

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ЛАМП ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП

Цель работы: изучение принципов действия существующих типов ламп и схем их включения; исследовать основные характеристики люминесцентной лампы.

1. Виды освещения и источники света

Установки электрического освещения используют во всех производственных и бытовых помещениях, общественных и жилых зданиях, на площадях, дорогах и т.п. Это самый распространенный вид электроустановок. Различают три вида электрического освещения: рабочее, аварийное, охранное.

Рабочее освещение предназначено для обеспечения нормальной деятельности людей во всех помещениях и на открытых участках при недостаточном естественном освещении. Оно подразделяется на общее, местное и комбинированное.

Общее освещение производственного помещения или территории может быть равномерным или локализованным, когда светильники размещают так, чтобы на основных рабочих местах создавалась повышенная освещенность.

Местное освещение обеспечивает требуемую освещенность рабочих мест, соответствующих предметов и поверхностей.

При комбинированном освещении к общему освещению помещения или территории добавляется местное, создающее повышенную освещенность на рабочем месте.

Аварийное освещение предназначено для создания условий безопасной эвакуации людей при аварийном отключении рабочего освещения в помещениях или для продолжения работ на участках, где работа не может быть прекращена по условиям технологического процесса. Аварийное освещение должно создавать освещенность не менее 5% от создаваемой общим освещением для продолжения работы, при этом быть не менее 2лк (люкс), а эвакуационное – не менее 0,5лк на полу и по основным проходам.

Охранное освещение вдоль границ охраняемой территории создает освещенность зоны с обеих сторон ограды.

Основным элементом осветительной электроустановки является источник света – лампа, преобразующая электроэнергию в энергию светового излучения.

Основными характеристиками лампы являются: номинальное напряжение, В; потребляемая мощность, Вт; световой поток, лм; срок службы, ч; габаритные размеры, мм.

В качестве источника света широко применяют лампы накаливания, газоразрядные лампы и светодиодные.

2. Лампы накаливания

Лампы накаливания представляют собой источники света с излучателем в виде проволоки (нити) из тугоплавкого металла – вольфрама, накаливаемой электрическим током до температуры 2200 – 3000°С.

Лампы накаливания общего назначения Б, БК, Г, НВ, местного освещения МО и с отражающим слоем ЗШ, ЗС, ЗК выпускаются на напряжения от нескольких единиц до сотен вольт, мощностью до 1кВт и имеют срок службы от 1000 до 2500 часов. КПД ламп накаливания составляет примерно 6%, а удельная световая отдача (световой поток, приходящийся на 1 Вт потребляемой лампой мощности) колеблется от 7 лм/Вт (лампы малой мощности) до 20 лм/Вт (лампы большой мощности). Основные технические данные ламп накаливания приведены в Приложении 1.

Колбы ламп накаливания наполняют инертным газом (азотом, аргоном, криптоном), что увеличивает срок службы нити накала.

Существуют лампы накаливания, у которых часть внутренней поверхности колбы имеет зеркальное покрытие для перераспределения излучаемого светового потока. Мощность таких ламп, получивших название зеркальные лампы, может составлять от 40 до 1000 Вт. Зеркальные лампы применяют для общего и местного освещения производственных помещений, административных и общественных зданий, а также для сушки.

Галогенные лампы накаливания в отличие от обычных содержат в составе наполняющей газовой смеси не только инертный газ, но и галогены (йод или бром) или их соединения, что обеспечивает замедленное испарение нити накала. По сравнению с обычными лампами накаливания галогенные лампы обладают более высокой световой отдачей (свыше 20 лм/Вт) и большим сроком службы.

Кроме ламп накаливания общего назначения применяют специальные лампы: миниатюрные типа (МН) для освещения шкал измерительных приборов на напряжение от 1,25В до 36В.

Большое значение имеет зависимость характеристик ламп накаливания от фактически подводимого напряжения. С повышением напряжения увеличивается температура накала нити, свет становится белее, быстро возрастает световой поток и несколько медленнее световая отдача. В результате этого резко уменьшается срок службы лампы.

