

Актуальные направления применения мощных светодиодов

➔ В статье рассмотрены перспективные направления применения мощных светодиодов и изделий на их основе, причем как активно развивающиеся сейчас, так и представляющие интерес в ближайшем будущем. Приведены краткий обзор наиболее интересных и любопытных примеров применения светодиодов в освещении, а также интересные решения на основе светодиодов в других областях.



Введение

Существование современного общества невозможно представить себе без искусственного освещения. Осветительная техника постоянно совершенствуется по мере развития науки и техники. То же самое относится и к источникам света. Среди основных целей их развития — увеличение светового потока источника света, т. е. величины, характеризующей мощность его оптического излучения, воспринимаемую человеческим глазом, а также снижение затрат электроэнергии на освещение и обеспечение экологической чистоты светотехнических устройств.

На протяжении почти десяти лет перспективными источниками света считаются полупроводниковые светодиоды (СД). В настоящее время их стали применять практически повсеместно. Такие основные преимущества СД, как высокая световая отдача, компактные размеры, надежность и возможность выбора необходимого оттенка света, привлекают разработчиков, и они активно используют СД в своих решениях. Рынок светотехнических изделий на основе СД растет, появляются новые приборы, а также развиваются новые направления их применения.

Достаточно малая по сравнению с традиционными источниками света (лампами) электрическая мощность СД в рабочем режиме обуславливает и более низкое потребление электроэнергии устройствами на их основе. А если принять во внимание при разработках направленное излучение СД, можно эффективнее использовать источники света на их основе. Кроме того, не следует забывать, что время жизни СД продолжительнее, чем у традиционных ламп, минимум в несколько раз, а значит, ниже будут и расходы на обслуживание систем освещения. Уже сейчас понятно, что СД стали рассматривать как самые перспективные источники света, и, скорее всего, интерес к ним не ослабнет и в ближайшем будущем.

Основные области применения СД

Осветительные устройства на основе СД уже внедряют во многих областях — от бегущих строк и рекламных табло до автомобильной светотехники и осветительных устройств. Потребители начинают к ним привыкать, разработчики же стараются обосновать преимущества

разрабатываемых ими изделий для того или иного применения, а также разъяснить, как лучше и как правильнее сконструировать устройство.

В последние годы СД постепенно вытесняют традиционные лампы накаливания и разрядные. До 1990-х годов СД применялись в основном для индикации в электронных приборах, а в 2000-х годах они уже широко использовались на транспорте, в светофорах, дорожных знаках, на панели управления в кабинах и салонах транспортных средств и пр. [1–3].

В настоящее время СД уже достаточно широко используются в системах освещения, начиная от архитектурно-художественных, поскольку обеспечивают практически все цвета видимого спектра, а также управление цветом путем варьирования интенсивности свечения в результате изменения рабочего тока, и заканчивая различными видами общего освещения, например уличного, где требуются сложные светотехнические решения.

Появляются и новые области применения СД, одной из которых является растениеводство, где потребность в оборудовании со светодиодами постоянно увеличивается [1–7].

Применение СД в освещении

Появление в середине 1990-х годов СД белого цвета свечения породило предположения о возможности использовать их для искусственного освещения. К этой

идее вернулись в начале 2000-х годов, когда были разработаны первые мощные СД [1, 2, 8]. По световой отдаче они превосходили самые распространенные тогда лампы накаливания примерно в два раза.

С начала 2000-х гг. рынок светодиодов стал очень быстро расти. Его значительному расширению в 2007 г. способствовало увеличение спроса на светодиоды в Китае, связанн со световым оформлением объектов для Олимпийских игр 2008 г. в Пекине [9–10].

