

ИЗУЧЕНИЕ ГАЗОРАЗРЯДНЫХ ИСТОЧНИКОВ И ПУСКОРЕГУЛИРУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ

Цель работы: *изучить устройство, принцип работы и характеристики газоразрядных ламп и пускорегулирующих устройств.*

Задание на лабораторную работу:

1. Изучить теоретический материал.
2. Ответить на контрольные вопросы.

Газоразрядным источником лучистой энергии называется устройство, в котором оптическое излучение возникает в результате электрического разряда в среде инертных газов, паров металлов и их смесей. На практике газоразрядные источники оптического излучения называются газоразрядными лампами.

Из всех газоразрядных источников видимого излучения наибольшее распространение получили люминесцентные лампы низкого давления. Люминесцентная лампа – это длинная стеклянная трубка (колба) (1), внутренняя поверхность которой покрыта слоем люминофора. В герметически закрытых торцах колбы на молибденовых электродах (2), прикрепленных к стеклянной ножке (3), смонтирована вольфрамовая оксидированная моноспираль (4). К электродам спирали припаяны штырьки (5), изолированные от цоколя (6) лампы специальной мастикой.

Из колбы лампы через отверстия в стеклянных ножках откачивают воздух и вводят инертный газ (аргон) и небольшое количество ртути. Электрический разряд в такой лампе начинается в атмосфере инертного газа, а затем по мере испарения ртути продолжается в её парах.

Электрическая энергия в люминесцентных лампах преобразуется в световую ступенчато. Если лампа горит, то электрическое поле, создаваемое в лампе, увеличивает кинетическую энергию свободных носителей зарядов (электронов и ионов). При столкновении с атомами и молекулами эти заряды передают им часть своей энергии.

Эта энергия идет:

1) на увеличение кинетической энергии атомов и молекул (что говорит об увеличении температуры);

2) на возбуждение или ионизацию (если заряды получили очень большую энергию).

Возвращаясь в исходное состояние, возбужденные атомы излучают энергию в виде квантов. Возникающая при этом лучистая энергия состоит из УФ-излучения с длинами волн 254 и 185 нм (64%) и видимого излучения 2%. УФ-излучение, воздействуя на люминофор, преобразуется в видимое излучение. С учетом вторичных преобразований можно приблизительно

считать, что на долю видимого излучения приходится около 20% энергии, подводимой к лампе.

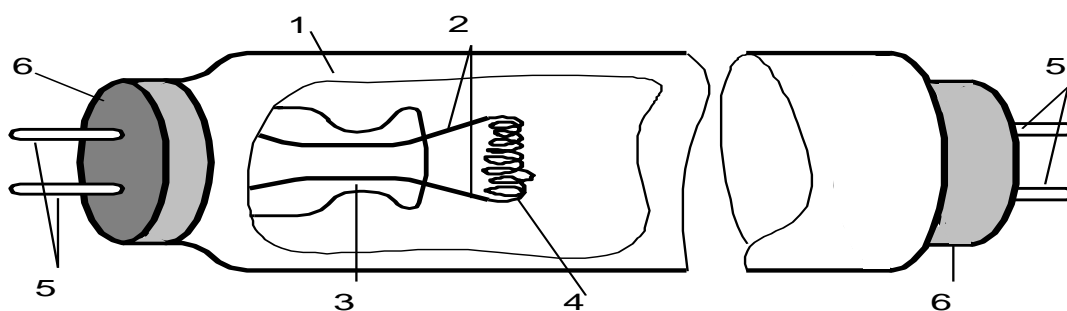


Рисунок 1. Разрядная лампа низкого давления

Люминесцентные лампы различают по форме и размерам колбы, мощности и спектральному составу излучения. Четыре типа трубчатых прямых люминесцентных ламп: ЛБ; ЛД; ЛТБ; ЛХБ – отличаются составом люминофора, а, следовательно, и спектральной интенсивностью излучения. Буквы, входящие в наименование типов этих ламп, означают: Л – люминесцентная, Д – дневная, ТБ – тепло-белая, ХБ – холодно-белая.

Среди ламп указанных цветностей различают ещё лампы с улучшенным спектральным составом излучения, обеспечивающим получение хорошей цветопередачи освещаемых предметов. В обозначении этих ламп после букв, характеризующих цвет излучения, добавляют букву Ц (ЛДЦ, ЛХБЦ и т.д.).

Сразу после буквенного обозначения ламп следуют цифры, указывающие мощность, и через тире – порядковый номер разработки.

