

11 главных вопросов о светодиодах

1) Для чего нужна стабилизация тока, протекающего через светодиод?

Ответ: Светодиод – прибор «накального» типа, т.е. от протекающего тока в прямой зависимости находится выход светового потока. Пульсации тока (нестабильность) соответственно вызывают пульсации светового потока, тогда как постоянство тока дает стабильный световой поток.

Особенность: в отличие от лампы накаливания, светодиод – прибор с весьма крутой характеристикой светоотдачи. Например, изменение тока через лампу накаливания в 2 раза, снизит выход света ~ в 4 раза, но лампа светить будет даже если снизить ток на 80...90%. В светодиоде снижение тока на 40% (часто и меньше) практически прекратится выход света. Это накладывает особые условия на точность поддержания тока драйвером светодиодов, скорость регулирования (постоянную времени регулирования) и т.п. сложностей. С этим особо связано выбор и тестирование драйверов светодиодов, часто попадаются некачественные системы регулирования.

Обратная, негативная сторона – усложнение димминга для схем драйверов светодиодов, мало хороших предложений по диммингу.

2) Какое воздействие оказывает светодиод на человеческий глаз? Не вреден ли он?

Безусловно, прямое воздействие светодиодного света на человеческий глаз является бесполезным. Однако стоит различать воздействие: прямая засветка и ультрафиолетовый спектр.

- прямая засветка – аналог утомляемости глаза (снежная слепота, офтальмия) – перегрузка глазного нерва избыточным светом. Светодиод, как точечный источник света, дает достаточно большое значение светового потока, в пределах 100....200 люмен, направленного в глаз. Люминесцентные лампы не обладают ослепляющим эффектом из-за весьма большой площади выхода света, однако светодиодные светильники в принятых в России конструкциях обладают малым рассеиванием. Оптимально увеличивать число светодиодов в светильнике с одновременным уменьшением их мощности для создания квази-распределенного света, что многие компании успешно практикуют. Также существует интересный способ расположения

светодиодов не вниз, а наоборот, вверх, и параболический отражатель внизу. В этом случае также получается квази-распределение света от точечных источников, снижаются потери света в сравнении с матированием, и свет получается весьма «мягким», не хуже люминесцентных светильников. На избыточность засветки вызывающую офтальмию, блики, отсветы, существуют свои СНиПы и ГОСТ-ы, регламентирующие эти эффекты.

- ультрафиолетовый спектр: то, с чем мы сталкиваемся в большей степени – в России чаще всего применяют светодиоды ультрафиолетового спектра. Вопрос почему – стоимость изготовления таких светодиодов в разы ниже, чем излучающих белый свет. Сдвиг их в белый спектр осуществляется наложением цветовой маски на светодиод (как правило – желтого цвета), однако маска задерживает и преобразует не весь выход ультрафиолета. При прямом воздействии на глаз ультрафиолетовое излучение пагубно сказывается на целом ряде глазных составляющих. В целом, запрет на использование светодиодных технологий в образовательных и медицинских учреждениях связан именно с применением более дешевых светодиодов. В Европе с этим достаточно быстро разобрались, и там разделили светодиоды белые и светодиоды белые с маской. В России все под одну гребенку.

3) Что такое температура перехода?

Светодиод, как и любой полупроводниковый элемент имеет переход (он же барьер): зону соприкосновения полупроводника с избыточным зарядом (электронная зона, N-тип) и полупроводника с недостаточной насыщенностью (дырочная зона, P-тип), совместно образующую собственно любой диод: P-N переход. Т.к. энергетика барьера подразумевает какое-либо нагнетание заряда, то понятно, эта зона имеет наивысшую температуру при работе диода (светодиода). Ее активность повышается с повышением температуры, но не бесконечно, существует критический уровень, после которого происходит разрушение барьера. Как правило, для кремниевых материалов это $+175^{\circ}\text{C}$, но не стоит забывать, что это не температура корпуса, а «реактора», в котором собственно идет процесс. Температура корпуса заведомо ниже.

