

Литература

1. Федоров, О. В. Техничко-экономическое обоснование внедрения системы непрерывного мониторинга показателей качества электроэнергии на объектах горных предприятий / О. В. Федоров [и др.] // Изв. высш. учеб. заведений. Проблемы энергетики. – 2016. – № 9-10. – С. 91–97.
2. Фашиленко, В. Н. Регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок горных предприятий : учеб. пособие / В. Н. Фашиленко. – М. : Гор. кн., 2011. – 260 с.
3. Грачева, Е. И. Анализ и оценка экономии электроэнергии в системах внутривзаводского электроснабжения / Е. И. Грачева, А. Н. Горлов, З. М. Шакурова // Изв. высш. учеб. заведений. Проблемы энергетики. – 2020. – № 22 (2). – С. 65–74. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2020-22-2-65-74>
4. Optimize the cost of paying for electricity in the water supply system by using accumulating tanks / A. Karanski [et al.] // In E3S Web of Conferences, 2020 / EDP Sciences. – Les Vlis, 2020. – Vol. 178. – P. 01065.

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ И СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ РЫНКА СВЕТОТЕХНИКИ

М. Д. Астапенко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: Л. И. Евминов, Т. В. Алфёрова

Приведен подробный анализ развития светотехники. Рассмотрены основные типы современных источников светодиодного освещения, тенденции и перспективы развития мирового рынка светодиодного освещения в 2023 г.

Ключевые слова: источники света, рынок светотехники, светодиоды, светодиодная матрица, область применения.

Введение

Ежегодный рост цен на энергоносители создает большие проблемы для многих экономик мира, в связи с чем правительством разных стран принимаются меры по внедрению программ энергосбережения и энергоэффективности. В части европейских государств проводится политика экономии электроэнергии, что отражается как в сокращении времени подсветки ночных городов, так и в модернизации систем освещения. В Республике Беларусь рациональное и экономное расходование всех видов топливно-энергетических ресурсов, в том числе и электрической энергии, снижение их потерь на сегодняшний день является актуальной задачей. Строгий контроль со стороны государства за рациональным расходованием всех видов топливно-энергетических ресурсов определяется тем, что Республика Беларусь импортирует более 60 % энергоресурсов. В этих условиях задача эффективного использования электроэнергии в различных отраслях промышленности приобретает особую важность.

В целях обеспечения эффективного использования топлива и энергии реализуется Государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 гг. [1]. По данной программе повышение энергоэффективности предлагается реализовать через модернизацию систем освещения мест общего пользования жилых домов с внедрением энергоэффективных осветительных устройств, в том числе светодиодных, и автоматических систем управления освещением.

Преимуществами светодиодного освещения являются низкое потребление энергии, высокая светоотдача, долгий срок работы. Кроме того, светодиодные светиль-

ники могут работать в широком температурном диапазоне, что существенно расширяет область их применения.

Каждый светодиодный светильник может быть выполнен по уникальному заказу, с конфигурируемым корпусом, оптическими элементами и электронными драйверами.

Согласно последнему отчету TrendForce «2022 Global LED Lighting Market Analysis-1H22» [2], светотехническая промышленность больше внимания уделяет качеству света продуктов (например, индексу цветопередачи, значению R9 и SDCM), и HCL для здоровья. Растущие тенденции оцифровки светильников и настройки света и цвета в продуктах светодиодного освещения стимулировали возникновение интеллектуальных светодиодов. В настоящее время новые технологические приложения и потенциальный спрос способствовали росту рынка освещения. TrendForce прогнозирует, что мировой рынок светодиодного освещения достигнет 72,10 млрд долл. США в 2022–2023 гг. (+11,7 % в годовом исчислении) и 93,47 млрд долл. США – в 2026 г.

Проанализировав мировой рынок можно сделать вывод, что спрос на лампы и светильники будет расти в 2023 г. Но в долгосрочной перспективе спрос на светодиодные лампы замедлится в основном из-за снижения спроса на замену и растущего предпочтения потребителей в отношении светильников. CAGR 2020–2022 гг. для ламп и светильников составит 8,5 и 12,0 % соответственно.