В четвертом квартале 2008 г. наметилась тенденция к снижению темпов роста рынка, особенно в сегменте автомобильной промышленности и мобильных телефонов [9, 10], что оказалось первым проявлением экономического кризиса. В связи с неблагоприятной экономической обстановкой многие аналитики предсказывали в 2009 г. сокращение рынка светодиодов [1, 2]. Однако на деле, несмотря на влияние глобального экономического спада, прогресс все-таки способствовал росту спроса на светодиоды и изделия на их основе. В 2009 г., вопреки негативным прогнозам, рынок продолжил плавно расти, а в последующие три года, с 2010 по 2012 г. включительно, он стал резко увеличиваться. В результате к началу 2013 г. его объем вырос по сравнению с 2008 г. почти в 2,5 раза и составил \$13,3 млрд, что на 10% превысило прогнозы экспертов. Правы же эксперты были в том, что ускорение развития рынка

произошло благодаря использованию светодиодов в жидкокристаллических панелях и дисплеях, автомобильной промышленности и, конечно, дальнейшему росту популярности полупроводникового освещения.

Уже сейчас СД успешно заменяют лампы практически всех типов — от накаливания до газоразрядных. Их отличают высокие световая отдача и надежность, а также компактность. Кроме того, есть возможность выбирать необходимый оттенок света. Применяют СД в самых разных областях, что обусловлено, прежде всего, многообразием их типов и моделей различных цветов, размеров и форм.

В настоящее время рынок светотехнических изделий развивается поступательно благодаря постоянному появлению новых светодиодных продуктов. Хотя круг основных типов светодиодных изделий практически сформировался, все же продолжают выпускаться новые поколения существующих серий и изделия на их основе, а также разрабатываются новые типы продуктов [3].

Также внедрение светодиодных светильников развивается достаточно стремительно. Их уже применили, например, для освещения храма во Владимире [1] и современного квартала в Грозном [10], представленных на рис. 1 и 2 соответственно.

Кроме того, СД практически полностью заняли нишу декоративного освещения. Начиная с 2013 г. на Рождественские



Рис. 1. Освещение церкви в Владимире светильниками на основе СД

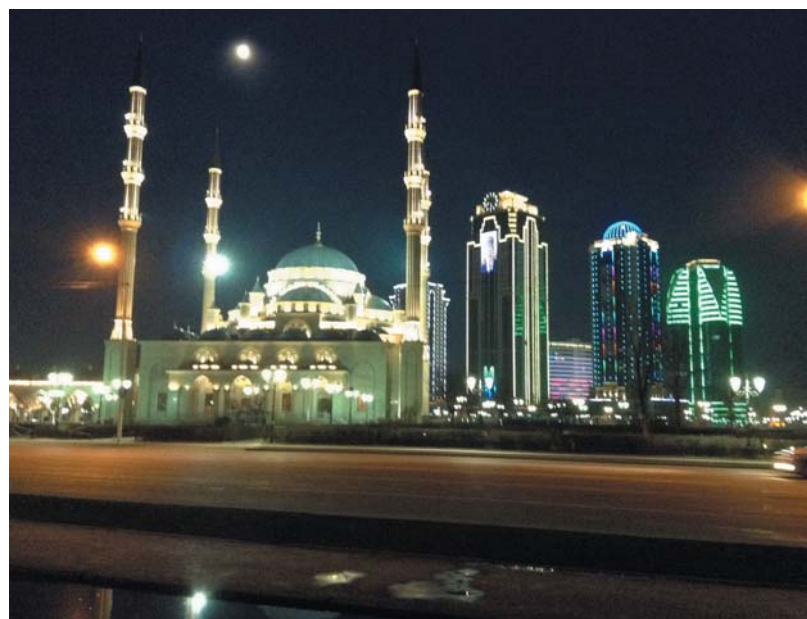


Рис. 2. Освещение современного квартала в Грозном светильниками на основе СД



Рис. 3. Праздничная иллюминация на основе СД на Тверском бульваре в Москве (2015)



Рис. 4. Новогодние светодиодные украшения в Москве (2015)

праздники все бульвары и ярмарки Москвы на три недели одеваются в сказочный наряд из светодиодов (рис. 3), на площадях и в парках устанавливают различные украшения на их основе (рис. 4) [10]. А вот для общего освещения, несмотря на все успехи технологии СД, такие светильники широко не применялись.

