

4. Газоразрядные источники света

Все разрядные лампы можно условно разделить на две группы:

- газоразрядные лампы низкого давления (например, люминесцентные лампы);
- газоразрядные лампы высокого давления (например, ДРЛ и ДНаТ).

4.1. Лампы люминесцентные ртутные низкого давления

4.1.1. Принцип действия люминесцентных ламп

Люминесцентные лампы являются газоразрядными лампами низкого давления. Независимо от исполнения (т.е. внешнего вида колбы) принцип их действия неизменен.

Стеклообразная трубка заполняется парами ртути под низким давлением. Внутренняя стенка колбы покрывается люминофором, который начинает светиться под воздействием ультрафиолета. На концах стеклообразной трубки находятся электроды. Если на них подать напряжение, то пары ртути начинают испускать ультрафиолетовое излучение. Само это излучение не видимо, но оно воздействует на люминофор, который и превращает ультрафиолетовое излучение в видимое. Цвет света от люминесцентной лампы может быть различных оттенков (тёплым или холодным), в зависимости от вида используемого люминофора.

4.1.2. Характеристики люминесцентных ламп в сравнении с обычными лампами накаливания

Преимущества:

1. Самое значительное и определяющее преимущество люминесцентных ламп перед обычными – **высокая экономичность**. Простой пример – стандартная лампа накаливания, потребляя 40 Ватт электроэнергии, выдаёт примерно 420 люменов, а люминесцентная лампа, потребляя 36 Ватт (33-й цветности), - световой поток 2800 люменов. **Т.е. по светоотдаче более чем в семь раз эффективнее!**

2. **Срок службы**. В зависимости от степени совершенства лампы её срок службы составляет от 8-10 тысяч часов и более! **Т.е. по сроку службы она в 10 и более раз эффективнее, чем обычная лампа накаливания.**

Недостатки:

- для работы лампа требует запускающее устройство (ПРА);
- световой поток зависит от температуры окружающей среды;
- у ламп самых простых модификаций коэффициент цветопередачи не высок – Ra около 60-70;
- в лампах содержится ртуть – очень ядовитый металл, что делает их экологически опасными;
- относительно большие габариты ламп.

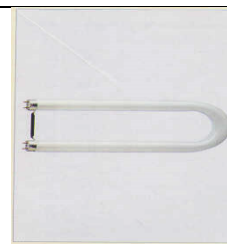
4.1.3. Классификация люминесцентных ламп

Классифицировать люминесцентные лампы можно по следующим основаниям:

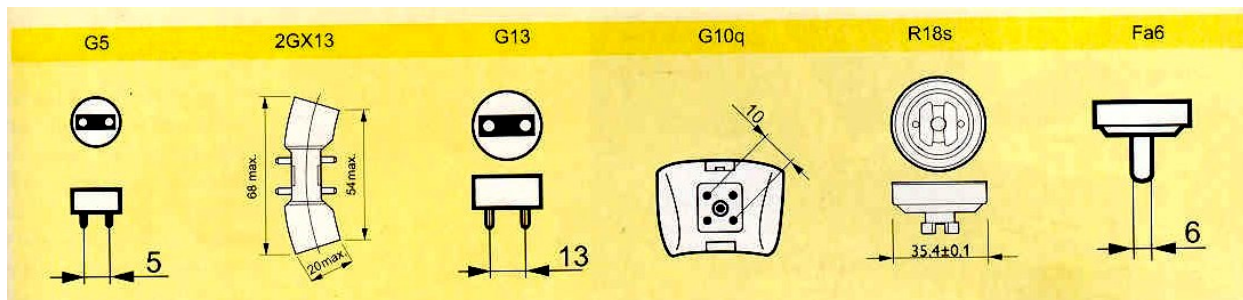
По исполнению: множество типов по мощности и форме колбы делают люминесцентные лампы лучшим инструментом для решения любых задач освещения.

