ПРИМЕНЕНИЕ УЛУЧШЕННЫХ ЛЮМИНОФОРОВ ДЛЯ СВЕТОДИОДОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМАХ ОСВЕЩЕНИЯ

Добродей А.О.,
УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», г. Гомель

В условиях постоянно растущих потребностей человечества в использовании искусственного освещения остро стоит вопрос о высокоэффективных источниках света, способных удовлетворить спрос на освещение при минимальных затратах электроэнергии. Такими высокоэффективными источниками света являются светоизлучающие диоды (СИД).

На долю освещения приходится около 16 % всей производимой электроэнергии. Можно выделить три основных сектора потребления электроэнергии – промышленный, коммерческий (общественный) и жилой сектор. Расход электроэнергии, потребляемой на освещение, для каждого из секторов представлен в табл. 1 [1].

Таблица 1. Потребление электроэнергии на освещение

Сектор потребления	Доля освещения в потребляемой сектором электроэнергии, %
Промышленный	6,3
Коммерческий	28,6
Жилой	11,4

Светодиод – полупроводниковый источник света, содержащий один или несколько испускающих свет кристаллов, расположенных в одном корпусе с линзой, формирующей световой поток. Его принцип работы основан на явлении электролюминесценции – холодного свечения возникающего при протекании тока. Состав материалов, образующих p-n переход определяет тип излучения.

Для систем искусственного освещения применяются два основных вида источников света – лампы накаливания (ЛН) и газоразрядные лампы, среди ко-

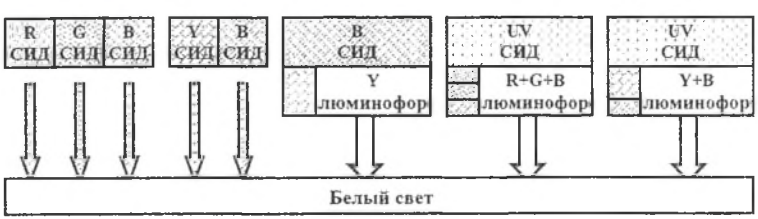
торых особо стоит выделить люминесцентные лампы (ЛЛ). Сравнительный анализ СИД с традиционными источниками света представлен в табл. 2.

Таким образом, из приведенного выше сравнения видно, что светодиоды за счет низкого расхода финансовых средств в течение периода эксплуатации, длительного жизненного цикла, высокой яркости, отсутствия инфракрасного и УФ излучений, являются лидерами в рейтинге источников света.

Современные СИД с наибольшим световым потоком производятся на кристаллах InGaN. Они излучают свет длиной волны 470нм (синий). Белый свет получают путем смешения излучений светодиодов и люминофоров (рис. 1) [2].

Таблица 2. Сравнительный анализ источников света

Параметр сравнения	Светодиоды	Люминесцентные лампы	Лампы накаливания
Размеры	Компактные	Габаритные	Компактные
Ударостойкость	Устойчивы	Хрупкие	Хрупкие
Влагостойкость	Да	Нет	Нет
Энергопотребление	Малое	Среднее	Высокое
Светоотдача	Средняя	Высокая	Низкая
Возможность получения цветного света	Есть	Светофильтр	Светофильтр
Срок службы, час	До 100 000	До 10 000	До 1 000
Простота монтажа и обслуживания	Да	Нет	Нет
Инерционность	Очень низкая	Высокая	Высокая
Зависимость срока службы от количества включений / выключений	Нет	Высокая	Высокая
ИК-излучение	Нет	Минимальное	Очень высокое
УФ-излучение	Нет	Очень высокое	Приемлемое
Температура эксплуатации	-30 - +70 °С	+10 - +50 °С	Не имеет значения
Стоимость	Высокая	Средняя	Низкая
Эксплуатационные расходы	Низкие	Приемлемые	Очень высокие



R, G, B, Y, UV – красный, зеленый, синий, желтый, ультрафиолетовый СИД
R, G, B, Y – красный, зеленый, синий, желтый люминофор

Рис. 1. Основные способы получения белого света с помощью светодиодов и люминофоров

Каждый способ имеет свои достоинства и недостатки. Способ смешения излучений нескольких СИД для практических применений неудобен, поскольку необходимо иметь несколько источников различного напряжения, много контактных соединений и устройства, смешивающие и фокусирующие свет от нескольких СИД.

Способы смешения излучения СИД с излучением люминофора наиболее просты и экономичны. Белые светодиоды обладают хорошей цветопередачей и намного дешевле, чем RGB-матрицы. Их светоотдача (до 50 Лм/Вт) выше, чем у ламп накаливания, но ниже, чем у RGB-матриц из-за преобразования света в слое люминофора. Также люминофор подвержен старению.

Сейчас для производства белых СИД в качестве желтого люминофора используют иттрий-алюминиевый гранат (ИАГ), легированный церием. Для теплых белых СИД – смеси с оранжевым или красным люминофором.

