

Люминесцентные лампы

1. Введение

Первые люминесцентные лампы были созданы в США в 30-х годах прошлого века, а их широкое использование началось в 50-х – 60-х годах. В настоящее время эти лампы по своему распространению занимают второе место в мире после ламп накаливания.

Люминесцентные лампы это газоразрядные источники света и представляют собой герметичную стеклянную трубку с газом. Под воздействием электрического поля в газе возникает электрический разряд, сопровождающийся ультрафиолетовым излучением. Это излучение невидимо для человеческого глаза, но оно воздействует на нанесенное на внутреннюю поверхность лампы специальное вещество - люминофор. Люминофор поглощает УФ излучение и излучает видимый свет. В качестве наполнителя ламп обычно используются инертные газы с добавлением газообразной ртути. Изменяя состав люминофора, можно менять оттенок свечения лампы.

Иногда свет люминесцентных ламп кажется резким и неприятным, дающим искажения цветов. Такое может происходить из-за синих и зелёных линий в спектре излучения газового разряда в парах ртути, иногда - из-за типа применяемого люминофора, и часто из-за неправильно выбранной лампы, предназначенной для складов и нежилых помещений.

От качества люминофора зависит цветность света и эффективность лампы, т.к. именно люминофор определяет светотехнические параметры таких ламп. В дешевых лампах качестве люминофора используют в основном галофосфаты кальция и ортофосфаты кальция-цинка, которые излучают в основном жёлтый и синий свет, в то время как красного и зелёного излучается меньше. Такая смесь цветов кажется белым, но при отражении от предметов свет может содержать неполный спектр, что воспринимается как искажение цвета. Но такие лампы, как правило, имеют очень высокую световую отдачу.

В более дорогих лампах используется «трёхполосный» и «пятиполосный» люминофор. Это позволяет добиться более равномерного распределения излучения по видимому спектру, что приводит к более натуральному воспроизведению света. Однако такие лампы, как правило, имеют меньшую световую отдачу.

2. Разновидности и область применения

Наиболее распространены газоразрядные ртутные лампы высокого и низкого давления.

Лампы высокого давления применяют в основном в уличном освещении и в осветительных установках большой мощности.

Лампы низкого давления – представляют собой стеклянную трубку с нанесённым на внутреннюю поверхность слоем люминофора, заполненную газом под давлением 400 Па и ртутью. Эти лампы создают значительно более рассеянный свет, чем лампы накаливания, галогенные и лампы высокого давления. По этой причине и благодаря высокой световой отдаче эти лампы нашли широкое

применение в освещении общественных зданий, подсветке фасадов и световой рекламе, где не требуется часто включать и выключать освещение.

3. Конструкции люминесцентных ламп

По форме люминесцентные лампы низкого давления делятся на линейные и компактные.

Линейная люминесцентная лампа - лампа прямой, кольцевой или U-образной формы.



Рис.1. Линейные прямые люминесцентные лампы

Диаметр трубок ламп колеблется от 16 до 60 миллиметров. Мощность линейных люминесцентных ламп не связана с размерами трубки. Лампы этого типа часто используются в офисах, торговых организациях, производственных на транспорте и т. д.

Данные лампы обычно выпускаются в двухцокольном исполнении. Они представляют собой стеклянные трубки, по концам которых вварены стеклянные ножки с укрепленными на них электродами. Снаружи на обоих концах лампы имеются цоколи с контактными штырьками для подключения лампы в цепь (Рис.2).



Рис.2. Контактные штырьки двухцокольной линейной люминесцентной лампы

Наиболее распространены лампы с цоколями G13 (для ламп диаметром 40 и 26 мм) и G-5 для ламп диаметром 16 мм. Здесь цифра означает расстояние между штырьками в миллиметрах..

Один из главных недостатков линейных люминесцентных ламп – это их размеры. В административных зданиях и на промышленных предприятиях этот параметр не столь важен, но в быту это очень ограничивает применение таких ламп.

Компактные лампы. Их создание стало возможным только при использовании трех и пятислойных

люминофоров из редкоземельных элементов, которые могут работать при высоких плотностях облучения.

Так удалось уменьшить диаметр трубки. Сокращение габаритов ламп было достигнуто разделением трубок на несколько соединенных между собой коротких участков, либо изгибом участков трубки.