В Приложении 1 приведены параметры некоторых типов ламп накаливания.

3. Газоразрядные лампы

В газоразрядных лампах оптическое излучение возникает в результате электрического разряда в газах, парах веществ или их смесях. К газоразрядным относятся лампы люминесцентные, ртутные, натриевые, ксеноновые, неоновые и ряд других.

В люминесцентных лампах (ЛЛ) (рис.1.1) ультрафиолетовое излучение – разряда превращается в видимое излучение с помощью люминофоров – веществ,

способных преобразовывать поглощаемую ими энергию в световое излучение. Наибольшее распространение получили ртутные ЛЛ низкого давления. Такая лампа представляет собой стеклянную колбу, на внутреннюю поверхность которой нанесен слой люминофора. В торцах колбы укреплены вольфрамовые спиральные электроды. В колбу введены капля ртути и некоторое количество инертного газа. При подключении лампы к источнику переменного тока между электродами возникает электрический ток, возбуждающий ультрафиолетовое излучение паров ртути, преобразуемое слоем люминофора в световое излучение.



Рис. 1.1

Ртутные ЛЛ низкого давления имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с лампами накаливания. В первую очередь к ним относятся: высокая световая отдача (до 75 лм/Вт), большой срок службы (до 10 тыс. ч), лучшая цветопередача, относительно малая (хотя и создающая ослепленность) яркость.

Основными недостатками люминесцентных ламп являются:

- относительная сложность схемы питания;

- ограниченная единичная мощность и большие размеры при данной мощности;

- невозможность питания от сети постоянного тока;
- зависимость характеристик от температуры окружающей среды. Для обычных ЛЛ оптимальной является температура 18 – 25°C; при отклонении температуры среды от оптимальной световой поток и световая отдача снижаются, а при $t < 10^\circ\text{C}$ зажигание лампы не гарантируется;
- значительное снижение светового потока к концу срока службы;
- вредные для зрения пульсации светового потока с частотой 100 Гц при частоте переменного тока 50 Гц. Эти пульсации могут быть устранены или уменьшены только при совокупном действии нескольких ламп и соответствующих схемах включения.

Высокая световая отдача и большой срок службы ЛЛ делают их в большинстве случаев более экономичными, чем лампы накаливания.

В зависимости от многочисленных световых оттенков, которые можно получить у люминесцентных ламп, в помещениях промышленных предприятий применяют следующие их типы: ЛБ – лампа белого света; ЛТБ – лампа тепло – белого света; ЛХБ – лампа холодно – белого света; ЛД – лампа дневного света; ЛЕ – лампы естественно – белого света; ЛБЦ, ЛТБЦ, ЛДЦ, ЛЕЦ – те же лампы с улучшенной цветностью. Основные технические данные люминесцентных ламп приведены в Приложении 2.

Улучшенная цветность ламп достигается добавками различных люминофоров, излучающих главным образом в красной области спектра.

На сегодняшний день оптимальными экономическими характеристиками (максимальная световая отдача) и наименьшей степенью пульсации светового потока обладают лампы ЛБ, поэтому в большинстве случаев (за исключением жестких требований к цветопередаче) им следует отдавать предпочтение в осветительных установках.

Для стабилизации разряда и ограничения тока люминесцентных ламп применяются балластные сопротивления, чаще всего дроссели (катушки с железным сердечником), к которым предъявляются следующие требования: потери мощности в дросселе должны быть минимальными; во время работы дроссель не должен нагреваться выше 60°C ; должен иметь как можно меньшие габариты и массу; магнитопровод дросселя должен быть собран так, чтобы во время работы не было гудения.

Дроссель (ПРА) необходим для выполнения следующих задач:

- ограничение тока при замыкании стартерных электродов;
- за счет э.д.с. самоиндукции, возникающей в момент размыкания стартерных электродов, генерируется необходимый импульс напряжения для пробоя газоразрядной лампы;
- обеспечение стабильного горения дугового разряда после зажигания лампы.