4) Количество выделяемого тепла светодиодного светильника.? Будет ли собираться конденсат внутри светильника при установке в морозильной камере (Разница температур)

Вторая часть вопроса легче: конденсат всегда будет существовать, в случае перехода «точки росы», т.е. сочетания температуры и влажности, вызывающую адсорбцию влаги (конденсат). Условия в холодильной камере практически всегда будут способствовать адсорбированию влаги в случае нахождения в ней нагретого тела. Для любого типа светильника это неизбежно, за исключением азотосодержащих взрывобезопасных светильников с избыточным давлением газа в корпусе.

Количество выделяемого тепла. Светодиод - световой прибор с КПД порядка 25...30%, остальное уходит в ультрафиолетовое и инфракрасное излучение, т.е. в тепло. Т.о. светодиодный светильник мощностью 50 Вт будет выделять 35 Ватт в тепло, да еще плюс КПД драйвера. Насколько будет нагрет корпус светильника – это будет зависеть от площади излучения, способа крепления, местонахождения и конструктивных особенностей. Принципиально считается на каждый тип светильника, но общий прогноз естественно дать нельзя.

5) Решение ослепляющего эффекта. Как эффективно? Рассеивателем? изменением цвета?

Решений четыре:

1. Квази-распределенное светодиодное излучение. Т.е. установка в корпусе, например «Армстронг» 250...400 светодиодов малой мощности. Ослепляющий эффект однозначно снимается, но решение дороже (много пайки, большая площадь листов со светодиодами).

Кроме того, наши нормы все равно утверждают: недопущение попадания прямого света светодиода в глаз. Однако привел в пример, т.к. вообще – это решение.

2. Светорассеиватель. Наиболее часто применяемый вариант в России. Ослепляющий эффект снимается рассеиванием света, наилучший вариант – опаловый светорассеиватель. Надо понимать, что чем больше потерь света, тем больше светорассеивание и наоборот. Пирамидальный светорассеиватель собственно не рассеивает, наоборот коллимирует свет. Но за счет удаленности светодиода от поверхности большее число пирамидок коллимирует доставшуюся им часть света. Однако рассеивателем это можно назвать с большим натягом.

3. *Отраженный свет. Про это тип я писал выше. Крайне интересное и красивое решение, все больше завоевывающее популярность в Европе. В России мало применяют, как и все что касается полированного алюминия. А может не все знают, я сам наткнулся на это совершенно случайно.*

4. *Торцевая засветка. Часто применяется при интерьерном освещении в качестве сверхтонких светильников. Принцип действия: как мониторах, телевизорах – создать в тонком плоском кристалле (световоде) свет. Идеально ровное светораспределение возникает из-за множественного перекрестного отражения света от торцев световода. Неплохое решение, но т.к. обладает весьма низким КПД (много света так и остается в световоде) не применяется для промышленного освещения.*

6) Послегарантийное обслуживание светильника. Замена вышедших из строя светодиодов. Менять всю ленту? Или каждый отдельно. Какую часть от стоимости светодиодного светильника составляет светодиодный модуль, на котором непосредственно расположены диоды.

При правильном подборе драйвера светодиодов, а также установки достаточно жестких требований к поставщику светодиодных линеек (не менять выбранную продукцию в угоду дешевизне) можно смело говорить о 50 000 часов непрерывной работы светокомплекта. Светодиоды, безусловно, могут прослужить и дольше, но драйвер стабильного тока, как и ЭПРА имеет ограниченный ресурс, вдаваться не буду, если будет вопрос – поясню. Т.о. 50 000 часов безусловно перекрывает гарантийный срок обслуживания светильника. Но это теория, а практика состоит в том, что бы существовал отлаженный техпроцесс, а точнее что бы он не нарушался. От момента приемки светодиодных линеек на склад (условия складирования) до момента установки и тестирования светильника. Светодиодные линейки выполнены на алюминиевой печатной плате, весьма подверженной деформации. Из-за деформации возникают механические напряжения на плате, приводящие как к видимым разрушениям (замыкания, расколы корпуса), что легко заметно и исправимо. Хуже то, что разрушения могут быть локальными, невидимыми под маской печатной платы, и проявиться через несколько часов (тысяч часов – нет, но сотен может быть). Проверка такого, безусловно существует но не для массового производства. Т.ч. в массовом производстве – если заклепка не лезет – сними плату, обработай отверстие, и ставь плату по новой. Иначе качество и гарантийный срок не гарантирован.