<p>А) Линейные люминесцентные лампы – такие люминесцентные лампы производятся разных длин и мощностей (от 4 Ватт и более).</p>	
<p>Б) Кольцевые люминесцентные лампы – такие лампы выпускаются мощностью от 22 до 60 Ватт и соответственно различного диаметра. Лампа особенно актуальна для создания дизайнерского освещения.</p>	

В) U-образные люминесцентные лампы - такие лампы выпускаются мощностью от 18 до 58 Ватт и, соответственно, различного размера.



По цоколям: В основном применяются цоколи **G13** и **G5**



По применению:

А) стандартные - лампы со световыми характеристиками, пригодными для общего освещения;

Б) Специальные – лампы со специальными световыми свойствами:

- **Цветные:** в люминофор добавляется краситель, придающий свету лампы цветовой оттенок.
- **Лампы для подсветки растений и аквариумов** - спектр света этих ламп максимально приближен к солнечному свету, что способствует фотосинтезу и росту растений.
- **Лампы для подсветки продуктовых прилавков с мясными и колбасными изделиями** - спектр света этих ламп подчёркивает красные оттенки цвета, увеличивая привлекательность товаров из мяса.
- **Лампы ультрафиолетового излучения** - колба лампы пропускает только длинноволновое ультрафиолетовое излучение, используется в спецэффектах на дискотеках, для проверки подлинности банкнот, текстильной промышленности и т.д. Внешне можно определить по чёрному цвету колбы.
- **Лампы со встроенным отражателем** - отражатель позволяет направить свет в заданном направлении. Эффект – в световых системах без отражателей или с отражателями низкого качества (например, светильники ПВЛМ) светоотдача повышается на 50%.
- **Лампы со специальным покрытием** – покрытие исключает обсыпание лампы в случае механического повреждения (колба снаружи покрыта специальной силиконовой оболочкой, предотвращающей рассыпание лампы на осколки).

По характеристикам цветопередачи и показателям цветности света:

Всё разнообразие люминесцентных ламп при первом взгляде на каталоги фирм OSRAM или Philips может показаться не понятным и даже не уместным – ведь существуют модификации со схожими характеристиками и типоразмерами, например Philips TL-D De Luxe и Philips TL-D De Luxe Pro. Отличия существуют – первая лампа обладает лучшим индексом цветопередачи, но показатель светового потока несколько хуже. Люминесцентная лампа совершенствуется и разрабатывается производителем под самые разнообразные требования потребителей.

По уровню эффективности ламп:

На данный момент их можно разделить на несколько категорий:

- 1) **Лампы технологии T12** – давно известные ЛБ/ЛД 20,40,80 Ватт.
- 2) **Лампы технологии T8** – лампы ЛБ/ЛД 18,36,58 Ватт.
- 3) **Лампы технологии T5** - наша промышленность пока не производит, импортные аналоги – Philips TL5 или OSRAM T5.

Лампы технологии T12 на данный момент считаются устаревшими, т.к. обладают низкими показателями качества света и экономичности. В странах западной Европы они уже не эксплуатируются и не производятся.

Лампы технологии T8 имеют определенное превосходство перед лампами T12: лампа ЛБ 20 и ЛБ 18 обладают одинаковым световым потоком (т.е. дают одинаковое количество света), но за время службы (10 тыс. часов) лампа ЛБ 18 экономит 20 Киловатт электроэнергии (10000 часов * 2 Ватта). Таким образом, за

время службы лампы 18 Вт приносит экономию примерно 20 рублей (т.е. превышающую стоимость покупки самой лампы, даже импортной).

Развивается также производство **ламп технологии T8**, в основном, в целях улучшения световых характеристик ламп.

Например, лампы OSRAM и Philips 18,36,58W **стандартных** цветностей имеют Ra 60-70. Это достаточно низкий показатель согласно современным требованиям. В странах западной Европы, например, такие лампы не применяются для освещения помещений, в которых постоянно находятся люди.