К началу 2007 г. внедрение светодиодных светильников за рубежом распределялось следующим образом: проекты освещения торговых площадей и ресторанов составляли 60%, частных подземных гаражей — 30%, офисов — 7%, а улиц и площадей — лишь около 3% [1, 10, 11]. В 2007 г. были начаты несколько серьезных проектов по применению светодиодных источников света в уличном освещении. Например, был анонсирован совместный проект компаний Cree, Lighting Science Group Corporation и правительства шт. Северная Каролина под названием LED City («Светодиодный город»). Он предусматривал постепенный перевод освещения столицы штата, г. Роли, на светодиодное [1, 10, 11]. В Великобритании с 2009 г. были запрещены производство и использование ламп накаливания [1, 10, 12]. В США, в Австралии и в нескольких европейских странах решили с 2010 г. отказаться от ламп накаливания, а к 2015 г. подобная участь ожидала и другие



Рис. 5. Освещение подземного пешеходного перехода в Москве около станции метро «Рижская» светодиодными светильниками на основе СД (прямо) и натриевых ламп высокого давления (слева)

источники света [1, 10, 12]. В частности, в США запланировали перевести к 2014 г. все уличное освещение на светодиодное, что и было успешно реализовано.

В России один из первых проектов применения СД в городском освещении был выполнен во второй половине 2007 г. в Москве [1, 2, 10]: тогда были установлены светильники на основе СД компании Cree в подземном переходе в районе станции метро «Рижская» (рис. 5). В течение года их эксплуатации (с сентября 2007 г. по октябрь 2008 г.) потребление электроэнергии в переходе снизилось на 45% [11]. Также среди первых подобных проектов следует отметить разработанный и внедренный ОАО «Российские железные дороги» (РЖД) в рамках выполнения отраслевой Программы энергосбережения и повышения энергоэффективности. В 2008 г. было сделано несколько пробных инсталляций на пассажирских платформах и пешеходных мостах, в ремонтных цехах локомотивного депо, на сортировочных станциях (рис. 6).



Рис. 6. Освещение: а) сортировочной станции «Новоярославская»; б) станции «Шексна» Северной железной дороги светодиодными светильниками на основе СД



Рис. 7. Освещение цеха предприятия «Логика» в Зеленограде светильниками для промышленного освещения на основе светодиодов

Впечатление они оставили положительное, применение светодиодных светильников привело к сокращению потребления электроэнергии на отдельных объектах до 2,5 раза при обеспечении хороших значений освещенности [1, 2, 10, 11].

Это были тестовые проекты, целенаправленное же внедрение СД-технологий началось в 2008–2009 гг. А одним из главных событий стало принятие «Программы инновационного развития и модернизации экономики», предложенной в 2015 г. Президентом РФ. В число главных задач, требующих решения, вошли энергосбережение и энергоэффективность. Решением Комиссии при Президенте России был утвержден проект «Новый свет». Его важнейшей частью должно стать массовое производство СД и внедрение светотехнических изделий на их основе. Чтобы принять участие в данном проекте, многие предприятия и организации стали проявлять интерес к светотехническим изделиям на основе СД. Производители традиционного осветительного оборудования начали осознавать, что СД-светильники для них не конкурентная продукция и что они, благодаря новым технологиям, получили возможность вывести свои изделия на новый технологический уровень. Кроме того, многие компании начали предпринимать попытки за-

менить освещение своих помещений на светодиодное, устанавливая СД в цехах (рис. 7).