Рис. 3. Компактные люминесцентные лампы

Конструкция компактной лампы – представляет собой две чашки из термостойкой пластмассы. В одной из них закреплена трубка, а в другой цоколь. В трубке находятся электроды из вольфрама, на которые нанесены активирующие вещества (смесь окислов бария, кальция, стронция). Компактные лампы, как и лампы накаливания, выпускаются с цоколями E14, E27 и E40.

Помимо стандартных ламп, существует также много необычных источников света такого типа, которые имеют необычный дизайн или какие-либо технические ноу-хау. Так, например, компания Philips выпускает лампу Tornado ESaver Automatic, которая предназначена для наружного освещения и имеет встроенный фотозлемент, который включает и отключает лампу при изменении освещенности.



Рис. 4. Компактная люминесцентная лампа Philips Tornado ESaver Automatic

Компактные люминесцентные лампы выпускаются на мощности от 5 до 55 Вт. Наиболее распространены лампы мощностью 5, 7, 9, 11, 15, 20, 23 Вт. Лампы большей мощности велики в размерах и их трудно использовать вместо ламп накаливания.

4. Специальные люминесцентные лампы

Помимо обычных люминесцентных ламп выпускаются специальные лампы с различными спектральными характеристиками:

- Лампы дневного света. Используются когда нужен живой дневной свет (в типографиях, картинных

галереях, музеях, зубоучебных кабинетах, в лабораториях, при просмотре диапозитивов и в специализированных магазинах текстильных товаров),

- Лампы свет которых схож с солнечным светом (для помещений с недостатком дневного света, например для офисов, банков и магазинов, для сравнения красок и медицинской светотерапии).
- Лампы для растений с усиленным излучением в диапазоне синего и красного света, которые воздействует на фотобиологические процессы. Данные лампы излучают свет с минимальным содержанием ультрафиолетовой составляющей,
- Лампы для морских обитателей аквариумов с излучением в диапазоне синего цвета и ультрафиолета. Служат для придания естественной окраски кораллов и их обитателей,
- Декоративные лампы красного, жёлтого, зелёного, синего и малинового цветов для декоративного освещения и создания специальных световых эффектов. Цвет лампы получают применением специального люминофора или окрашиванием колбы,

- Лампы жёлтого цвета не содержат ультрафиолетовую составляющую. Поэтому они применяются в стерильных производствах, например при изготовлении микросхем,
- Лампы, предназначенные для освещения помещений, в которых содержатся птицы. Спектр этих ламп содержит ближний ультрафиолет,
- Лампы, предназначенные для освещения мясных прилавков. Их свет имеет розовый оттенок, в результате чего мясо приобретает более аппетитный вид, что привлекает покупателей,
- Лампы для соляриев и косметических салонов с ультрафиолетовой составляющей излучения,
- Лампы из «чёрного» стекла. Являются незаменимыми источниками излучения для любых видов исследований с применением люминесцентного анализа. Применяются в материаловедении, текстильной и пищевой промышленности, криминалистике и на почте,
- Лампы для стерилизации и озонирования (ультрафиолетовое излучение с длиной волны 253,7 нм),
- Лампы со специальными цветовыми характеристиками (для полимеризации пластмасс, клеев, лаков, красок на глубину не более 1 мм, лечение псориаза, гипербилирубинемии, привлечения насекомых в инсектоловушки; для распознавания подделок).

5. Цветовая температура люминесцентных ламп

Один из важнейших параметров лампы — «качество» света. Свет от компактной люминесцентной лампы может быть с цветовой температурой от 2700 °К до 6500 °К. Чем выше число, тем белее излучаемый свет. Лампа с цветовой температурой 2700 °К излучает свет подобный свету ламп накаливания. Лампа с 4200 °К светит теплым белым светом, а с 6400 °К – холодным белым светом.

6. Работа люминесцентных ламп

Газоразрядная лампа не будет работать при прямом включении в электрическую сеть, так как:

- В «холодном» состоянии люминесцентная лампа обладает высоким сопротивлением и для ее зажигания требуется импульс высокого напряжения,
- После возникновения разряда в люминесцентной лампе, ее сопротивление приобретает отрицательный характер. Если в этом случае в цепь с лампой не включено сопротивление, возникнет короткое замыкание и лампа выйдет из строя.