В производстве более совершенной лампы **T8** (OSRAM LUMILUX и Philips Super 80) используют покрытие колбы люминофором по технологии нового поколения. Колба покрывается тремя слоями различных люминофоров, каждый из которых отвечает за свет определённого спектра. Это позволяет **увеличить световой поток** при той же потребляемой мощности **на 15-20 %** и **улучшить цветопередачу до Ra 85**. Такой свет позволяет создать большую степень комфорта для сотрудников офиса и большую привлекательность внешнего вида товаров для предприятий розничной торговли.

Ещё одно неоспоримое преимущество ламп с люминофором нового поколения – **сохранение светового потока на протяжении всего срока службы лампы** (падение составляет не более 10% от первоначальных показателей, в то время как у обычных ламп T8 показатель равен 30 %).

Лампы технологии T5 обладают ещё более высокими показателями. Они появились в середине 90-х годов 20 века. Конструктивное отличие – люминофор с внутренней стороны покрыт тонкой защитной плёнкой, прозрачной для излучения, но защищает люминофор от попадания на него частиц ртути. Благодаря этому и обеспечиваются **их основные преимущества**:

- **стабильный световой поток** на протяжении всего срока службы (падение в пределах 10 %);
- **долгий срок службы** (до 40 тыс. часов!);
- **компактный размер** (диаметр трубки всего 16 мм!);
- **высокий уровень светоотдачи** (до 104 лм/Вт);
- **отличная цветопередача** (некоторые модели более Ra 90);

Основная особенность данного типа ламп – работают только с ЭПРА.

Особое значение имеет тип ПРА, используемый при эксплуатации люминесцентных ламп. Электронный ПРА – ЭПРА - по сравнению с обычным электромагнитным имеет ряд неоспоримых преимуществ:

- **Увеличение светоотдачи ламп** (до 40 %).
- **Компактность, лёгкость, небольшое количество комплектующих для подключения.**
- **Отсутствие акустического шума и электрических помех.**
- **Уменьшение потребления световой системой электроэнергии на 25 %.**
- **Увеличение срока службы ламп до 50 %.**
- **Значительное повышение комфорта освещения (полное отсутствие мерцания ламп, автоматическое отключение ламп, вышедших из строя).**
- **Плавность запуска ламп, отсутствие мигания.**
- **Возможность создания особого дизайна в освещении – регулировка по яркости и т.д.**

Вопросы для самопроверки:

1. Каковы основные преимущества и недостатки люминесцентных ламп низкого давления по сравнению с тепловыми источниками света?
2. Какие существуют виды люминесцентных неинтегрированных ламп в зависимости от их исполнения и применения?
3. Каковы преимущества использования ламп серии T8 перед лампами серии T12?
4. Каковы преимущества использования ламп серии T8 с трёхполосным люминофором перед стандартными лампами серии T8?
5. Каковы основные преимущества и недостатки ламп серии T5?
6. Какие преимущества электронного ПРА перед электромагнитным являются наиболее значимыми?

4.2. Компактные люминесцентные лампы

Характеристику данных ламп можно выразить одной фразой – **энергосбережение в компактном размере**. Данные источники света позволяют реализовать энергосберегающие технологии очень широко, так как подходят для небольших светильников самого разнообразного дизайна с небольшой монтажной высотой.

Компактные люминесцентные лампы можно разделить на 2 типа:

1. **Неинтегрированные компактные люминесцентные лампы.** Данные лампы также экономичны, как и стандартные люминесцентные лампы, но более компактны. Они требуют дополнительной комплектации ПРА, кронштейнами.
2. **Интегрированные лампы (т.е. со встроенным ПРА).**