Особенностью газоразрядных ламп является необходимость использования для их включения специальных устройств, называемых стартерными пускорегулирующими аппаратами (ПРА) или просто стартерами.

Стартер выполняет следующие функции

- замыкает цепь пускового тока лампы, что приводит к нагреванию электродов лампы пусковым током и падению напряжения сети на балластном сопротивлении и электродах лампы;
- по возможности быстро размыкает контакты, шунтирующие лампу после разогрева электродов, при этом за счет энергии, запасенной в индуктивном балласте, на разомкнутых контактах стартера возникает импульс высокого напряжения (около 1 кВ), который прикладывается к лампе и зажигает ее;
- поддерживает контакты разомкнутыми в течение всего времени горения лампы (в противном случае контакты стартера вновь зашунтируют лампу, и она погаснет).

Стартер (рис.1.2) состоит из стеклянного баллона, наполненного инертным газом. В баллон впаяны металлический неподвижный и биметаллический электроды, имеющие выводы, проходящие через цоколь. Баллон заключен в металлический или пластмассовый корпус с отверстием в верхней части.

Стартеры для включения люминесцентных ламп в сеть выпускаются на напряжение 127 и 220 В. Время подогрева электродов определяется временем замыкания электродов стартера и составляет 0,2 – 0,8 с.

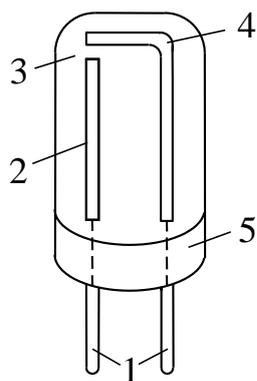


Рис.1.2. Стартер тлеющего разряда:
1 – выводы; 2 – металлический неподвижный электрод; 3 – стеклянный баллон; 4 – биметаллический электрод; 5 – цоколь

включают конденсатор емкостью 5 – 10 нФ, что увеличивает длительность импульса в 50 – 100 раз.

При эксплуатации ламп встречаются различные неисправности, которые необходимо обнаружить и устранить. Чаще всего встречаются следующие неисправности:

- новая лампа не загорается (причиной этого может быть плохой контакт в патроне, разрыв проводов и электродов, наличие воздуха в лампе);
- новая лампа при включении мигает и не загорается. В этом случае ее рекомендуется несколько раз включить и выключить – это может устранить мигание. Если же лампа продолжает мигать, то причиной может быть неисправность стартера, который рекомендуется заменить;
- у лампы наблюдается потемнение концов трубки с одной или с обеих сторон на 50 – 70 мм от основания. Это означает, что срок службы лампы заканчивается;
- концы лампы при включении светятся, а лампа не зажигается. Причиной является либо неисправность стартера, либо короткое замыкание в конденсаторе;
- дроссель сильно гудит. В этом случае его необходимо укрепить на резиновых или других звукоизолирующих прокладках;
- сильный нагрев дросселя может быть следствием плохой изоляции пластин. При этом дроссель необходимо заменить;
- сгорание электродов. Причиной являются поломка патронов или короткое замыкание проводов на корпус осветительной арматуры.

Люминесцентным лампам, так же как и другим газоразрядным источникам света, при работе их на переменном токе присущи колебания светового потока во времени. Это обусловлено малой световой инерцией люминесцентных ламп. Частота колебаний светового потока ламп соответствует частоте из-

В ряде случаев этого времени недостаточно для разогрева электродов лампы и существенного снижения напряжения зажигания. Поэтому лампа при первом импульсе может не зажечься, и процесс зажигания повторяется. Общая длительность шокowego режима зависит от параметров зажигания лампы и стартера, а также от напряжения сети и находится в пределах 3 - 15с. Длительность пускового импульса составляет 1 – 2 мкс и недостаточна для надежного зажигания лампы, так как за это время межэлектродное пространство в лампе не успевает достигнуть необходимой степени ионизации. Поэтому параллельно контактам стартера

менений направлений переменного тока (50 Гц), а глубина колебаний определяется разностью между максимальным и минимальным значениями светового потока. У ламп белого света глубина колебаний составляет 35%, а у ламп дневного света достигает 65%. Это намного больше, чем у ламп накаливания (5 – 15%).