Развитие светодиодных технологий, сопровождающееся ростом светотехнических характеристик и снижением себестоимости СД, привело к появлению мощных светодиодов, световая отдача которых уже сравнима с самыми эффективными разрядными лампами. Это наряду с потребностью экономить потребляемую электроэнергию открывает новые направления для создания изделий на базе СД, особенно используемых для освещения общих коридоров и подъездов в жилых домах, технических зон и рабочих мест на предприятиях, складах и хранилищах, а также витрин и прилавков магазинов.

К примеру, уже реализован проект замены светильников с лампами накаливания и компактными люминесцентными лампами на светодиодные на крыльце, при входе в подъезд, на лестничных площадках, в подвале и подсобных помещениях жилого дома ЖСК МГУ им. М. В. Ломоносова «Наука 4» в Москве [10]. Во всех восьми подъездах на девяти этажах в 20 светильниках 100-Вт лампы накаливания были заменены 13-Вт лампами на основе СД (рис. 8), в 28 — вместо 60-Вт ламп накаливания были поставлены 7-Вт лампы на основе СД, в 152 —



Рис. 8. Освещение входа в подъезд жилого дома светильником с лампой на основе СД мощностью 13 Вт

люминесцентные 36-Вт лампы заменили 6-Вт лампами на основе СД мощностью (рис. 9), а еще в 8 — вместо двух 36-Вт люминесцентных ламп стала работать



Рис. 9. Освещение лестничной клетки жилого дома светильником с лампой на основе СД мощностью 6 Вт



Рис. 10. Освещение в подъезде жилого дома светильником с лампой на основе СД мощностью 24 Вт

одна 24-Вт на основе СД (рис. 10). В результате потребление электроэнергии уменьшилось примерно в 6 раз [10]. И еще надо учесть, что данные светильники безопасны, их утилизируют так

же, как простые лампы накаливания, и еще они пригодны для ремонта, что значительно удешевляет их эксплуатацию. А поскольку цены на светодиодную продукцию падают, а на энергоносители растут, подобная замена светильников окупается очень быстро.

Сейчас в Москве компания «Мослифт» проводит кампанию по замене во всех действующих лифтах и лифтовых шахтах установленных там ламп на светодиодные, что должно снизить потребление электроэнергии [10].

Приведем еще один пример экономии электроэнергии, когда в жилом доме не только заменили светильники, но и установили датчики их автоматического включения, срабатывающие на звуковое воздействие. Несомненно, что такая модернизация обеспечит еще более существенную экономию электроэнергии [10]. Кстати, реализовать такое управление с помощью современных электронных микросхем на базе СД, которые, по сути, являются оптоэлектронными компонентами, технически гораздо проще, чем в случае использования светильников на основе разрядных ламп и ламп накаливания.

СД в автомобильной светотехнике

Другая интересная область применения СД — автомобильная светотехника. Постепенно СД стали устанавливать и в приборах для подачи сигналов тор-

можения, а также в указателях поворота, заднего хода, на панели приборов и для освещения салона. В последние годы СД стали устанавливать на габаритные и ходовые огни, а также для освещения номерного знака [3].

Неохваченными до недавнего времени оставались только фары ближнего и дальнего света, что обусловлено специфической КСС фар ближнего света, которая должна обеспечивать соответствие достаточно строгим требованиям. Получение требуемой КСС возможно только при применении специальной оптики, разработка которой является достаточно сложной, что сказывается на ее себестоимости. Поэтому созданием светодиодных фар, как правило, занимались только самые известные компании, причем в основном для своих топовых моделей [3]. Впрочем, в последнее время ситуация изменилась, и сейчас многие автомобильные производители заинтересовались возможностями СД-продуктов. Существенный рост рынка ожидается в ближайшие несколько лет, что, как предполагается, будет связано с появлением новых интересных инновационных решений.

