

# СОВРЕМЕННЫЕ ИСКУССТВЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА

Д. Д. Юшков, канд. техн. наук, ученый секретарь Всероссийского светотехнического института им. С. И. Вавилова (ВНИСИ)

Сегодня на рынок активно продвигаются энергоэффективные полупроводниковые источники света – светодиоды. Однако в большом количестве осветительных приборов до сих пор широко используются лампы накаливания. Разберемся, какие вообще на сегодняшний день существуют искусственные источники света и какова их энергоэффективность, а значит, и перспективы дальнейшего использования.

## Лампы накаливания

Лампы накаливания – это тепловые источники света. На сегодняшний день эффективные лампы накаливания – это галогенные лампы, в которых используется буферный газ в виде паров галогенов. Пары галогена в колбе лампы позволяют увеличить ее ресурс до 2 тыс. ч и более и повысить световую отдачу до 20–24 лм/Вт<sup>1</sup>.

Предпринимались неоднократные попытки повысить эффективность ламп накаливания, например создать лампу накаливания, в которой часть длинноволнового ИК-излучения преобразовывалась бы в более коротковолновое видимое излучение с помощью так называемых антистоксовых люминофоров<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Каталог. Источники света 2013–2014. Osram.

<sup>2</sup> Согласно эмпирическому правилу Стокса – Ломмеля, длина волны фотолюминесценции больше, чем длина волны возбуждающего света. Однако существуют так называемые антистоксовые люминофоры, излучающие более коротковолновое излучение, чем падающее. С помощью антистоксовых люминофоров можно преобразовывать инфракрасное излучение в видимый свет.

Кроме того, предлагались интерференционные покрытия на колбу лампы, которые возвращают тепловую энергию на нить накаливания, подогревая ее. Таким образом, для нагрева нити требуется меньше электрической энергии.

Сейчас пытаются использовать в лампах накаливания новые технологии, в том числе нанотехнологии, которые позволяют эффективно выделить из теплового излучения лампы видимый диапазон, который воспринимается человеческим глазом. Применение таких технологий позволяет уменьшить тепловые потери и, соответственно, повысить эффективность лампы накаливания. Специалисты говорят о трехкратном повышении световой отдачи.

Если удастся создать лампу со световой отдачей более 60 лм/Вт при тех же достоинствах, которыми отличаются современные лампы накаливания: спектр излучения, привычный для человека, отсутствие пульсаций и приемлемая стоимость, – это будет хороший и эффективный источник света. «Хоронить» лампу накаливания неэтично, неправильно.

## Разрядные источники света

### Лампы с электродами

Разрядные источники света делятся на две большие группы. Это лампы высокого давления и лампы низкого давления. Обычно они имеют два электрода для введения энергии в разряд, а для включения их в сеть требуется пускорегулирующий аппарат.

Лампы низкого давления наиболее широко представлены трубчатыми люминесцентными лампами различной объемной конфигурации. Это могут быть линейные лампы или сложно изогнутые конструкции. Принцип их действия таков: электрический разряд в насыщенных парах ртути с инертным газом создает ультрафиолетовое излучение, которое трансформируется люминофором в свет видимого диапазона. Световая отдача люминесцентных ламп от 60 до 115 лм/Вт.

В лампах высокого давления используются разные виды заполнения колбы. Например, в металлогалогенных лампах (МГЛ) это смесь паров ртути, инертных газов и галогенидов металлов, состав которых и определяет спектр лампы. Наиболее высокими параметрами обладают лампы с керамическими горелками, их световая отдача превышает 100 лм/Вт при хорошей цветопередаче. В натриевых лампах, главными областями применения которых являются освеще-

ние дорог и растениеводство, используется амальгама натрия. Световая отдача превышает 130 лм/Вт, и на сегодня это самое высокое значение среди разрядных ламп.

### Безэлектродные лампы

Наряду с упомянутыми выше разрядными лампами, в последнее время расширяется класс безэлектродных ламп. Необходимо сразу пояснить: безэлектродность – это просто другой способ ввода электрической энергии в объем разрядной колбы лампы. Соответственно, существуют безэлектродные лампы как низкого, так и высокого давления. Главным преимуществом этих ламп является отсутствие вакуумноплотных вводов в колбу, распыления электродов при работе, и особенно при зажигании, и, как следствие, больший срок службы по сравнению с аналогичными электродными лампами.