Кроме того, на освещение по всему миру приходится около 10 % потребления электроэнергии в жилых помещениях и 18–45 % – производственных помещений. Во всем мире растет потребность в энергосбережении, что дает возможности для роста рынка. Ожидается, что переход на энергосберегающее освещение снизит мировой спрос на электроэнергию для освещения на 30–40 % к 2030 г. Используя на 50 % меньше электроэнергии, светодиоды дают более яркий и четкий свет, Кроме того, светодиодные светильники не содержат опасных материалов, а также полностью подлежат вторичной переработке.

В ближайшие годы осветительные приборы будут разрабатываться с различными датчиками и коммуникационными аппаратами. Более того, спрос на энергосберегающие модификации светодиодов будет расти, поскольку мировое сообщество стремится к нулевому уровню выбросов и экономии энергоресурсов. Таким образом, предложения для коммерческого, жилого, наружного и промышленного освещения создадут возможности для дальнейшего роста рынка.

Спрос на современные качественные источники света дал возможность некоторым компаниям стать мировыми «гигантами» на рынке. Ключевыми из них являются Every Watt Matters, Lumenix, Stouch Lighting, LEDVANCE GmbH, Signify Holdings и ESB Light Manufacture LED Luminaires среди прочих.

Основными типами светодиодных источников света (ИС), распространенными на данный момент, являются [3]:

– RGB. Объединяет в одном корпусе красный, синий и зеленый диоды под общей линзой. Данные устройства используются в лампах с переключением или регулировкой цвета свечения. С их помощью получают и белый свет, но его спектр неприемлем для длительного восприятия. Поэтому область применения данных ИС – декоративное освещение;

– SMD и PCB Star. Данные устройства состоят из одного или нескольких кристаллов в корпусе под линзой или люминофором. Потребляемая мощность SMD (1–9 чипов) не превышает 1 Вт, а вот PCB Star, несмотря на наличие только 1 кристалла, гораздо более мощные светодиоды (СД) (до 10 Вт). Оба этих вида СД отли-

чаются узконаправленным потоком, самой высокой светоотдачей лм/Вт и рекордным сроком службы;

– COB. Матрицы из множества чипов на общей пластине, залитой люминофором. Диапазон мощностей СД COB составляет 3,0–150 Вт. У данных светодиодов меньше светоотдача и срок службы, чем у SMD, однако самая лучшая цветопередача (CRI = 80–96 %). Еще одно их принципиальное отличие от SMD – более широкий угол рассеивания света. Матрицы COB могут быть гибкими и иметь любую форму: прямоугольную, круглую, линейную и т. д.;

– Filament. СД, внешний вид которых имитирует нити накала в традиционной лампочке Эдисона. На узкой стеклянной полоске зафиксировано несколько крохотных чипов, и вся полоска покрыта люминофором. Этот вид светодиодов обеспечивает самое равномерное рассеивание света. Недостаток – сравнительно небольшой срок службы.

Исходя из приведенных типов, можно сделать вывод, что наиболее приемлемым для использования в производстве является светодиодная матрица типа COB. За рубежом светильники на основе COB-матриц стали наиболее распространенными и широко используются в Китае, Англии, США, Польше и ряде других стран. Исследование электрических и световых характеристик матрицы такого типа было проведено в [4].

Ежегодно мировые лидеры по производству светодиодов используют рост рынка, расширяя свою продуктовую линейку за счет эффективности, простоты использования и технологических достижений. Также различные правительственные реализации приводят к более широкому внедрению светодиодного освещения, что способствует росту рынка освещения как услуги.

Исходя из этого, рассмотрим основные технологии, используемые для повышения эффективности светодиодных светильников [5]:

- Лазерное освещение. В светодиодах эффективность излучения падает при повышении плотности тока, однако в лазерных диодах все наоборот: с ростом плотности тока увеличивается эффективность излучения.