Одним из таких решений стала светодиодная лампа H4/H7 (рис. 11), разработанная компанией SemiLEDs [3, 13]. Она предназначена для фары головного света автомобиля и мотоцикла. Компания, разработавшая эту новинку на основе собственного патента, представила ее на рынок в феврале 2015 г. В массовое производство H4/H7 была запущена в конце I квартала 2015 г. Главной особенностью этой лампы является конструкция излучателя, в основе которой множество светодиодных кристаллов [3, 13, 14]. Такой излучатель (рис. 12) обеспечивает



Рис. 11. Макет фары автомобиля с источником света на основе светодиодной продукции SemiLEDs



Рис. 12. Светодиодный модуль для фары головного света автомобиля на основе светодиодной продукции SemiLEDs

светораспределение, аналогичное тому, что дает нить накала галогенной лампы, но его световая отдача существенно выше. Благодаря этому КСС светодиодной лампы Н4/Н7 и стандартной галогенной лампы практически одинаковые, однако световые характеристики фары при использовании светодиодной лампы Н4/Н7 возрастают примерно на 35% по сравнению с использованием стандартной галогенной [3, 13, 14]. Стоит отметить, что эту светодиодную лампу легче монтировать в корпус фары, чем стандартную галогенную.

Светодиодная фара на базе лампы Н4/Н7 соответствует требованиям регламентирующих документов дорожного движения, предъявляемым к головному свету. Оптическая система данной фары позволяет получить равномерное светораспределение при меньшей яркости, и в результате значительно снижается эффект ослепления водителей встречного транспорта. Свет новой светодиодной фары более комфортен для глаз водителя, она хорошо освещает дорожное покрытие, улучшает обзор дороги в ночное время и, как следствие, снижает утомляемость и повышает работоспособность водителя. Система отвода тепла от светодиодного кристалла, разработанная компанией SemiLEDs для светодиодной лампы Н4/Н7, гарантирует ей долгий срок службы — до 30 тыс. ч [3, 14].

Кроме того, стоит отметить и достаточно эффективное применение СД для освещения салона автомобиля (рис. 13). Безусловно, светильники на базе СД скорее декоративные, и их будут устанавливать в основном в новых моделях и концепт-карах ведущих производителей. Тем не менее такое их использование представляется достаточно перспективным, особенно с учетом низкого напряжения питания и небольшого энергопотребления СД. Кроме того, подобное освещение салона не создаст помех запуску двигателя и улучшит освещенность.

СД в растениеводстве

СД также выглядят достаточно перспективными для применения в растениеводстве. Оптическое излучение является источником энергии для фотосинтеза, причем преимущественно поглощается длинноволновая часть спектра — красные лучи, а влияние коротковолновой части — сине-зеленой — является менее существенным [3–5].

Исследования воздействий излучения видимого спектрального диапазона на растения, например на эффективность фотосинтеза и продуктивность различных растений, проводятся достаточно давно. Было установлено, что свет, полученный разными пигментами, расходуется на разные цели. Например, пигменты с пиком чувствительности в красной области спектра отвечают за развитие корневой системы, созревание плодов, цветение растений, а с пиком поглощения в синей области — за увеличение зеленой массы. Зеленая часть спектра излучения полезна для фотосинтеза оптически плотных листьев и листьев нижних ярусов, куда синие и красные лучи почти не проникают. Остальные части спектра растениями практически не используются [3–5].

В настоящее время можно утверждать, что СД способны обеспечить хорошее соответствие спектра излучения аграрного светильника спектру эффективности фотосинтеза, в отличие от используемых в большинстве тепличных осветительных систем, адаптированных для растениеводства, натриевых ламп высокого давления. Составляя комбинации из светодиодов разных цветовых групп, можно получить источник света с практически любым спектральным составом в видимом диапазоне [3–5]. Можно подобрать спектральные линии светодиодного светильника таким образом, что они в большей степени будут совпадать с пиками кривой спектральной эффективности фотосинтеза. Это может

улучшить эффективность усваивания света растениями. А возможность управлять интенсивностью излучения светодиодов путем изменения тока позволит изменять интенсивность той или иной спектральной составляющей в зависимости от вегетационного периода растений. Реализовать же такое управление помогут современные автоматизированные системы, предназначенные для современных теплиц [3–5].