Для передачи мощности в объем разрядной колбы в лампах высокого давления используются более высокие частоты, низкого давления – переменное напряжение более низких частот. Это связано как со свойствами электромагнитного поля, так и с условиями, которые нужно создать в разрядной колбе. Низкая частота в данном случае – это десятки и сотни килогерц, вплоть до 10 МГц. Для ламп высокого давления эта цифра достигает порядка 1 000 МГц. Это частоты сантиметрового СВЧ-диапазона, то есть длина волны соизмерима с размером разрядной колбы.

*Люминесцентные безэлектродные лампы* состоят из колбы тороидальной или подобной ей замкнутой формы, разряд в которой представляет собой вторичный виток высокочастотного трансформатора – индуктора (иногда их называют индукционными лампами).



## Об изъятии из обращения ртутных источников света

24 сентября 2014 года Россия подписала Минаматскую конвенцию по ртути. Соглашение предусматривает отказ от использования этого металла, и произойти это должно до 2030 года. Это означает, что разрядные источники света, в которых используется ртуть, к этому времени должны исчезнуть из обращения. Ртуть используется практически во всех разрядных источниках, и если следовать букве закона, мы должны вообще отказаться от них. Должны остаться только лампы накаливания и светодиоды, и при этом в производстве этих устройств не должно быть ртути ни в каком виде, даже в побочных технологических процессах. Пока неясно, как будут выполняться требования конвенции и как это отразится на рынке искусственных источников света.



Существуют лампы, имеющие шарообразную колбу<sup>3</sup>, принцип их действия такой же. На колбу лампы нанесен люминофор, наполнение вполне традиционное – ртуть или ее амальгама с инертным газом. Частота питания

<sup>3</sup> Каталог. Источники света. Philips.

<sup>4</sup> Каталог. GE Electronics. Группа светотехники.

<sup>5</sup> Каталоги: Источники света 2013–2014. Osram и Источники света. Philips.

«низкая», световая отдача более 80 лм/Вт при сроке службы выше 35 тыс. часов.

**Плазменные лампы** имеются двух типов. Один из них – «высокочастотная» безэлектродная МГЛ с кварцевой колбой, ее мощность до 250 Вт. Это компактная полупроводниковая СВЧ-техника, ее световая отдача до 130 лм/Вт. Срок службы таких ламп может составлять свыше 20 тыс. ч.

Ко второму типу относятся плазменные лампы, имеющие спектр излучения, близкий к солнечному. Мощность ламп от 500 Вт до нескольких киловатт. Применяются они, как правило, для освещения больших пространств. СВЧ-излучение большой мощности генерируют магнетроны. Ресурс магнетронного генератора определяет срок службы этой системы; один из производителей указывает значение 10 тыс. ч<sup>4</sup>.

Потенциал срока службы безэлектродных ламп во многом определяется ресурсом радиоэлектронных компонентов.

### Светодиоды

Один из самых перспективных и динамично развивающихся сейчас источников искусственного света – это светодиоды, полупроводниковые приборы с электронно-дырочным переходом, создающие оптическое излучение при пропускании через них тока в прямом направлении. Быстрое развитие и применение светодиодов для освещения началось с конца 1990-х годов, после разработки относительно дешевых синих светодиодов. Сочетание таких светодиодов с люминофором позволило создать компактный белый источник света. Главные их достоинства – высокая эффективность и механическая прочность, длительный срок службы. Световая отдача коммерческих изделий достигает 130 лм/Вт при сроке службы более 30 тыс. ч. С применением светодиодов созданы конструкции ламп-ретрофитов, повторяющих по внешнему виду лампы накаливания и предназначенных для их прямой замены в диапазоне мощности<sup>5</sup> до 75 Вт.

Основные области применения светодиодной техники – это наружное и архитектурное освещение, административные здания и крупные предприятия. Сегодня главным ограничивающим фактором более широкого применения полупроводниковых источников света является их высокая стоимость. ■