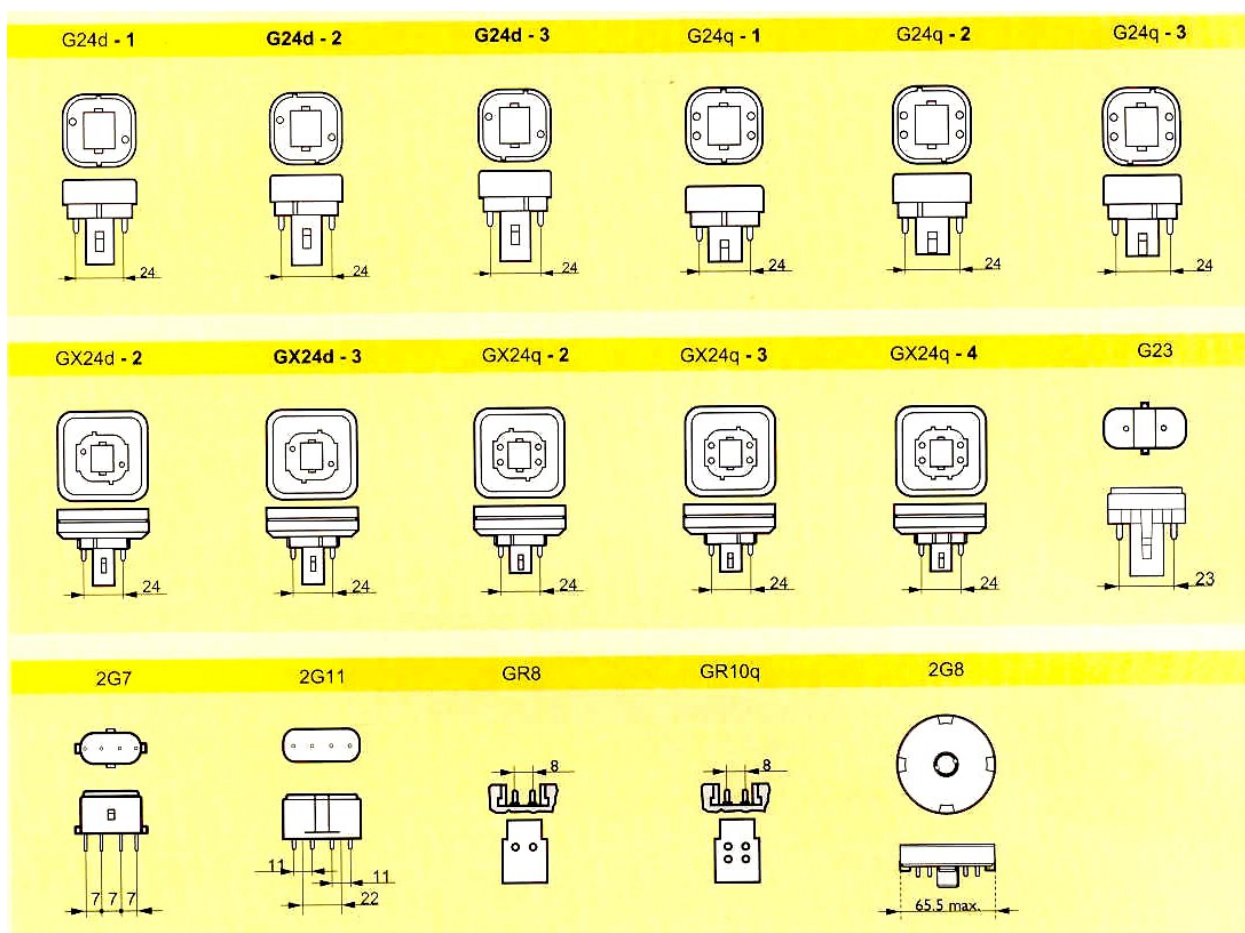
4.2.1. Неинтегрированные компактные люминесцентные лампы:

Неинтегрированные компактные люминесцентные лампы могут быть классифицированы следующим образом:

А) по типу ПРА, с которыми может работать лампа:

- могут работать только с электромагнитными аппаратами и имеют встроенный стартер (это лампы с двухштырьковым цоколем);
- могут работать как с электронными, так и с обычными ПРА и стартерами, т.к. не имеют встроенного стартера (это лампы с четырёхштырьковым цоколем).

