

Анализ характеристик светодиодных источников света

*Д.Н. Моргунов, аспирант, ФГБОУ ВО СамГУПС,
С.И. Васильев, к.т.н., ФГБОУ ВО Самарская ГСХА*

Исследование характеристик энергосберегающих источников света и светильников проводилось на основе полученных ранее результатов теоретических и экспериментальных исследований, представленных в литературных источниках.

Материал и методы исследования. Исследование проводилось методами анализа полученного материала, его сопоставления и последующего синтеза результатов.

На основе обобщения представлены результаты исследования и сформулированы выводы относительно характеристик энергосберегающих источников света и светильников.

В настоящее время проблема экономии энергоресурсов, в том числе и электроэнергии, стоит особенно остро. Главный вопрос, на который необходимо ответить: что выгоднее – увеличить генерирующие мощности или снизить потребление электрической энергии?

Большинство специалистов приходят к выводу, что экономически выгоднее не ввод в работу новых генерирующих мощностей, а реализация мероприятий, направленных на экономию электроэнергии. Так, например, только на нужды освещения в Российской Федерации ежегодно расходуется около 12% от общего объёма потребления электрической энергии, а в офисных помещениях этот показатель достигает 40–60% [1].

Результаты исследования. Рассмотрим особенности реализации энергосберегающих технологий при освещении.

Существует несколько вариантов исполнения энергосберегающих приборов освещения:

1. Энергосберегающие компактные лампы – самые распространённые на сегодняшний день. У такой лампы имеется ряд преимуществ и недостатков. Наиболее существенными недостатками являются наличие опасных веществ – ртути, а также необходимость использования пускозащитной аппаратуры (ПЗА).

2. Индукционные лампы. Свечение в них генерируется благодаря электромагнитной индукции в газе, заполняющем лампу. Для получения светового излучения используется комбинация трёх физических процессов – электромагнитной индукции, электрического разряда в газе, свечения люминофора. Индукционная лампа содержит твердотельную ртуть, что затрудняет способ её утилизации. Индукционные лампы, кроме всего прочего, излучают вредное электромагнитное излучение, в связи с чем рекомендуется размещать их на высоте от 6 м и более [2].

3. Светодиодные светильники. Они набирают всё большую популярность в последнее время.

Разновидностью светодиодных светильников являются филаментные светодиодные лампы (ФЛС). В основе ФЛС лежит технология Chip-on-Glass (COG). Она заключается в размещении сверхминиатюрных светодиодов на подложке из искусственного сапфира или, как более дешёвый вариант, из специального сорта стекла. Прозрачность подложки позволяет создавать массивы светодиодов, которые светят во все стороны [3].

Типичный филамент – светодиодный аналог отрезка нити накаливания – представляет собой стержень из искусственного сапфира или стекла диаметром 1,5 мм и длиной 30 мм. На нём при помощи технологии COG размещены 28 светодиодов синего свечения, которые соединены последовательно. В некоторых моделях филамент может содержать несколько светодиодов красного свечения для достижения более тёплого оттенка свечения, при этом общее число светодиодов в филаменте также равно 28. Сверху филамент покрыт слоем люминофора на силиконовой основе. Потребляемая мощность одного филамента лежит в пределах 0,8–1,3 Вт. Набирая нужное количество филаментов в колбе, можно получить светодиодную лампу требуемой мощности. Известны модели ФЛС, содержащие до 16 филаментов.

Преимуществом филамента является то, что для равномерного распределения света во все стороны не нужно использовать сложную оптическую систему, вносящую большие потери. Это обеспечивает высокий КПД лампы. Мощность, подводимая к филаменту, в 1,5 раза ниже, чем к традиционной светодиодной матрице, при равном значении светового потока.

Светодиодные приборы освещения имеют как положительные, так и отрицательные характеристики.

Срок службы светодиода составляет в среднем 100000 час. (примерно 25 лет) до периода деградации диода. Срок службы светодиода зависит от производителя. Наиболее долговечные светодиоды производства Nichia (Япония), OSRAM (Германия), Cree (США), Seoul Semiconductor (Ю. Корея), Samsung LED (Ю. Корея) [4].

Однако 100000 час. – это срок службы именно светодиода, а срок службы светильника гораздо скромнее – порядка 5 лет, в зависимости от производителя и комплектующих. Светильник состоит из двух основных компонентов – светодиодного модуля и источника питания. Источник состоит из ряда электронных компонентов, в которые входят электролитические конденсаторы. Срок службы алюминиевого электролитического конденсатора ограничен процессами его старения и в первом при-

ближении определяется температурой в наиболее горячей области внутри него, а также величиной приложенного напряжения. Изготовитель нормирует срок службы конденсатора в определённом базовом, опорном режиме его применения, который составляет в среднем 5 лет.

