

УДК 621.32

Перспективы светодиодного освещения

Д. А. Гаврилович, О.Н. Перемотова

Научный руководитель: В.Б. КОЗЛОВСКАЯ, к.т.н., доцент.

В настоящее время появилась реальная перспектива широкого использования светодиодных источников света для организации внутреннего и наружного освещения, отличающихся по принципу действия и обладающих значительными достоинствами по сравнению с традиционными газоразрядными лампами.

В данный момент сконструированы светодиоды (СД) со световой отдачей более 80 лм/Вт, что приближается к значениям световой отдачи у наиболее экономичных люминесцентных ламп низкого давления [1].

Светодиод является полупроводниковым прибором, действие которого основано на явлении испускания фотонов, возникающем в области $p-n$ перехода. Излучающей основой являются гетероструктуры $InGaN/AlGaIn/GaN$, покрытые люминофором. Если к $p-n$ переходу приложить «прямое смещение», то через него потечет ток. После этого происходит рекомбинация носителей электрического заряда – электронов и «дырок», что способствует выделению энергии в виде излучения кванта света – фотона.

При включении СД в цепь необходимо соблюдать полярность. Включенное состояние он примет только при прямом включении, как показано на рисунке 2. При обратном включении СД «гореть» не будет. Более того, возможен выход из строя прибора при малых допустимых значениях обратного напряжения.

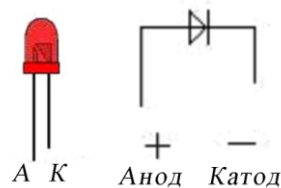


Рис. 1. Схема включения СД

Зависимости тока от напряжения при прямом (синяя кривая) и обратном (красная кривая) включениях показаны на вольтамперной характеристике СД [3]:

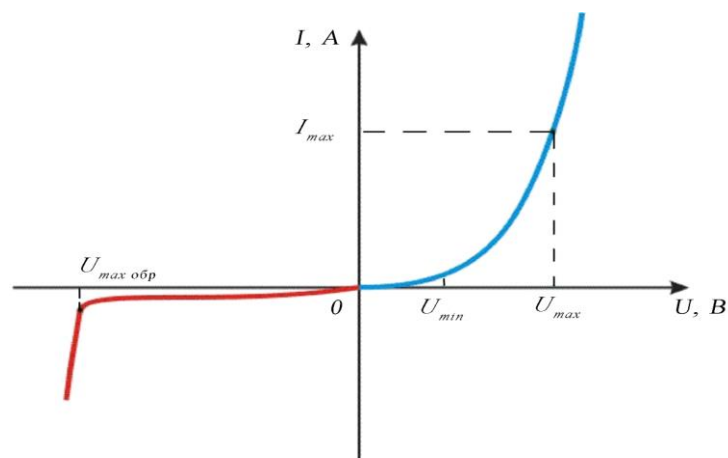


Рис. 2. Вольтамперная характеристика светодиода

Для каждого светодиода существуют допустимые максимальные (U_{max} и $U_{maxобр}$) и минимальное (U_{min}) значения напряжения питания, при котором наблюдается свечение светодиода. Чем выше напряжение, тем выше значение тока и тем выше яркость СД. Но при подаче напряжения свыше этих значений наступает электрический пробой, в результате которого СД выходит из строя. Диапазон питающих напряжений между U_{min} и U_{max} называется «рабочей» зоной.

Характер распределения света в пространстве в значительной степени определяется конструкцией светодиода. Узкая диаграмма направленности (рис. 3) обеспечивает большую силу света в осевом направлении, но небольшой угол обзора. При получении широкого угла обзора интенсивность излучения в осевом направлении снижается пропорционально углу излучения.

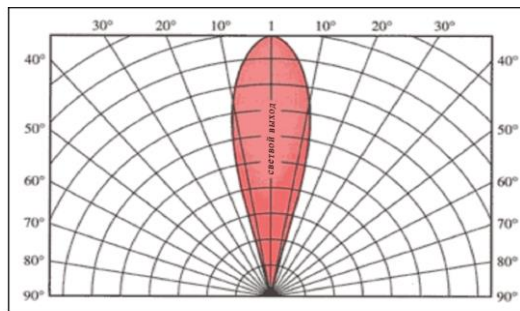


Рис. 3. Диаграмма направленности светодиодов

В системах освещения применяются мощные светодиоды, излучающие свет белого цвета. Существует три способа получения белого света от СД [4]. Первый – смешивание цветов по технологии *RGB* (с помощью трехполосных *Red-Green-Blue* люминофоров). На одной матрице плотно размещаются красные, голубые и зеленые СД, излучение которых смешивается при помощи оптической системы, например линзы. В результате получается белый свет. Второй способ: на поверхность СД, излучающего в ультрафиолетовом диапазоне, наносится три люминофора, излучающих, соответственно, голубой, зеленый и красный свет. И наконец, в третьем способе желто-зеленый или зеленый плюс красный люминофор наносятся на голубой СД, так что два или три излучения смешиваются, образуя белый или близкий к белому свет.

С появлением мощных белых СД стало возможным конструирование на их основе источников света для организации внутреннего и наружного освещения. Типичным примером мощного светодиода является *Lumileds K2*, конструкция которого представлена на рис. 4.