Люминофоры на основе ИАГ имеют некоторые недостатки: узкая полоса возбуждения, ограничения на цветовую температуру и индекс цветопередачи излучения. Тем не менее, их эффективность довольно высока (индекс цветопередачи на уровне 80) [3]. Ведутся разработки эффективных однофазных люминофоров, позволяющих создавать с их помощью теплые белые СИД [4]. Основные идеи актуальных разработок в этом направлении следующие [3]:

1. Использование в качестве активатора двухвалентного европия с широкой полосой возбуждения [5, 6].
2. Построение матрицы люминофора на группировках и SiN^+ AlO^+.
3. Группировки SiN^+ обеспечивают хорошие химические свойства, такие как высокая стабильность.
4. Содержание и расположение группировок AlO^+ обеспечивает необходимые оптические свойства, такие как цвет излучения, высокая квантовая эффективность.
5. Координационная сфера активатора составлена атомами кислорода и азота.

В настоящее время в НИЛ технической керамики и наноматериалов ГГТУ им. П.О. Сухого проводятся научно-исследовательские и технологические работы по созданию люминесцентных трансформирующих материалов с улучшенными спектральными и теплофизическими характеристиками (YAG: Ce^{3+}, Eu^{3+}; YAG: SiO_2, Ce^{3+}, YAG: SiO_2, MgO, Ce^{3+} и др.), а также прогрессивных коллоидно-химических методов их производства. Пример спектра люминесценции церий-содержащего порошка ИАГ приведен на рис. 2.

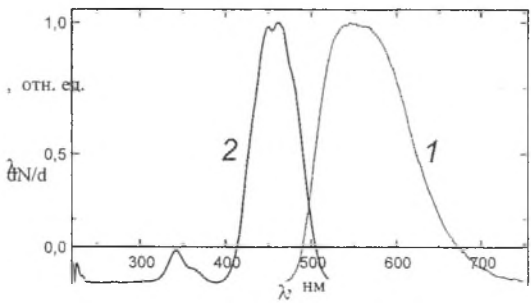


Рис. 2 Корректированные спектры люминесценции (1) и её возбуждения (2) для люминофора на основе ИАГ: Ce^{3+}, полученного золь-гель методом

Спектрально-люминесцентные характеристики образцов порошкообразных материалов, полученных путем соосаждения в присутствии органического темплата с последующей прокалкой осадка при 1000°С продемонстрировали перспективность синтезированных материалов для осветительных устройств на основе светодиодов. По эффективности люминесценции данные люминофоры не уступают полученным традиционным методом люминофорам НПФ «Люминофор» (г. Ставрополь, РФ) и обладают более высоким «спектроскопическим потенциалом» благодаря возможности управления структурой оптических центров на различных стадиях золь-гель процесса, а также более низкой температуры синтеза.

Литература

1.Светодиоды – новые технологии рынка освещения. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.ledmir.ru/public_01.htm. – Дата доступа: 09.11.2006.

2.Пять способов получения белого света. Дедов В.П. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.infor.sp.ru/led_spectra.htm. – Дата доступа: 26.10.2006.

3.Перспективные люминофоры для белых светодиодов. Феопентов А. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://u987.netangels.ru/reviews/papers/yellphos. – Дата доступа: 09.01.2007.

4.United States Patent № US 7126274 B2 Light emitting device with blue light LED and phosphor components / Y. Shimizu and other (JP) // 24.10.2006.

5.Nazarov M. High efficient LED for white light / M. Nazarov and other // Moldavian Journal of the Physical Sciences. – 2005. – Vol. 4, № 4. – P. 485 – 495

6.United States Patent № US 7061024 B2 Light-emitting device comprising an Eu(II) – Activated phosphor / P. Schmidt and other (DE) // 13.06.2006

ОСНОВЫ МЕХАНИЗМА ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИИ БЕЛКОВ КАРТОФЕЛЬНОГО СОКА

Дубодел И.Б., Кривовязенко Д.И.,

УО "Белорусский государственный аграрный технический университет", г. Минск

Эффективность использования кормовых материалов в значительной мере зависит от совершенства методов их обработки и подготовки к скармливанию. Проблема обработки состоит в отсутствии способов, позволяющих в полной мере использовать питательный потенциал кормов. Кроме того, значительную часть питательных веществ теряют с побочными продуктами переработки сельскохозяйственной продукции.

Ежегодно в Республике Беларусь на картофелекрахмальных предприятиях при переработке картофеля получают свыше 105 тыс. тонн сока, содержащего более 3 тыс. тонн белка, использование которого могло бы пополнить кормовую базу животноводства. Существующие способы по коагуляции выделяют до 85% белков при энергоемкости 0,15…0,40 МДж/кг. Предлагаемый способ электрокоагуляции увеличивает выход белков на 15…50% и снижает энергоемкость