Возможность управлять интенсивностью светодиодов с помощью современных систем управления является очень важным их преимуществом при использовании приборов на основе СД для промышленного и уличного освещения, а также для освещения внутренних помещений.

Итоги

Изложенное в данной статье позволяет сделать следующие выводы: системы освещения на основе мощных СД позволяют получить требуемые значения светотехнических параметров на объекте, существенно снизив при этом величину потребляемой электроэнергии. Развитие технологий производства мощных светодиодов, а также мировой энергетический кризис могут способствовать выходу мощных светодиодов на первые роли в качестве источников света для систем освещения уже в ближайшем будущем.

Кроме того, светодиоды не являются хрупкими, в отличие от ламп, поэтому устройства на их основе вандалостойкие.



Рис. 13. Декоративное освещение салона автомобиля на основе СД

Возможность низковольтного питания делает их безопасными, т. е. не являющимися потенциальными источниками возникновения пожара или взрыва. Благодаря этим факторам, а также увеличившейся в последние годы световой отдаче, СД стали очень перспективными источниками света уже сейчас, и они должны завоевать все большие сферы применения в ближайшем будущем. Это вселяет надежду на то, что ситуация в нашей стране вскоре начнет меняться, и мы не слишком отстанем в применении СД от передовых зарубежных стран.

Можно констатировать, что рассуждения, приведенные в статье, вполне обоснованны, так как уже сейчас наблюдается большое количество светодиодных изделий среди окружающих светотехнических устройств. ●

Литература

1. Туркин А. Н. Применение светодиодов в светотехнических решениях: история, реальность и перспективы // Современные технологии автоматизации. 2011. № 2.
2. Туркин А. Н. Полупроводниковые светодиоды: история, факты, перспективы // Полупроводниковая светотехника. 2011. № 5.
3. Туркин А. Мощные светодиоды и изделия на их основе в свете актуальных областей их применения // Современная электроника. 2016. № 3.
4. Бахарев И., Прокофьев А., Туркин А., Яковлев А. Применение светодиодных светильников для освещения теплиц: реальность и перспективы // Современные технологии автоматизации. 2010. № 2.
5. Прокофьев А. Ю., Туркин А. Н., Яковлев А. А. Перспективы применения светодиодов в растениеводстве // Полупроводниковая светотехника. 2010. № 5.
6. Сарычев Г., Гаврилкина Г., Туркин А., Репин Ю. Светодиоды и интенсивная светокультура растений // Полупроводниковая светотехника. 2014. № 1.
7. Туркин А., Червинский М. Новые цветные светодиоды компании Cree: особенности и перспективы использования // Полупроводниковая светотехника. 2015. № 6.
8. Туркин А. Н. Светодиоды Lumileds: прошлое, настоящее, будущее // Полупроводниковая светотехника. 2012. № 2.
9. Полищук А. Г., Туркин А. Н. Новое поколение светодиодов компании Cree для освещения // Автоматизация в промышленности. 2008. № 8.
10. Туркин А. Н., Матешев И. С., Маркова С. Н., Тимонин Ю. П., Федоренко К. С. Светодиоды — источники света будущего: высокоэффективные технологии как неотъемлемая часть развития современного общества. Гл. 4. Одесса. 2015.
11. Туркин А. Перспективы применения мощных светодиодов Cree для освещения // Новости электроники. 2009. № 9.
12. Туркин А. Мощные светодиоды Cree для освещения: основные преимущества и перспективы применения // Полупроводниковая светотехника. 2009. № 2.
13. Матешев И., Туркин А. Светодиоды SemiLEDs — новые технологии, новые возможности // Полупроводниковая светотехника. 2014. № 3.
14. Туркин А. Н. Новинки на рынке светодиодной продукции от компании SemiLEDs // Полупроводниковая светотехника. 2015. № 3.