- Нитевидные нанокристаллы (ННК). Нитевидные нанокристаллы – сравнительно новый материал, пока не нашедший промышленного применения. Возможность создания светодиодов на их основе активно изучается некоторыми производителями. ННК обладают уникальными свойствами: отличаются большой удельной площадью поверхности, эффективно выводят свет, свободны от механического напряжения, вызванного подложкой.

- Технология удаленного люминофора. Подразумевает пространственное разделение люминофора и чипа. Данная технология позволяет увеличить световую эффективность, уменьшить яркость и слепящий эффект, решить проблему отвода тепла и создать новые возможности для дизайна. При пространственном разделении чип и люминофор не нагревают друг друга, что благоприятно сказывается на эксплуатационных характеристиках светильника.

Таким образом, можно сделать вывод, что рынок светодиодного освещения будет расти и развиваться, а конкуренция среди мировых гигантов по производству данного вида светильников будет порождать все новые открытия и продвижения в данной сфере. На современном этапе переход на светодиодное освещение является одним из способов экономии электроэнергии как в жилых помещениях, так и в коммерческих. В связи с этим в нашей стране и реализуются государственные программы, которые способствуют переводу уличного и промышленного освещения на светодиодные светильники.

Литература

1. Государственная программа «Энергосбережение» // Главная. Новости. Утверждена Государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 гг. – Режим доступа: <https://gosstandart.gov.by/approved-state-program-energy-saving-for-2021-2025-years>. – Дата доступа: 16.01.23.
2. Отчет TrendForce. – Режим доступа: https://www.ledinside.com/intelligence/2022/2/lighting_led. – Дата доступа: 18.02.23.
3. Типы светодиодных светильников // Главная. Блог. Типы светодиодных светильников. – Режим доступа: https://interalighting.ru/blog/4294_tipy-svetodiodykh-svetilnikov. – Дата доступа: 05.02.23.
4. Евминов, Л. И. Область применения и экспериментальное исследование электрических и световых характеристик светодиодной матрицы F6040 / Л. И. Евминов, Т. В. Алфёрова, М. Д. Астапенко // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2021. – № 4. – С. 77–89.
5. Технологии повышения эффективности светильников // Главная. Свет. Тенденция рынка светодиодного освещения. – Режим доступа: <https://entherm.ru/svet/stili-osveshcheniya-2.html>. – Дата доступа: 06.02.23.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОМПАКТНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ СЕТОЧНОГО ТИПА

А. М. Далинчук

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Г. И. Селиверстов

Проведена оценка электрических, технических и конструктивных параметров компактных воздушных линий сеточного типа по сравнению с традиционными линиями электропередачи.

Ключевые слова: компактная воздушная линия, электрические параметры воздушных линий, натуральная мощность воздушных линий.

Известны разные типы воздушных электропередач, при разработке которых, прежде всего, ставится задача повышения их пропускной способности. Наиболее распространены на практике электропередачи с некомпенсированными воздушными линиями, рост пропускной способности которых при необходимости достигается за счет увеличения номинального напряжения и расщепления фаз.

Известно, что для линий электропередачи при неизменных напряжениях U по концам предельная передаваемая мощность равна:

$$P_{\text{пр}} = \frac{U^2}{Z_{\text{в}} \sin al} = \frac{P_{\text{нат}}}{\sin al}, \quad (1)$$

где l – длина линии; a – коэффициент изменения фазы волны; $Z_{\text{в}}$ – волновое сопротивление линии.

Отсюда следует, что повысить пропускную способность линии можно, повышая ее натуральную мощность $P_{\text{нат}}$. Из выражения (1) также следует, что один из путей повышения натуральной мощности заключается в снижении волнового сопротивления линии электропередачи. Для линии без потерь волновое сопротивление равно:

$$Z_{\text{в}} = \sqrt{\frac{L_0}{C_0}}, \quad (2)$$