Б) по типам цоколя:



Лампы с двухштырьковыми цоколями:

- чаще используются в бытовых светильниках;

Лампы с четырёхштырьковыми цоколями:

- используются, в основном, в светильниках типа Downlights, аварийных и т.д.;
- при работе с ЭПРА имеют функцию регулировки яркости.

В) лампы со специальными свойствами:

- для светильников **Downlights**. В процессе работы внутри этих светильников (нагрев лампы, работа ПРА) температура значительно повышается. Лампы для таких светильников разработаны таким образом, чтобы максимальный световой поток излучался при температуре от 10 до 70 градусов Цельсия.

- для **наружного освещения**. У данных ламп максимум светового потока достигается при 5 градусах Цельсия.

4.2.2. Интегрированные лампы

Интегрированные лампы (КЛЛ) пригодны к использованию везде, где применяются лампы накаливания, так как не требуют для работы никаких дополнительных устройств (ПРА уже встроены в цоколи ламп). Область применения безгранична – домашнее освещение, освещение офисов, магазинов, складских помещений.

Основные преимущества по сравнению с лампами накаливания:

- снижение потребления электроэнергии на 80 % при одинаковом количестве излучаемого света;
- увеличенный в 3-15 раз срок службы (в зависимости от модели ламп и производителя);
- возможность выбора оттенков цветов (холодные или тёплые).

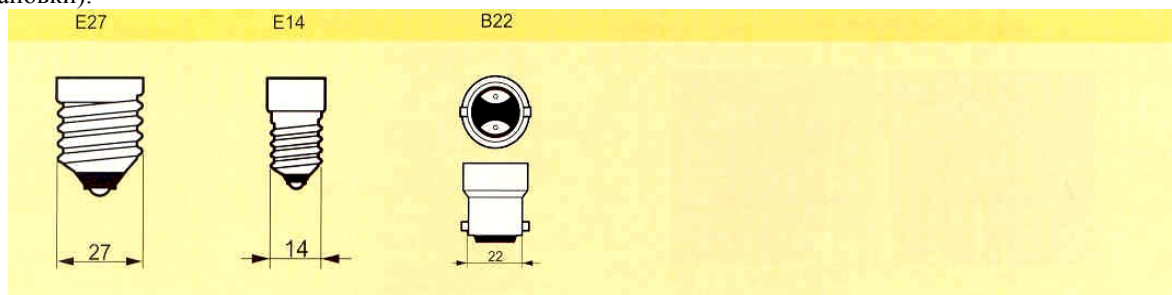
Интегрированные компактные люминесцентные лампы можно классифицировать следующим образом:

А) По форме колбы КЛЛ бывают

С дугообразной колбой (двух-, трёх- или четырёхдуговые)			
С колбой витой формы			
С колбой, имитирующей вид колбы наиболее распространённых ламп накаливания (обычной лампы накаливания, свечеобразной лампы, колбу лампы Globa)			

Б) По сроку службы: в зависимости от качества используемого люминофора и ПРА лампы могут иметь различный срок службы – от 3-х лет до 15 лет. На упаковке срок службы указан, как правило, в часах горения – от 3000 до 15000. Считается, что в среднем источник света работает 1000 часов в год.

В) По видам цоколей: в подавляющем большинстве применяются цоколя **E14** и **E27** (простота установки).



Г) По цветности: выпускаются лампы и холодного, и тёплого свечения.

Эффективность замены стандартной лампы накаливания на КЛЛ можно доказать простым расчётом: (параметры, помеченные звёздочкой, могут меняться в зависимости от конкретной модели ламп)

Тип лампы	накаливания	КЛЛ
Цена лампы (руб.)	5,00 *	200,00 *
Потребляемая мощность (Ватт)	100	20
Продолжительность работы в год (часов)	1000	1000

Срок службы (в годах)	1	12*
Цена «владения» лампой (в год)	5,00	200руб./12лет = 16,70 руб.
Количество потребляемой электроэнергии за год (В Киловаттах)	100	20
Стоимость потраченной электроэнергии за год (в руб.)	100	20
Цена эксплуатации лампы за год (в руб.) (цена владения лампой за год + стоимость потраченной электроэнергии)	105 руб.	36,70 руб.