7) Возможно ли изменение цвета светодиодов? за счет чего?

Нет. Светодиод изначально монохроматичен. Изменение цвета возможно на матрице светодиодов состоящей из красного/синего/зеленого (R-G-B) излучателей. Производители часто делают их на единой с монохромным светодиодной подложке, и придают название R-G-B светодиод. Это не правильно, это матрица. Изменение тока через каждый из цветов может создать практически любой цвет в палитре, учитывая конечно разрешающую способность драйвера (2ⁿ)/ обычно это 1024 цвета. Однако, следует учитывать, что излучатели цветных светодиодов существенно слабее сверхярких или осветительных белых, то такие системы применяются в основном в интерьерном освещении.

Для белых же светодиодов в основном получило распространение деления яркости по шкале нагрева физического тела в градусах Кельвина:

- теплый белый – 2400...2800°K*
- нейтральный белый - 3000...5000°K*
- холодный белый - 5000...8000°K*

Все это достигается наложением маски различной плотности. Надо понимать, что потери в маске максимальны для теплого и минимальны для холодного. Поэтому светодиоды одного названия, одной группы могут иметь достаточно серьезную разницу в выходе света, до 20 и более процентов.

8) Возможности драйверов светодиодных светильников. Какие параметры можно изменить при перенастройке электроники светильника.? Изменение мощности, цвета?

Только мощности. Очень нечасто попадаются диммируемые драйвера, т.е. можно менять выход светового потока путем регулирования резистором, еще реже – удаленного управления. Сущность драйвера – обеспечить стабильный ток через светодиоды, и минимизировать собственные потери энергии.

Управление цветом осуществляется специальными контроллерами для RGB светильников.

9) Частые выходы из строя светодиодных светильников при температурах +50 градусов. За счет чего можно решить данную проблему? Улучшение теплоотдачи? Понижение мощности светодиодов?

Сталкивался с тем, что в моих конструкциях температура превышала 128 градусов и срабатывала защита по теплу (предусматривал такое). Знаю, что в светильниках

наружного освещения в свое время были скопированы Китайские системы и имелся такой дефект. В этом, конкретном случае, ошибка была в форме радиатора охлаждения: в его мелких ребрах застревали ветки, солома и прочий мусор, что резко снижало теплоотдачу, наблюдался перегрев и выход из строя светильника. В КНР этого не наблюдалось из-за более пустынно-степного рельефа. В России бездумное копирование нередко до беды доводит.

Также, подобный эффект возможен в светодиодных лампах для прямой замены ДРЛ. Беда та же – нет выхода тепла при столь значительной мощности и куполообразным корпусом, который просто не дает отвода тепла. Но эти болячки переболели, решения найдены, это только было сравнительно давно, или осталось в нераспроданных партиях промышленных светодиодных светильников и светодиодных ламп.

Что касается «Армстронг» подобных светильников – тут могу сказать только про гонку за дешевизной. Применение самых дешевых светодиодов, самых дешевых драйверов светодиодов, понятно, ни к чему хорошему не приведет.

Ну и немаловажный фактор: в России действительно не умеют и не хотят считать выход тепла, его рассеивание, критические температуры и т.п. вещи. И не хотят страховаться, а такая возможность существует – можно применять драйвера с обратной связью по температуре (уменьшать ток при перегреве), или просто отключить электропитание. Честно говоря я знаю очень много конструкторов светодиодных светильников (да и ЭПРА тоже), которые даже не задумываются над этим (рассеиванием тепла). Со слов Саранского института света «ЛИСМА», к примеру, я ошибся в расчетах всего на 20%, что как оказалось было связано с системой измерения фотометрическим датчиком, рассчитанным на спектр ламп накаливания, а не светодиодов. В доверительной беседе, мне было сказано, что я еще молодец, люди мажут на 50...70%. Так что если эти промахи повесить на плохую клепку (прижим), т.е. не соблюдение технологии (кстати, я далеко не всегда видел технологически грамотно выполненные светильники), можно предсказать ожидаемый результат.