Переменный ток в лампе меняет направление 100 раз в секунду, т. е. 100 раз в секунду лампа зажигается и гаснет. Поэтому в течение каждого полупериода переменного тока, равного 0,01 сек, ток и световой поток изменяются во времени, достигая сначала максимума, а затем спадая до нуля. Благодаря зрительной инерции органов зрения человек не замечает пульсаций света с частотой его изменений 100 раз в секунду.

Колебания светового потока, незаметные для глаза при наблюдении неподвижных предметов, становятся заметными при наблюдении за движущимися предметами. При глубоких колебаниях изображение предмета на сетчатке глаза не только появляется и исчезает (или плохо просматривается) 100 раз в секунду, но одновременно и перемещается с одного элемента сетчатки на другие. Поэтому движение предмета воспринимается глазом как прерывистое, а при некоторой скорости вращения предмета может создаться иллюзия, что он вращается в противоположную сторону или находится в покое. Это явление носит название стробоскопического эффекта.

Наличие стробоскопического эффекта, т. е. искажения зрительного восприятия от движущихся и вращающихся предметов, недопустимо в цехах машиностроительных заводов и нежелательно во всех других случаях. Для снижения глубины колебаний светового потока люминесцентных ламп используют специальные схемы их включения:

- соседние лампы включают в разные фазы трехфазной электрической сети;
- применяют специальные двухламповые схемы с искусственным сдвигом фаз при помощи конденсатора, включенного в цепь одной из пары ламп.

Люминесцентные лампы, благодаря экономичности и свойству создавать рассеянный свет, являются идеальными для освещения больших площадей. Однако качество освещения и продолжительность срока службы люминесцентной лампы зависят от устройства, обеспечивающего её зажигание и поддержание рабочего режима. Традиционно электропитание ламп производится током сетевой частоты 50 Гц от электромагнитных пускорегулирующих аппаратов (ЭПРА).

Электромагнитные ПРА из-за своих известных недостатков (мерцающего света, нестабильности освещённости при колебаниях напряжения сети, повышенного уровня шума, низкого коэффициента мощности, отсутствия возможности управления светом) не позволяют в полной мере раскрыть все возможности освещения с использованием люминесцентных ламп. Устранить эти недостатки и получить дополнительные возможности энергосбережения позволяют *электронные пускорегулирующие аппараты (ЭПРА), или электронные балласты (рис.1.3).*

Электронные пускорегулирующие аппараты (ЭПРА) представляют собой электронные устройства, используемые для поджига и обеспечения оптимальной работы газоразрядных ламп в бесстартерных схемах включения (рис.1.3). В настоящее время ЭПРА находят все более широкое применение для питания различных типов ламп. С развитием элементной базы ЭПРА становятся все компактнее, надежнее, дешевле и легче, позволяют осуществлять регулировку светового потока, могут работать с несколькими типами ламп, различая их автоматически при включении.



Рис. 1.3. Электронный пускорегулирующий аппарат.

По сравнению со стандартными электромагнитными аппаратами ЭПРА обладают определёнными преимуществами. При равной мощности ЭПРА значительно легче, чем аналогичный электромагнитный балласт. Рабочая частота ЭПРА лежит в диапазоне 25-45 кГц, что делает его работу бесшумной. При использовании ламп с ЭПРА устраняется их мигание при включении. Благодаря оптимальному режиму зажигания, который обеспечивается ЭПРА любой модификации, существенно увеличивается срок службы ламп, а также значительно снижается спад светового потока в течение всего срока службы.

