

УДК 621.3

## НАДЕЖНОСТЬ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Дубатовка А.Д.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Козловская В.Б.

Надежность светодиодных источников света зависит от двух составляющих: надежности светодиода и надежности питающего светодиод драйвера.

Ресурс светодиода определяют две составляющие: ресурс самого кристалла и ресурс оптической системы. Для изготовления оптических систем используются различные сочетания эпоксидных смол. Смола, как известно, изменяет свои свойства со временем (особенно под воздействием высоких температур), именно этим объясняется эффект «замутнения» линзы. Высокую температурную стабильность и долговечность первичной оптики обеспечивают линзы из кварцевого стекла с автоматической фокусировкой – одно из новейших технических решений. Малая эквивалентная площадь излучающей поверхности позволяет реализовать небольшие углы рассеивания светового потока при использовании вторичной оптики.

Следующим немаловажным вопросом является выбор теплоотводящего основания для кристалла. Производители используют различные материалы и способы крепления кристалла к основанию. Например, компании Lumileds Lighting и Nichia используют медное теплоотводящее основание, Nichia приклеивает кристалл к подложке, а технологи фирмы Lumileds Lighting используют пайку эвтектикой. Каждый из методов имеет свои особенности. Пайка кристалла на подложку позволяет снизить тепловое сопротивление кристалл – корпус, но при этом возникает диодный контакт между теплоотводящим основанием и кристаллом, что требует электрической изоляции изделий при одиночном или групповом монтаже на печатную плату. Это удорожает производство и в итоге увеличивает тепловое сопротивление корпус – теплоотвод.

Кремниевая подложка и медное теплоотводящее основание имеют значительно отличающиеся коэффициенты объемного расширения при нагревании, что при термоциклировании приводит к нарушению эвтектики, повреждению кристалла и, как следствие, к преждевременному старению источника света.

В свою очередь, метод приклеивания кристалла к медному теплоотводящему основанию позволяет уменьшить нагрузки на кристалл и одновременно обеспечивает лучшую (по сравнению с пайкой) электрическую изоляцию. Однако при этом снижаются не только долговечность и надежность изделий, но и себестоимость, что делает такую продукцию более доступной, при прочих равных условиях.

Надежность драйвера светодиодных источников света зависит от следующих факторов: качество и правильность выбора внешних элементов схемы драйвера, качество системы охлаждения, материалы, применяемые для изготовления радиаторов.

Наравне с другими полупроводниковыми приборами светодиод не является идеальным элементом со 100% коэффициентом полезного действия (КПД). Большая часть потребляемой им энергии рассеивается в тепло.

Конструктивно все радиаторы можно разделить на три большие группы: пластинчатые, стержневые и ребристые. Во всех случаях основание может иметь форму круга, квадрата или прямоугольника. Толщина основания имеет принципиальное значение при выборе, так как именно этот участок несёт ответственность за приём и равномерное распределение тепла по всей поверхности радиатора.

На форм-фактор радиатора оказывает влияние будущий режим работы:

- с естественной вентиляцией;
- с принудительной вентиляцией.

Радиатор охлаждения для светодиодов, который будет использоваться без вентилятора, должен иметь расстояние между ребрами не менее 4 мм. В противном случае естественной конвекции не хватит для успешного отвода тепла. Ярким примером служат системы

охлаждения компьютерных процессоров, где за счёт мощного вентилятора расстояние между рёбрами уменьшено до 1 мм. При проектировании светодиодных светильников большое значение уделяется их внешнему виду, что оказывает огромное влияние на форму теплоотвода. Например, система отвода тепловой энергии светодиодной лампы не должна выходить за рамки стандартной грушевидной формы. Этот факт вынуждает разработчиков прибегать к различным ухищрениям: использовать печатные платы с алюминиевой основой, соединяя их с корпусом-радиатором при помощи термоклея.

В настоящее время охлаждение мощных светодиодов производят преимущественно на радиаторах из алюминия. Такой выбор обусловлен лёгкостью, низкой стоимостью, податливостью в обработке и хорошими теплопроводящими свойствами этого металла. Также используются следующие материалы:

- Медь. Теплопроводность меди составляет 401 Вт/м\*К, уступая среди других металлов лишь серебру;
- Керамика. Новым решением в создании высокоэффективных теплоотводов стала алюмонитридная керамика, теплопроводность которой составляет 170–230 Вт/м\*К;
- Термопластик. Несмотря на то, что свойства теплопроводных пластмасс (3–40 Вт/м\*К) хуже, чем у алюминия, их главными преимуществами являются низкая себестоимость и лёгкость.