Еще, не стоит забывать о светодиодных светильниках изготовленных в тубах, для прямой замены Армстронга T5...T8. Это прямая покупка неудачной технологии в Китае, думаю, что весьма повлияла на мнение о светодиодах. В этих конструкциях с отводом тепла решения совсем слабоваты, ожидать длительной службы от них не приходится.

Не ответ – реплика. Я ввел ее для себя и общего понимания: вся эта гонка за дешевизной светодиодного светильника **ОДНОЗНАЧНО** сказывается на его плохом качестве.

Покупая дешевый Китай, мы понимаем, что сгорит, а когда сгорел – говорим, что вот, не научились еще светодиоды делать. Т.е. сами себе будущее гасим... Можно ведь и про Китайский люм так сказать, он тоже тепла не переносит. И служит не долго.... Реальный светодиодный светильник живет долго, очень долго, даже в условиях повышенных температур.

10) Насколько правдивы заявления производителей о сроке службы в 100 000 часов?

Производители светильников – ложь, производители светодиодов (брендовых моделей) – правда. Светодиод работает в большинстве конструкций и схем в своем рабочем режиме, со стабильным током, с установившейся температурой. Таким образом соблюдается характеристика его живучести, и ряд брендовых светодиодов в таком режиме может проработать и 100 тыс. часов и даже 200 тыс. часов. Это реальность, хотя безусловно побочным эффектом будет некоторое падение эмиссии и яркости светодиодов. Хотя оно будет сравнительно небольшим (менее 15%) и наступает через несколько десятков тысяч часов эксплуатации. Но все вышесказанное относится к светодиодам брендовых моделей (Kree, Philips, Nichia, Samsung, LG, Osram и др.), но не берусь распространить эти характеристики на светодиоды производства КНР. Они их делают, но я пока ни разу не получил какую-либо техническую документацию, только рекламки и ответы – «они работают, мы давно возим». Отсюда всегда настаиваю на тщательном отборе поставщика, проверки, предоставления полной документации на светодиоды и т.п. Иначе говорить о длительной работе просто нельзя.

Почему же светодиодные светильники не служат дольше 50 000 часов? Причина в драйвере. Для того. Что бы обеспечить наилучшие условия работы светодиода, ряд силовых элементов из состава электросхемы драйвера трудится в режимах близким к максимальным. Эксплуатация полупроводниковых элементов в режимах близким к максимальным всегда пагубно сказывается на сроке их жизни. Существует множество теоретических расчетов, практических подтверждений, номограмм и другого инструментария для определения расчетного срока живучести полупроводниковых элементов. На основании этого выводится средний срок службы для драйверов и ЭПРА в 50 000 часов работы. Конечно это не означает, что отдельные экземпляры могут проработать и 90 000 часов, но также и не доработать до срока несколько тыс. часов – точного закона нет (хотя, принципиально можно ввести с высокой точностью счетчик часов и блокировать работу электроники).

Вывод из этого такой: светодиоды в любом случае переживут смерть своего драйвера, а светильник получается «не вечный», обслуживание все равно необходимо, как минимум 2 раза в сроке его эксплуатации.

11) Через какое время происходит деградация светильника? Какие характеристики при этом изменяются?

Деградация нас интересует не светильника, а светодиодов. Драйвер начинает деградировать при первом же включении, корпус подвержен запылению и коррозии. Светодиоды (если светильник «правильный» а не как получилось), начинают деградировать через 25...30 тысяч часов. С характеристикой 1,5...4% потери эмиссии и излучения на каждые 10 тыс. часов работы. Однако, эти данные сняты со светодиодов, включенных на непрерывный прогон 8 лет назад. В настоящее время технология изготовления светодиодов становится лучше, вероятно цифры могут стать более оптимистичными. Хотя принципиально даже не сомневаюсь, что будут созданы светодиоды по более дешевым технологиям для уменьшения срока их жизни к разумным 50 тыс. часам. Коммерческая линия подразумевает, что потребителю не нужна светодиодная лампа, работающая на протяжении всей его жизни.

Вывод по деградации простыми словами: за время гарантийного срока светодиодный светильник потеряет световой поток из-за деградации светодиодов в разы меньше, чем от банальной пыли.