При наличии ЭПРА экономия электроэнергии достигает до 25% в случае стандартного включения. Значительная экономия электроэнергии достигается при использовании системы, автоматически регулирующей световой поток в зависимости от уровня освещенности. При использовании ламп с ЭПРА устраняется стробоскопический эффект и обеспечивается стабильный световой поток при пульсациях напряжения питания, устраняя тем самым эффект усталости глаз при работе за компьютером. Наличие ЭПРА позволяет эксплуатировать лампы при более низких температурах. При выходе из строя лампы ЭПРА автоматически отключается.

Электронные балласты являются более дорогими по сравнению с электромагнитными ПРА устройствами, однако начальные затраты компенсируются их высокой экономичностью.

К *ртутным лампам высокого давления* относятся лампы с исправленной цветностью, металлогенные лампы и др.

Дуговые ртутные лампы типа ДРЛ высокого давления с исправленной цветностью состоят из покрытой люминофором стеклянной колбы, внутри которой находится кварцевая газоразрядная трубка, наполненная ртутными парами.

Достоинства *ламп ДРЛ* являются: высокая световая отдача (до 55 лм/Вт), большой срок службы (до 10 тыс. ч), компактность, устойчивость к условиям окружающей среды (кроме очень низких температур).

К недостаткам ламп ДРЛ относятся: преобладание в спектре излучения синей – зеленой части, ведущее к неудовлетворительной цветопередаче, что исключает применение ламп в тех случаях, когда:

- объектами различения являются лица людей или окрашенные поверхности;
- возможность работы только на переменном токе;
- необходимость включения через балластный дроссель;
- длительность разгорания при включении (примерно 7 мин) и возможность повторного зажигания даже после очень кратковременного перерыва питания только после остывания лампы (примерно 10 мин);
- большие, чем у люминесцентных ламп, пульсации светового потока;
- значительное снижение светового потока к концу срока службы.

Лампы ДРИ.

ДРИ – дуговые ртутные металлогалогенные лампы с излучающими добавками (рис.1.4). По конструкции лампа ДРИ схожа с ДРЛ, разница состоит в составе газовой смеси, заполняющей горелку лампы. В нее, помимо ртути и смеси инертных газов, в строгой дозировке вводятся специальные добавки, в качестве которых выступают галогениды индия, натрия, таллия и некоторых других металлов.

Излучающие добавки позволяют существенно увеличить световую отдачу ртутной лампы – до 70 – 90 люмен на ватт и даже выше, против 45 – 60 лм/Вт у ДРЛ. При этом улучшается и цветность излучения. Срок службы металлогалогенных ламп составляет 8 – 10 тысяч часов.

Как и в других газоразрядных лампах, источником света служит плазма электрического дугового разряда, который протекает при высоком давлении внутри герметичной горелки. Инертный газ, заполняющий горелку, играет буферную роль, то есть обеспечивает зажигание дуги – протекание через нее тока в холодном состоянии, когда ртуть и галогениды еще находятся в твердой или жидкой фазе. По мере разогрева лампы, переходящие в пары ртуть и добавки ионизируются и начинают излучать в видимом диапазоне.



Рис.1.4. Газоразрядная металлогалогенная лампа.

Излучающие добавки подбираются таким образом, чтобы заполнить провалы в спектре излучения ртути и выровнять его. Для этого необходимо добавить туда красную и желтую составляющую, которые как раз и присутствуют в спектре излучения натрия и других металлов. Поэтому лампа ДРИ не содержит люминесцентного покрытия колбы – весь достаточно равномерный диапазон световых волн излучается только дугой.

Отсутствие покрытия и возможность изготовления более компактной горелки шаровой формы привели к тому, что металлогалогенные лампы приобрели значение как мощные точечные источники света. Некоторые варианты ДРИ выпускаются в малогабаритном софитовом исполнении. Другие, более распространенные, снабжаются стандартными цоколями.

Металлогалогенные лампы требуют для питания от сети подключения через пускорегулирующие аппараты (ПРА), а также использования для инициализации разряда импульсного зажигающего устройства (ИЗУ). Поэтому их схема включения отличается от ламп ДРЛ, для которых благодаря наличию поджигающих электродов в ИЗУ нет необходимости (рис.1.5 и рис.1.6).