Каким бы ни был радиатор, он способен обеспечить хороший, но не самый лучший тепловой контакт с подложкой светодиода. Для снижения теплового сопротивления на контактируемую поверхность наносят теплопроводящую пасту. Эффективность её воздействия доказана повсеместным применением в системах охлаждения компьютерных процессоров. Качественная термопаста устойчива к затвердеванию и обладает низкой вязкостью. При нанесении на радиатор (подложку) достаточно одного тонкого ровного слоя на всей площади соприкосновения. После прижима и фиксации толщина слоя составит около 0,1 мм.

На каждый стандартный тип светодиодов существует техническая документация (datasheet), где приводится графическая зависимость относительного светового потока (%) от времени работы (ч) при определенной температуре окружающей среды.

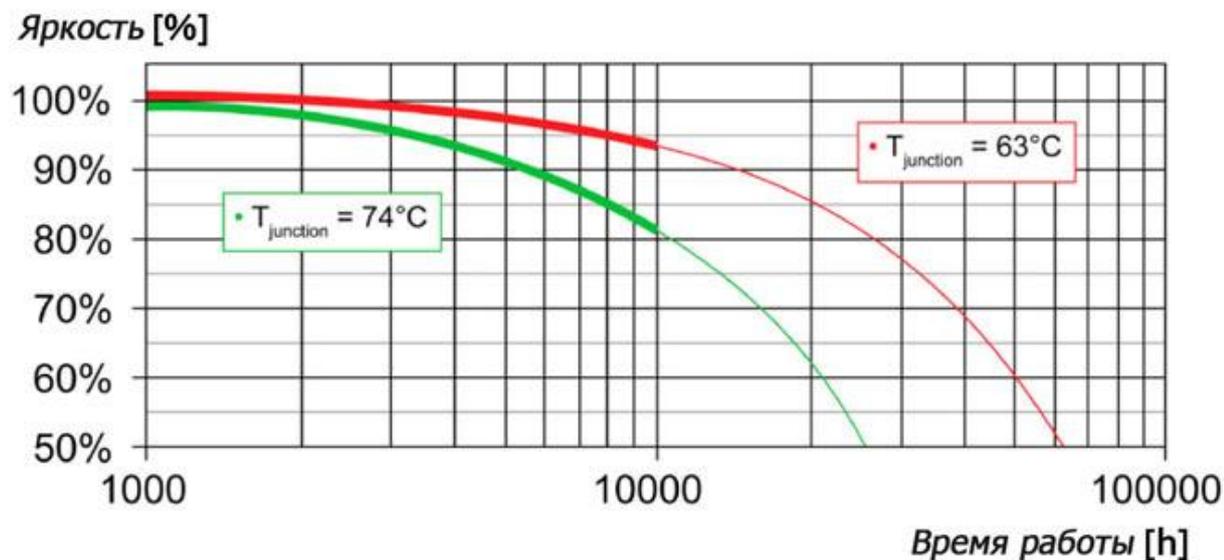


Рисунок 1. Зависимость светового потока от времени работы

Примечательно, что данные приводятся только для первых 3000 часов эксплуатации, в течение которых яркость падает как минимум на 5%, а далее зависимость имеет линейный характер. На самом деле кривая имеет больший наклон за счет неидеальных условий

эксплуатации. Причём постепенная потеря яркости никак не отображается в технических характеристиках лампочек.

Первое препятствие – это нестабильное напряжение питающей сети. Частые просадки и скачки напряжения негативно влияют на работу драйвера. Поэтому выбирать нужно лампочки с широким диапазоном питающего напряжения.

Второе – отсутствие естественного теплообмена (конвекции воздуха). Данное препятствие проявляется при установке светодиодных ламп в настенные и потолочные светильники закрытого типа. Слабой конвекцией также обладают светильники, открытая часть которых направлена вниз, а цокольная – не имеет отверстий.

Третье – эксплуатация в окружающей среде с предельно допустимой температурой. Чересчур низкая или высокая температура может оказаться вредной для деталей драйвера.

В очередной раз хочется отметить, что дешёвые светодиодные лампы и светильники при активном использовании лишь в редких случаях работают более двух лет. Но даже в этом случае их параметры не совпадают с заявленными, а сами лампы могут приносить вред здоровью.

### Литература

1. <https://korrespondent.net/ukraine/3595846-kak-otlychyt-kachestvennuui-LED-lampu-ot-nekachestvennoi>.
2. <http://ledjournal.info/spravochnik/radiator-dlya-svetodiodov.html>.
3. <https://leds-test.ru/drajvery-dlya-svetodiodnyh-lamp-vidy-tipy-kakie-luchshe>.
4. <http://ledjournal.info/byt/srok-sluzhby-svetodiodnyh-lamp-i-svetilnikov.html>.
5. <http://novosvet74.ru/info/luchshie-svetodiodnye-lampy.html>.