Таким образом, **одна (!)** КЛЛ экономит за год примерно 65-70 рублей, или 780-840 рублей за 12 лет срока службы этой лампы. (Представьте себе экономию от перехода на КЛЛ всей квартиры, офиса, магазина и т.д.)

При замене ламп накаливания на интегрированные КЛЛ удобно пользоваться следующей таблицей соответствия:

№ п/п	Мощность лампы накаливания	Мощность интегрированной КЛЛ
1	15 Вт	3 Вт
2	25 Вт	5 Вт
3	40 Вт	7 Вт
4	60 Вт	11 Вт
5	75 Вт	15 Вт
6	100 Вт	20 Вт
7	120 Вт	23 Вт
8	150 Вт	30 Вт

При замене лампы накаливания на указанный аналог КЛЛ уровень освещённости остается неизменным, потребление электроэнергии сокращается в 5 раз.


Вопросы для самопроверки:

1. Какие существуют типы компактных люминесцентных ламп (КЛЛ)?
2. Какими специальными свойствами характеризуются неинтегрированные КЛЛ?
3. В чём различие между неинтегрированными КЛЛ с 2-х штырьковыми и 4-х штырьковыми цоколями? (по типам ПРА и применению)?
4. Какие виды интегрированных КЛЛ выделяют на основе формы колбы и срока службы?
5. Какие аналоги лампе накаливания 40,60,75,100 Вт существуют среди интегрированной КЛЛ?

1.3. Лампы газоразрядные высокого давления

Основная область применения газоразрядных ламп – осветительное оборудование, требующее компактных источников света, высокой светоотдачи и долгого срока службы.

1.3.1. Ртутные лампы высокого давления.

<p>Основная область применения данных ламп – уличное освещение и общее освещение промышленных и складских помещений.</p>	
--	---

Основные характеристики ртутных ламп высокого давления

Преимущества:

- высокая светоотдача (50 лм/Вт);
- долгий срок службы (до 12000 часов);
- приемлемый для промышленного и уличного освещения индекс цветопередачи (Ra 45-50);

- световые параметры в незначительной степени зависят от температуры внешней среды;
- цветовая температура 4200 К обеспечивает холодный белый дневной свет.

Недостатки:

- для работы лампы необходим ПРА;
- долго запускается (ДО 10 МИНУТ);
- исключен пуск горячей лампы, повторное включение возможно только после остывания горелки.

Мощность выпускаемых ламп - от 50 до 1000 Ватт.

Наряду со стандартными ртутными лампами выпускаются **модификации с улучшенными характеристиками** (например, Philips HPL 4 Pro).

Основные отличия:

- светоотдача повышена до 55 лм/Вт (на 10%);
- улучшенная цветопередача (Ra 60);
- срок службы увеличен в 1,5 – 2 раза (срока службы лампы до 4 лет).

Основная сфера применения таких ламп – световые установки с затруднённой заменой ламп, объекты с повышенными требованиями к качеству света, и объекты «повышенного внимания» - центральные улицы, площади, пешеходные зоны и т.п.

1.3.2. Лампы смешанного света.


Основное преимущество ламп данного вида – отсутствие необходимости в ПРА, лампа «работает» напрямую от сети 220 Вольт. Вместе с тем основные свойства ртутных ламп сохранены:

- энергосбережение (светоотдача 23 лм/Вт);
- улучшенная цветопередача (Ra 65).

Сфера применения ламп смешанного типа – уличное и промышленное освещение, где наиболее перспективным их использованием является замена ламп накаливания в целях экономии электроэнергии.

1.3.3. Натриевые лампы высокого давления.