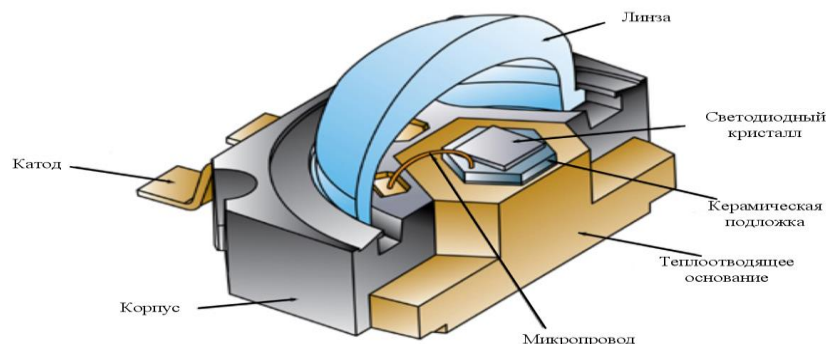


Рис. 4. Конструкции мощных светодиодов *Lumileds K2*

Светильник светодиодный подъездный 10 Вт (рис. 5) является одним из представителей светодиодных источников света для внутреннего освещения. Он предназначен для освещения предквартирных тамбуров, лестничных площадок жилых и административных зданий, а также для применения в качестве источников аварийного освещения. Этот светильник обеспечивает экономию электроэнергии и высокую надежность. Конструктивно содержит СД модуль и встроенный электронный балласт. Светодиодный модуль обеспечивает номинальное значение силы света 1500 мкд. Также данный светильник содержит встроенный фотоакустический датчик, обеспечивающий включение только при недостаточном освещении и внешнем шуме. За счет этого достигается существенная экономия электроэнергии [5].



Рис.5. Светильник светодиодный подъездный 10 Вт

В процессе конструирования световых приборов, предназначенных для работы с СД, разработчики сталкиваются с решением следующих задач.

Во-первых, питание светодиодов осуществляется на постоянном токе и низком напряжении. В частности, для СД *Luxion I* номинальный ток составляет 350 мА. Компанией *Philips* разработаны источники стабилизированного постоянного тока (драйверы) серии *Xitanium*, предназначенные для работы в установках внутреннего и наружного освещения, с выходной мощностью в диапазоне от 12 Вт до 80 Вт.

Во-вторых, необходимо решить проблему отвода от СД избыточного тепла. При перегреве СД снижается их световой поток, меняется цвет излучения, резко сокращается срок службы. Для каждого типа СД существует предельная температура области *p-n*-перехода. В частности, для СД *Luxion I* она составляет 130 °С. Тепловая проблема решается уже при конструировании самого СД. Но и при разработке светильника решение задачи обеспечения оптимального теплового режима СД продолжается [6].

В-третьих, необходимо создать так называемое вторичное оптическое устройство, нужным образом перераспределяющее световой поток СД.

В-четвертых, поскольку одиночные СД имеют невысокий световой поток, для получения требуемых светотехнических характеристик светового прибора необходима интеграция в одной конструкции нескольких (от одного до нескольких десятков) СД. При этом обязательным является их соответствие требованиям по электро- и пожаробезопасности, защите от проникновения посторонних предметов, пыли и влаги, удобству монтажа и обслуживания.

Рассмотрим основные достоинства и недостатки СД. К несомненным их достоинствам следует отнести следующие:

- СД не имеют никаких стеклянных колб и нитей накаливания, что обеспечивает высокую механическую прочность и надежность (ударная и вибрационная устойчивость);
- СД не содержат экологически вредных веществ (ртути, газа и т.д.);
- отсутствие разогрева и высоких напряжений гарантирует высокий уровень электро- и пожаробезопасности;
- безынерционность делает СД незаменимыми, когда требуется высокое быстроедействие;

- небольшие габаритные газмеры;
 - долговечность (срок службы может достигать 100 тысяч часов);
 - относительно низкий потребляемый ток и электропотребление;
 - большое разнообразие цветов излучения;
 - возможность регулирования светового потока;
 - СД излучает свет в узкой части спектра, его цвет чист, что особенно ценят дизайнеры, а УФ- и ИК-излучения, как правило, отсутствуют.
- Существенными недостатками СД являются:
- достаточно высокая стоимость;
 - малый световой поток от одного элемента;
 - деградация параметров СД со временем.
 - повышенные требования к питающему источнику.

Выводы:

1. Светодиоды являются более эффективными источниками светового излучения, чем традиционные источники света. Они также обладают высокой механической прочностью и длительным сроком службы.
2. За последние несколько лет в высокоразвитых странах светодиоды вышли на ведущие позиции при производстве светотехнических изделий для внутреннего и внешнего освещения, что говорит об их высокой энергоэффективности и экономической выгодности.
3. Многообразие цветовой гаммы светодиодов все больше и больше делает их конкурентоспособными на рынке светодизайна.
4. По мере развития технологии производства СД и снижении их стоимости можно прогнозировать широкое использование СД в системах освещения.

Литература:

4. Козловская В.Б., Радкевич В.Н., Сацукевич В.Н. Электрическое освещение: справочник. – 2-е изд. – Минск: Техноперспектива, 2008. – 271 с.
5. Светодиоды (LEDs) все еще популярны и продолжают совершенствоваться Часть 2 // Журнал о больших светодиодных экранах (интернет-журнал) [Электронный ресурс]. – 2003. - №7. – Режим доступа: http://www.screens.ru/rus/atv_systems_magazine/2003/7.htm – Дата доступа: 22.03.2009.
6. Светодиоды и их применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <http://chem.net/beginner/beginner54.php> – Дата доступа: 22.03.2009.
7. Светодиодная технология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ledlight.com.ua/technology.html> – Дата доступа: 22.03.2009.
8. Барковский В.Д., Лякишева И.В., Степанов В.Н. Светильники со светодиодами и их применение. – «Светотехника», 2007. №3. – с. 27 – 32.
9. Rainbow technologies. Энергосберегающее освещение компоненты и изделия: справочник. – Минск, 2008. – 33 с.