Поэтому для работы люминесцентных ламп требуется специальная пуско - регулирующая аппаратура

(балласт). В настоящее время наиболее распространены лампы с электромагнитным балластом и неоновым стартером и с электронным балластом.

Электромагнитный балласт представляет собой электромагнитный дросель с индуктивным сопротивлением, подключаемый последовательно с лампой. Последовательно нитям накала лампы подключается стартер, представляющий собой неоновую лампу с биметаллическими электродами и конденсатор (неоновая лампа и конденсатор подключены параллельно). Дроссель формирует за счёт самоиндукции запускающий импульс (до 1 кВ), а также ограничивает ток через лампу за счёт индуктивного сопротивления. В настоящее время преимуществами электромагнитного балласта являются простота конструкции и низкая стоимость.



Рис.5. Электромагнитный балласт



Рис.6. Стартер

Недостатки электромагнитного балласта:

- Долгий запуск,
- Потребление большего количества энергии дросселем,
- Малый $\cos \varphi$, около 0,35-0,50,
- Низкочастотное (50 Гц) гудение пластин дросселя, которое возрастает с его старением,
- Мерцание лампы с удвоенной частотой сети,
- Большие габариты и масса,
- Плохая работа при отрицательных температурах.

Электронный балласт питает лампы не напряжением сетевой частоты, а высокочастотным (25—133 кГц), в результате чего исключается заметное для глаз мигание ламп. При этом увеличивается их световой поток и, соответственно, световая отдача. Кроме того, электронный балласт увеличивает коэффициент мощности, и лампа, как потребитель электроэнергии становится похожа на чисто

активную нагрузку. В момент запуска электронный балласт предварительно подогревает электроды, а процессе работы поддерживает номинальное значение мощности лампы при колебаниях питающего напряжения.

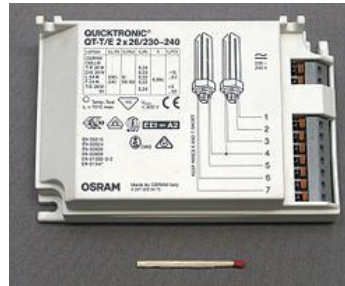


Рис.7. Электронный балласт

Ток высокой частоты в электронных балластах получается за счет инвертера, который преобразует выпрямленный ток в высокочастотные импульсы.

В зависимости от модели электронного балласта может использовать один из вариантов запуска ламп:

- Холодный запуск - при этом лампа зажигается сразу после включения. Такую схему лучше использовать если лампа включается и выключается редко, так как режим холодного пуска более вреден для электродов лампы.
- Горячий запуск - с предварительным прогревом электродов. Лампа зажигается не сразу, а спустя 0,5-1 сек, зато срок службы увеличивается, особенно при частых включениях и выключениях.

Потребление электроэнергии люминесцентными светильниками при использовании электронного балласта обычно ниже на 20-25 %.

Компактные люминесцентные лампы бывают с внешним или с встроенным балластом.

Лампы с внешним балластом выпускаются со специальными 2-х и 4-х штырьковыми цоколями. В цоколи 2-х штырьковых ламп встроены стартеры и конденсаторы, подавляющие помехи. Для того, что включить такую лампу нужен дроссель. Цоколи таких ламп могут отличаться (существует около 20 разных видов цоколей). Фактически каждая лампа определенной мощности имеет свой вид цоколя, который не даст ничего перепутать и включить в арматуру лампу другой мощности.



Рис.8. Компактные люминесцентны лампы для работы с внешним балластом

Лампы с внешним встроенным балластом выпускаются с резьбовыми цоколям E27 и E14 (миньон). Они предназначены для прямой замены ламп накаливания без замены светильников.

В таких лампах балласт встроен в цоколь лампы (Рис.10).



Рис.9. Компактные люминесцентные лампы для работы с внутренним балластом



Рис. 10. Встроенный балласт компактной люминесцентной лампы

7. Влияние внешних факторов на работу люминесцентных ламп

- *Влияние напряжения сети:*

При падении напряжения сети ниже допустимого ухудшаются условия зажигания.

Повышение напряжения выше допустимого вызывает перекал катодов и перегрев пускорегулирующих устройств. И в том, и в другом случае происходит значительное сокращение срока службы ламп.

Поэтому люминесцентные лампы не могут использоваться совместно с диммерами (светорегуляторами), а только с обычными классическими выключателями.