В качестве ПРА большинство металлогалогенных ламп допускает использование серийных дросселей для ламп ДРЛ, некоторые также работают с дуговыми натриевыми трубчатыми лампами. Однако процесс прогрева ламп ДРИ отличается от процесса пуска других газоразрядных ламп, поэтому использование не вполне подходящих ПРА может привести к быстрому износу электродов и испарению излучающих добавок, что существенно снизит срок эксплуатации лампы. Существуют ПРА, представляющие собой повышающие автотрансформаторы.

В схемах включения газоразрядных ламп на входе электрической цепи подключаются конденсаторы. Это позволяет компенсировать реактивную мощность, а также снизить электрические помехи.

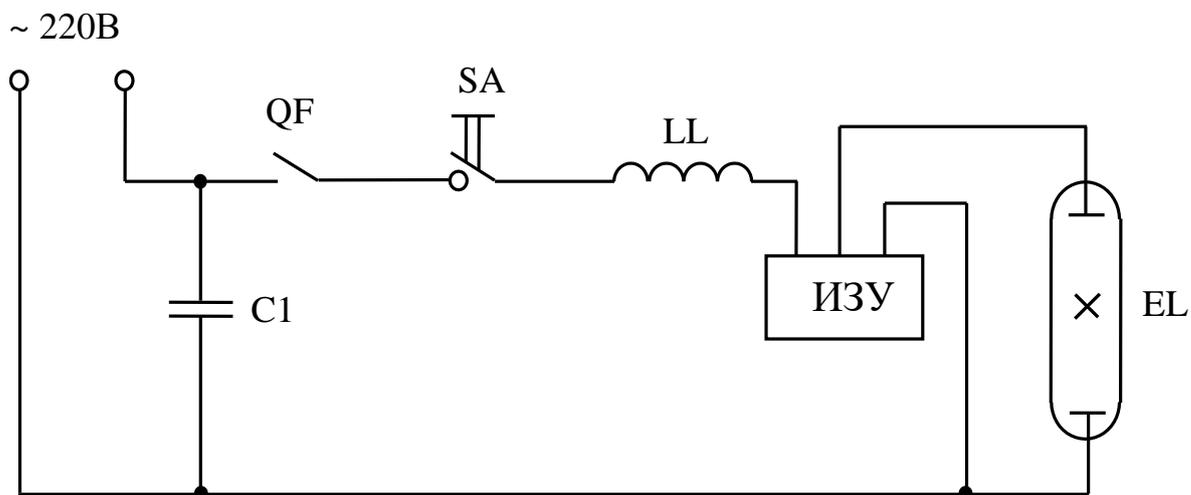


Рис. 1.5. Схема включения лампы ДРИ с помощью трехконтактного ИЗУ.