Светодиодные светильники при экономичности энергопотребления, достигающей 70% (в зависимости от типа изделия), характеризуются высокой светоотдачей. Проведя аналогию в сравнении можно условно сопоставить освещённость светильником ДРЛ-250 (250 Вт), люминесцентными лампами 4×18 (72 Вт), лампами накаливания 100 Вт, соответственно светодиодными светильниками 80 Вт, 30 Вт, 15 Вт.

Теоретически это так, однако в реальном производстве в целях удешевления светильника производители увеличивают ток на диоде до максимального рабочего, тем самым уменьшая срок его службы. Светодиоду с течением времени свойственно несколько изменять свои характеристики, особенно быстро это происходит вследствие неправильного применения. Это явление называется старением, или деградацией светодиода. Через некоторое время в силу физико-химических процессов, происходящих в кристалле, интенсивность излучения снижается, а цветовая температура может увеличиваться. Вследствие увеличения цветовой температуры светодиоды начинают синеть, очевидно отливая синим цветом. Деградация светодиодов встречается часто. Во многих случаях дешёвые светильники начинают синеть уже через 4–6 мес. эксплуатации.

Светодиодные светильники обладают механической прочностью и виброустойчивостью. Особенно это актуально в мостовом железнодорожном освещении, где высок уровень вибраций и перегрузок, которые легко разрушают любую электронику [4].

Это безусловное преимущество светодиодного светильника, однако оно осуществляется только при условии фиксирования элементов электроники источника питания теплопроводными компаундами, что увеличивает стоимость светильника.

Экологическая безопасность светодиодного светильника заключается в том, что он не содержит ртути, её производных и других ядовитых, вредных или опасных материалов и веществ, что позволяет сохранять окружающую среду, не требует специальных условий утилизации.

Светодиодный светильник характеризуется также отсутствием низкочастотных пульсаций светового потока. Это особенно актуально в офисных помещениях, где при работе с документами или компьютером наличие пульсаций сильно сказывается на усталости и здоровье глаз. Согласно СНиП 23-05-2010 коэффициент пульсации в офисных помещениях должен быть не более 10–15% (в зависимости от помещения), но и эта величина коэффициента, как считают многие эксперты, слишком завышена, наиболее благоприятным является освещение с пульсацией не более 4–5% [5].

Следует уточнить, что наличие пульсаций напрямую зависит не от светодиода, а от типа источника питания, применяемого в светильнике. Использование простейших (дешёвых) источников питания в большинстве случаев приводит к тому, что прибор не проходит по нормам низкочастотных пульсаций освещённости.

Для светодиодного светильника характерна возможность регулировки уровня освещённости за счёт установки источника питания с возможностью диммирования. Диммирование – это регулирование потребляемой прибором мощности. Возможно это установкой специального драйвера, регулирующего питание светодиодов по заранее заложенной программе. Управление программой драйвера осуществляется по выделенным проводам (протокол DALI) или сигналами по питающим проводам. Светильники с регулировкой освещённости в основном применяют в местах с малой пропускной способностью в ночное время суток (второстепенные автодороги, круглосуточные складские помещения) [6].

Возможность регулировать температуру цвета путём использования светодиодов необходимой цветовой температуры, как правило, от 3000 до 6500°К, является ещё одной характерной чертой светодиодного светильника. Мгновенное изменение температуры цвета в одном светильнике достигается путём установки в изделие светодиодов типа RGB. Для отображения всей палитры видимых оттенков теоретически достаточно иметь три цвета. Это так называемый RGB-синтез (Red – красный, Green – зелёный, Blue – синий). Для управления тремя цветами используются устройства, которые называются RGB-контроллерами. Наиболее распространённый вариант такого контроллера – диммер с тремя или кратным трём числом каналов [6].

Светодиодный светильник отличается мгновенным зажиганием при подаче питающего напряжения и стабильной работоспособностью при любой температуре окружающей среды, что даёт возможность применения на всей территории России (в том числе в условиях Крайнего Севера). Наиболее благоприятная температура – до минус 40°С, при дополнительных конструктивных изменениях возможна работа при минус 60°С.