- *Влияние окружающей температуры:*

Изменение температуры трубки по сравнению с оптимальной как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения, вызывает снижение светового потока, ухудшение условий зажигания и сокращение срока службы.

Перегрев ламп помимо уменьшения светового потока сопровождается некоторым изменением их цвета.

Понижение температуры снижает надежность зажигания ламп со стартерами. Это особенно заметно при температурах ниже -5°C . Поэтому применение люминесцентных ламп в помещениях с низкими температурами неэффективно.

8. Преимущества и недостатки

Преимущества

- Основное преимущество люминесцентных ламп – их энергетическая экономичность, т.е. большая светоотдача при небольшом потреблении энергии. Это позволяет значительно сократить финансовые расходы на электроэнергию.
- Длительный срок службы (достигающий 10000 часов и более),

- Возможность получения света, близкого к натуральному,
- Рассеянный свет,
- Возможность создания света различного спектрального состава и оттенков - белого, теплого, естественного, дневного,
- Низкая пожароопасность, так как средняя температура лампы не превышает 60° С.

Недостатки

1. Главный недостаток – содержание ртути,
2. Неравномерный, линейчатый спектр. Такой спектр может раздражать или наносить вред глазам. Однако следует отметить, что существуют лампы с люминофором сплошного спектра.
3. Деградация люминофора со временем. Это приводит к изменению спектра лампы, уменьшению светоотдачи и понижению коэффициента полезного действия,
4. Мерцание лампы с частотой питающей цепи,
5. Необходимость в дополнительных приспособлениях для пуска лампы - пускорегулирующего аппарата,
6. Люминесцентные лампы плохо реагируют на скачки напряжения, в том числе и частые включения и выключения.
7. Люминесцентные лампы загорается не сразу, и набирает полную яркость через минуту-две.
8. Люминесцентные лампы не предназначены для использования при низких температурах. Так как «зажигание» ртутного разряда при низких температурах затруднено, а пары ртути при этом излучают меньше ультрафиолета, что приводит к тому, что лампа начинает гореть тускло.

9. Безопасность и утилизация

Все люминесцентные лампы содержат ртуть (в дозах от 1 до 70 мг). Эта доза может причинить вред здоровью, если лампа разбилась, и если постоянно подвергаться пагубному воздействию паров ртути, то они будут накапливаться в организме человека, нанося вред здоровью. Разумеется, если лампа разобьется, поступить следует так же, как поступают, когда разбивается термометр, - тщательно собрать и удалить ртуть.

Законодательство по RoHS (сокращение с англ. Restriction of use of Hazardous Substances — Ограничение Использования Опасных Веществ) регламентирует применение ртути, а также других потенциально опасных элементов в электротехническом и электронном оборудовании. 1 июля 2006 года Директива RoHS вступила в действие на всей территории Европейского Сообщества. Цель Директивы очевидна — ограничить применение шести основных опасных веществ в электрическом и электронном оборудовании, тем самым обеспечивая требуемый уровень защиты здоровья людей и окружающей среды.

10. Производители люминесцентных ламп

Сегодня на рынке множество фирм, реализующих люминесцентные лампы. Часто на рынке встречаются лампы китайского, чешского производства, а также стран юго-восточной Азии. Иногда достоверная информация о таких лампах заменяется картинками на их красивых упаковках. Но компактная

люминесцентная лампа – это сложное техническое устройство с электронной начинкой. Поэтому, если лампа дешево стоит, то существует большая вероятность того, что где-то сэкономили при ее изготовлении. Поэтому существует большая вероятность нарваться на некачественную лампу с дешевой электроникой. По этой причине лучше покупать лампы проверенных и надежных производителей. Производителями люминесцентных ламп с наилучшей репутацией являются General Electric (США), OSRAM (Германия) и Philips (Голландия).

11. Используемые материалы

При написании данной статьи использовались материалы из:

1. Люминесцентная лампа, Википедия,

http://ru.wikipedia.org/wiki/%CB%FE%EC%E8%ED%E5%F1%F6%E5%ED%F2%ED%E0%FF_%EB%E0%EC%EF%E0

2. Сайта ЭлектроКласс,

<http://eleczon.ru/ucheba/electroustroystvo/lumlamp.html>

3. Сайта Elektrik Info,

<http://www.elektrik.info/main/electrodom/406-kak-ustroeny-kompaktnye-lyuminescentnye-lampy.html>