциональная схема ADJD-E622-QR999



Области применения: обнаружение и измерение цвета освещения, мобильные телефоны, КПК, МР3-плееры, потребительская электроника, портативные медицинские приборы, портативные детекторы цвета.

Новый смысл POLYLED

Группа компаний **Polymedia** объявила о выпуске светодиодных экранов под собственной маркой POLYLED. Отметим, что данная торговая марка с 2002 по 2005 гг. использовалась компанией Philips для обозначения фирменной технологии производства полимерных OLED-дисплеев для сотовых телефонов и небольших телевизоров, правда, с немного другим написанием — PolyLED.

В модельном ряду POLYLED будут представлены всевозможные виды и варианты изделий с монтируемыми на поверхность светодиодами, обладающими шагом 4, 5, 6, 8, 10 и 12 мм, а также изделия с выводными светодиодами, расположенными с шагом 10, 12, 16, 20, 25 и 32 мм. Модули для экранов POLYLED проектируются техническими специалистами Polymedia совместно с зарубежными инженерами и выпускаются в Китае. В производстве экранов POLYLED используются светодиоды компаний **Cree** и **Nichia**.