При монтаже светодиодных систем уличного освещения, где используется кабель (ВЛИ) меньшего сечения и необходима меньшая мощность трансформаторов, обеспечивается дополнительный экономический эффект. Гарантия производителя светильников даёт возможность эксплуатации без обслуживания, что значительно уменьшает эксплуатационные затраты.

Низкое электропотребление светодиодного светильника даёт возможность его использования в качестве аварийного освещения, со встроенной аккумуляторной батареей и большим световым потоком на период эвакуации. Время работы прибора освещения от аккумуляторной батареи составляет

порядка 3 часов при световом потоке 4000 Лм и 38 Вт потребляемой мощности [4; 6].

Экономичность электропотребления зависит от большого числа факторов. Действительно высокой её можно назвать только при условии применения источников питания с устройствами коррекции мощности, без которых коэффициент мощности с трудом достигает 0,5.

Использование светодиодных светильников, подключённых от солнечных батарей, в качестве полноценного освещения (без внешнего источника питания) находит всё большее применение в местах, где отсутствует возможность электроснабжения. Комплекс освещения АОС (автономная осветительная система) – устройство, состоящее из аккумуляторной батареи, контролера заряда-разряда, светодиодного светильника 12 В [4].

Возможность формирования кривой силы света вторичной оптикой, установленной на светодиод, даёт возможность применения прибора освещения наиболее эффективно к местным условиям. Данное преимущество позволяет получить направленный поток света и освещать только то, что необходимо, избегая потерь на освещение стен и перекрытий помещения, например склада. При этом достигается равномерная засветка, не слепящая глаза и не создающая тёмных (мёртвых) зон.

Стабильная работа светильника в диапазоне напряжений 110–300 В (в зависимости от типа источника питания и его характеристик) [6].

При этом существенные отклонения напряжения от номинального приводят к ускоренному износу электронного блока питания, а при некачественном блоке питания – к ускоренной деградации светодиода.

Проведённый анализ характеристик электрических источников света и светильников и детальный анализ светодиодных светильников раскрывает очевидные их преимущества и перспективы использования. Однако у них есть и определённые недостатки.

Одним из главных недостатков светодиодных светильников является их стоимость. С другой стороны, за счёт экономии электроэнергии и срока службы светодиодов вложенные средства быстро окупаются, это снижает данный недостаток и делает его не таким значительным.

Негативной особенностью светодиодных светильников является то, что в их состав входит импульсный источник питания. В нашей стране только в последнее время становится заметным влияние импульсного потребления и вызванные им проблемы. Это приводит к вредному, а иногда и опасному искажению сетевого тока в виду импульсного потребления. Таким образом сетевой ток становится несинусоидальным, появляются высшие гармоники тока и напряжения. Генерируются токи не только обратной, но и нулевой последовательности чередования фаз, что особенно негативно сказывается на работе трёхфазных систем. Проблема искажения сетевого тока довольно обширна и изучается многими институтами, потому как импульсные источники входят в состав не только светильников, но и практически любой офисной и бытовой техники.

Выводы. На основании проведённого анализа характеристик электрических источников света можно заключить, что светодиодные светильники имеют множество преимуществ по сравнению с другими источниками света.

В то же время существующие недостатки и проблемы, как, например, импульсность потребления тока, являются разрешимыми. Учитывая столь низкое электропотребление и возможности регулирования цветовой температуры и потребляемой мощности в широком диапазоне, становится очевидным, что именно светодиодные светильники имеют наибольшие перспективы широкого применения.

Литература

1. Производственное светотехническое объединение / [Электронный ресурс]. URL: <http://www.alb.ru/articles/dimming> (дата обращения 10.03.16).
2. Индукционная лампа как альтернатива светодиодной / [Электронный ресурс]. URL: <http://elektrik.info/main/news/389-indukcionnaya-lampa-kak-alternativa-svetodiodnoy.html> (дата обращения 18.03.16).
3. Бугров В.Е., Виноградов К.А. Оптоэлектроника светодиодов. СПб.: Национальный исследовательский университет, 2013. 174 с.
4. Светодиодные светильники — шаг в будущее / [Электронный ресурс]. URL: <http://www.diy.ru/post/6240> (дата обращения 15.02.16).
5. Естественное и искусственное освещение СНиП 23-05-2010. Министерство регионального развития Российской Федерации. 2010. 76 с.
6. Тайны филаментных светодиодных ламп / [Электронный ресурс]. URL: <http://market.elec.ru/nomer/56/tajny-filamentnyh-svetodiodnyh-lamp> (дата обращения 19.03.16).