Люминесцентные лампы каждого типа выпускают мощностью 15, 20, 30, 40, 65, 80 Вт. Средняя продолжительность горения люминесцентной лампы – 10...12 тыс. часов, световая отдача – 33,5...66,5 лм·Вт⁻¹. Оптимальные условия работы: температура окружающей среды – 18...25 °С, относительная влажность воздуха – не более 70%. Газоразрядные лампы работают в режиме дугового разряда, падающая вольтамперная характеристика (ВАХ) которого указывает на его неустойчивость. При непосредственном включении газоразрядной лампы в сеть с постоянным значением питающего напряжения, возникающий дуговой разряд сопровождается лавинообразным нарастанием тока вплоть до полного разрушения лампы. Для стабилизации дугового разряда последовательно с газоразрядной лампой включается балластное сопротивление, значение которого должно быть больше абсолютной величины динамического сопротивления газоразрядного промежутка в режиме стабилизации.

Для зажигания разряда в лампе необходимо выполнить ряд условий.

Основными из них являются:

- 1) наличие свободных носителей зарядов;

2) создание в лампе соответствующей напряженности поля. Для конкретной лампы и определенных расстояний между электродами — напряжения зажигания;

3) наличие определенной длины свободного пробега зарядов, на которой они смогли бы приобрести под действием поля достаточную энергию для ионизации. Длина свободного пробега зависит от давления газа и температуры.

Основными элементами схемы включения люминесцентной лампы являются лампа, дроссель в качестве балластного сопротивления и стартер.

Стартер (рис.2) представляет собой миниатюрную газоразрядную лампу с биметаллическим (одним или двумя) электродами, заполненную смесью 60% аргона, 28% неона и 11,2% гелия.

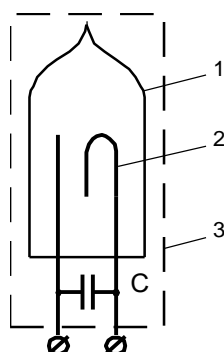


Рисунок 2. Стартер.

1—колба; 2—биметаллический электрод; 3—корпус; С—конденсатор.

Стеклянная колба лампы стартера помещена в корпус цилиндрической формы. Напряжение зажигания лампы составляет 70 В для стартера, рассчитанного для работы в сети 127 В и 128 В для стартера на 220 В. Присоединение стартера к схеме осуществляется контактными электродами.

При подаче напряжения на схему, ток через лампу не течёт, так как газовый промежуток является изолятором и для его пробоя нужно напряжение, превышающее напряжение сети. В стартере возникает тлеющий разряд, сопровождающийся протеканием тока (20...50 мкА) в электрической цепи (дроссель, нити накала люминесцентной лампы, стартер). Биметаллические электроды стартера разогреваются, изгибаются, накоротко замыкаются друг с другом и замыкают цепь накала электродов люминесцентной лампы через дроссель на напряжение сети. Проходящий при этом по нитям накала электродов ток в 1,4...1,5 раза превышает номинальный рабочий ток люминесцентной лампы.

За 1...2 с электроды люминесцентной лампы разогреваются до 700...900°С, вследствие чего увеличивается электронная эмиссия и облегчаются условия пробоя газового промежутка. После прекращения тлеющего разряда в стартере его электроды охлаждаются и, возвращаясь в исходное положение, разрывают цепи накала электродов люминесцентной лампы. В момент разрыва цепи возникает электродвижущая сила самоиндукции в дросселе, величина которой пропорциональна индукции

дросселя и скорости изменения тока в момент разрыва цепи. Образовавшийся за счёт ЭДС самоиндукции импульс повышенного напряжения (700...1000 В) прикладывается к электродам лампы. Происходит пробой и лампа начинает светиться. К стартеру, включенному параллельно лампе, прикладывается приблизительно половина напряжения цепи, и поэтому она больше не зажигается. Если люминесцентная лампа по какой-либо причине не зажглась, весь процесс зажигания автоматически повторяется.

В распространенных стартерных схемах самым ненадежным элементом схемы является стартер с подвижными биметаллическими электродами. Существуют и бесстартерные схемы включения люминесцентных ламп. На рисунке 4 представлена такая схема с использованием накального трансформатора. Надежность зажигания лампы в этой схеме обеспечивается предварительным подогревом электродов, снижающим напряжение зажигания до значения светового напряжения, и наличием на колбе лампы металлической полосы. Недостатком бесстартерных схем включения лампы является то, что потери мощности и металлоёмкость у них выше, чем у стартерных схем. К тому же после зажигания лампы по нити накала электродов протекает ток подогрева, уменьшающий срок службы лампы, и вызванный тем, что на первичной обмотке накального трансформатора при работе сохраняется половина напряжения, подаваемого на схему.

Люминесцентная лампа может включаться в цепь и с активным балластным сопротивлением. Иногда в качестве активного балласта используют лампу накаливания. При создании и эксплуатации таких схем необходимо учесть, что при активном балласте по сравнению с индуктивным возрастают потери мощности в схеме, затрудняется зажигание лампы, увеличивается коэффициент пульсации светового потока и уменьшается срок службы и световая отдача люминесцентных ламп.