Название данного вида лампы указывает на то, что свечение создаётся электрическим разрядом в парах натрия. По сути, - это металлогалогенная лампа.

<p>Основная сфера применения таких ламп – освещение улиц, транспортных магистралей.</p>	
---	---

Основные характеристики натриевых ламп высокого давления

Преимущества:

- очень высокая светоотдача (100-150 лм/Вт);
- время загорания лампы меньше, чем у ДРЛ (5-7-минут);
- большой срок службы (до 20000 часов).

Недостатки:

- для работы лампы необходим ПРА;
- низкий индекс цветопередачи (Ra 25).

Цветовая температура натриевых ламп 2000 К (свет лампы тёплый, жёлтых оттенков). Лампы с таким уровнем цветопередачи нельзя использовать для внутреннего освещения. Исследования показали, что контрастная чувствительность и острота зрения именно при жёлтом свете имеют наибольшее значение. Свет этих ламп очень хорошо применим для освещения дорог, магистралей, туннелей, стоянок. Жёлтый свет ламп обеспечивает улучшенную видимость в тумане и дымке.

Характеристики ламп позволяют утверждать, что замена ртутных ламп на натриевые целесообразна как экономически, и по показателям уровня освещённости (уровень освещённости повышается на 80%).

Наряду со стандартными натриевыми лампами выпускаются лампы со следующими характеристиками:

А) лампы с повышенным сроком службы (например, OSRAM NAV-T SUPER 4Y) - средний срок службы таких ламп - 4 года.

Б) лампы для выращивания растений - обеспечивает световой поток с повышенным излучением в синей области, что оптимизирует рост растений в любое время года.

В) Лампы с улучшенными цветовыми характеристиками – индекс цветопередачи может достигать Ra 60. Эта лампа создана для создания не только экономичного, но и качественного освещения.

Г) Лампы с максимально возможной светоотдачей (лампы SOX) - это натриевые лампы низкого давления. Основная особенность данных ламп – светоотдача 170-180 лм/Вт при полном отсутствии цветопередачи. Освещаемые объекты приобретают одинаково серый оттенок. Лампа пригодна только автодорожного, железнодорожного освещения, а также аэропортов, доков и карьеров. В России практически не применяется.

1.3.4. Металлогалогенные лампы.

Принцип действия металлогалогенных ламп практически такой, как у ртутных ламп высокого давления. Первичный источник излучения – та же горелка из кварца (иногда используются и керамические горелки), наполненная инертными газами и ртутью. Но в отличие от ламп ДРЛ, где видимый свет создается благодаря нанесённому на колбу люминофором, в металлогалогенных лампах это происходит благодаря специальным светоизлучающим добавкам (соединения натрия, скандия, галлия, индия с редкоземельными элементами – диспрозия, гольмия и т.д.).

Основные характеристики металлогалогенных ламп

Преимущества:




- высокая экономичность (светоотдача 70-90 лм/Вт);
- отличная цветопередача (в зависимости от модели может составлять Ra 80-90);
- возможность создания светильников с высоким КПД: у металлогалогенной лампы свет создаётся в пространстве, размером с монету, что позволяет максимально его использовать (сфокусировать и направить в заданном направлении);
- возможность создания заданных характеристик света – один тип ламп может иметь несколько цветовых температур;
- стабильные характеристики в течение всего срока службы лампы.

Недостатки:

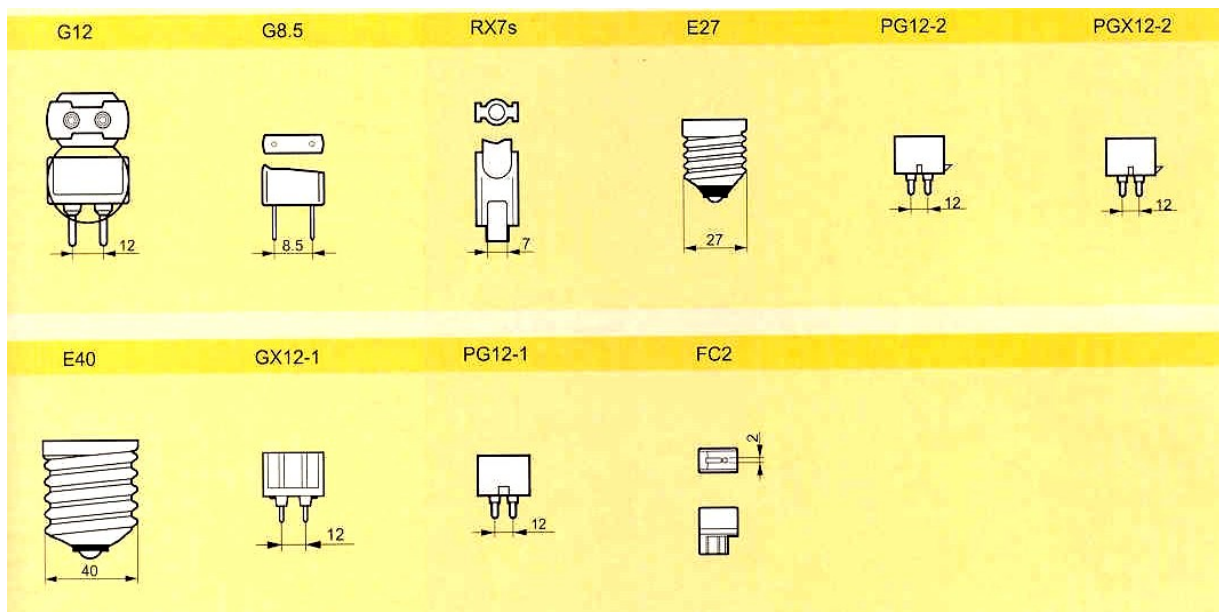
- высокая стоимость;
- большое время старта (до 10 минут);
- необходимость специального зажигающего устройства.

Металлогалогенные лампы можно классифицировать следующим образом:

По колбе:

<p>А) без внешней колбы – как правило, это либо линейные двухцокольные лампы, с кабельными вводами, либо миниатюрные одноцокольные. Их особенность – допускаются к эксплуатации в светильниках с защитным стеклом, т.к. есть вероятность взрыва лампы.</p>	
<p>Б) с внешней колбой – часто имеют доступ к эксплуатации без защитного стекла (внутри колбы устанавливается дополнительная стеклянная трубка, предотвращающая разрушение внешней колбы).</p>	
<p>В) колба с отражателем – создана для создания упрощённых светильников. Например, лампа PAR, допущенная к эксплуатации в открытых светильниках, - идеальный светильник для акцентного освещения в магазинах, выставочных залах. На рисунке – лампа для оптоволоконных систем.</p>	

По типам цоколей:



- а) двухцокольные** (используются, в основном, в прожекторах заливающего света);
- б) одноцокольные** (большое количество модификаций ламп любых мощностей);
- в) бесцокольные** (используются для ламп высокой мощности (до 3500 Вт), для подвода электроэнергии к ним используются гибкие токовводы).

По рабочему положению горелки:

- работающие в любом положении;
- с ограничениями рабочего положения (например, только в вертикальном или горизонтальном положении).

Рабочее положение лампы и максимально допустимое отклонение от такого положения ВСЕГДА указывается в каталогах производителя и технической документации.

Вопросы для самопроверки:

1. В чем проявляются преимущества и недостатки ртутных ламп высокого давления?
2. Каковы основные преимущества ртутных ламп высокого давления с улучшенными характеристиками?
3. Как можно охарактеризовать преимущества и недостатки ламп натриевых высокого давления?
4. Каковы отличия натриевых ламп высокого давления со специальными характеристиками в сравнении со стандартными натриевыми лампами высокого давления?
5. В чем проявляются основные преимущества и недостатки металлогалогенных ламп?
6. Каким образом классифицируются металлогалогенные лампы?