Схемы включения люминесцентных ламп обеспечивают зажигание и стабилизированный режим работы лампы, подавление радиопомех, возникающих при зажигании и работе лампы, увеличение коэффициента мощности. Совокупность всех элементов включения, обеспечивающая выполнение всех указанных функций и конструктивно оформленная в виде единого аппарата или нескольких блоков, называется пускорегулирующим аппаратом (ПРА).

Конструктивные признаки и эксплуатационные характеристики ПРА отражены в их обозначениях: стартерные ПРА импульсного зажигания обозначаются буквами УБ, бесстартерные быстрого зажигания – буквами АБ, бесстартерные мгновенного зажигания – МБ. Следующая затем буква указывает вид балластного сопротивления: И – индуктивный, Е – емкостной, К – компенсированный.

Каждому ПРА присваивается шифр, который характеризует его назначение, устройство, исполнение и параметры. Структура условного обозначения ПРА по ГОСТ 16809-71 такова:

1 – цифра, указывающая количество одновременно присоединяемых к ПРА ламп; 2 – буквы, обозначающие состав и назначение входящих в

аппарат балластных элементов (ДБ – дроссели балластные; УС – устройства стартерные; АБ – аппараты бесстартерные и т.д.); 3 – буква, характеризующая коэффициент мощности потребляемого из сети тока (И – индукционный, имеющий коэффициент мощности не более 0,85; Е – ёмкостной, имеющий коэффициент мощности не более 0,85, причём при токе, опережающем по фазе напряжение сети; К – компенсированный, имеющий коэффициент мощности не менее 0,85-0,9); 4 – цифры, указывающие мощность присоединенной лампы; 5 – буква, указывающая тип лампы в случае не прямых ламп (К – кольцевые, У – у-образные и т.д.); 6 – цифры, указывающие напряжение в сети, на которое включается ПРА (127, 220 и 380 В); 7 – буква, характеризующая наличие (ставится буква А) или отсутствие (не обозначается) сдвига фаз между токами ламп, подключенных к ПРА; 8 – буква, характеризующая конструктивное использование аппарата (В – встроенные в светильный прибор, Н – независимые); 9 – буквы, характеризующие уровень шума, создаваемого аппаратом (с нормальным уровнем шума не обозначается); 10 – трехзначная цифра, указывающая номер серии разработки ПРА.

Например: 2УБК-40-220-АВПП-031 ГОСТ16809-71. Двухламповый компенсированный стартерный аппарат к лампам мощностью 40 Вт для включения в однофазную сеть 220 В, со сдвигом фаз между токами ламп, встроенного исполнения с особо пониженным уровнем шума, номер разработки 031.

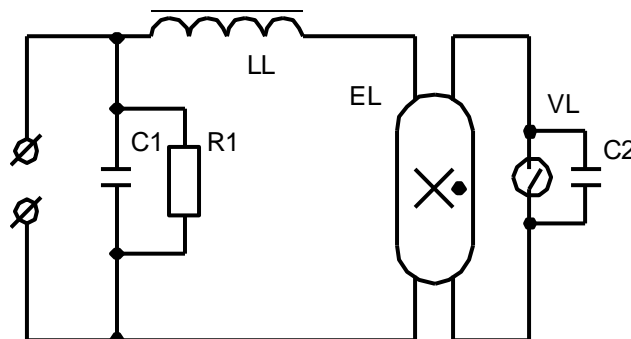


Рисунок 3. Схема включения в сеть люминесцентной лампы при помощи стартера

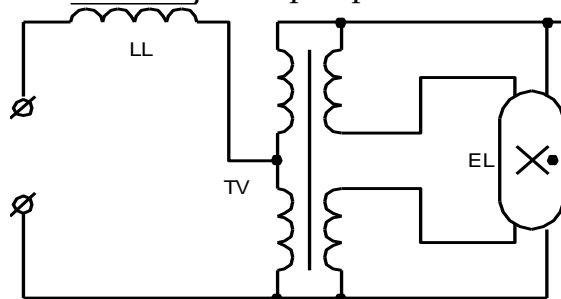


Рисунок 4. Бесстартерная схема включения люминесцентной лампы накальным трансформатором.

Контрольные вопросы:

1. Как устроена люминесцентная лампа?
2. Какие принципиальные схемы применяются для включения люминесцентных ламп? Назовите их преимущества и недостатки?
3. Объясните порядок зажигания люминесцентной лампы при стартерной схеме включения.
4. Каково назначение балластного сопротивления в цепи разрядной лампы?
5. Объясните порядок зажигания люминесцентной лампы при бесстартерной схеме включения.
6. Каковы преимущества и недостатки люминесцентных ламп по сравнению с лампами накаливания?