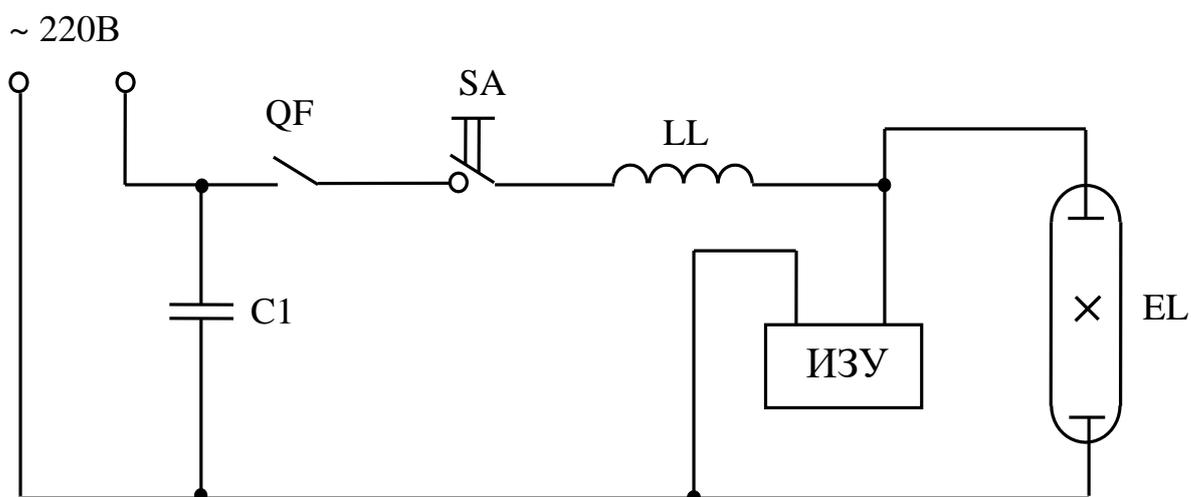


Рис. 1.6. Схема включения лампы ДРИ с помощью двухконтактного ИЗУ.

Маркировка ламп ДРИ включает цифровой индекс, который указывает на цвет их свечения. Дело в том, что, комбинируя состав излучающих добавок, можно добиться не только белого цвета достаточно хорошей чистоты, но и окрашенного или даже практически монохромного излучения. Это существенно расширяет сферу применения металлогалогенных ламп.

Светильники ДРИ с лампами белого цвета свечения используют там, где необходимо получить качественное освещение с хорошей цветопередачей на больших территориях. Основные сферы применения – это освещение парков, транспортных магистралей, площадей и других открытых территорий, архитектурное освещение зданий и памятников, освещение выставочных, демонстрационных и торговых залов, в декоративной подсветке больших площадей и в архитектурном освещении.

К достоинствам ламп ДРИ можно отнести: большой ассортимент, великолепная цветопередача, большая светоотдача, малые эксплуатационные затраты, экономичность.

К недостаткам: наблюдается стробоскопический эффект, сложности утилизации из-за наличия ртути, высокая цена, не всегда возможно зажечь «горячую лампу», запрещено использование в светильниках открытого типа, температура внешней колбы превышает 200 °С.

4. Светодиодные лампы

Светодиодные лампы в качестве источника света используют светодиоды и применяются для бытового, промышленного и уличного освещения. Светодиодная лампа является одним из самых экологически чистых источников света. Они не используют веществ, содержащих ртуть, поэтому не представляют опасности в случае выхода из строя или разрушения. Различают законченные устройства – светильники и элементы для светильников – сменные лампы.

Светодиодные лампы ДРЛ не имеют ничего общего с «классическими» ни по конструкции, ни по принципу действия. Аббревиатура представляет собой аллитерацию английского сокращения DRL от Daytime Running Light, «лампы дневного света».

Применение светодиодных светильников в освещении улиц дает ощутимый экономический эффект уже на третий год их эксплуатации, и это с учетом средств, потраченных на переоснащение уличных фонарей. Светодиодные лампы не расходуют энергию на нагрев и поэтому имеют предельно высокий КПД, недостижимый ни в одном другом источнике света (до 95%). Кроме того, светодиоды дают направленный световой пучок без применения дополнительных технических приемов и имеют срок службы не менее ста тысяч часов.

Схемы включения светодиодных ламп аналогичны схемам включения ламп накаливания (рис.1.7, рис. 1.8, рис.1.9).

5. Подключение ламп с цоколем G5.3

Источники света можно классифицировать и по типу цоколя. Цоколь – элемент необходимый для крепления лампы в патроне и подведения к ней электрического тока. Наибольшее применение нашли лампы с резьбовым и штырьковым цоколем. Резьбовой цоколь обозначается буквой E (цоколь Эдисона) – E14, E27, E40 и др. Цифра в обозначении соответствует наружному диаметру в миллиметрах. Штырьковый цоколь обозначается буквой G – G5.3, G53. Цифра после буквы указывает на расстояние в миллиметрах между штырьками.

Лампы с цоколем G5.3 (рис. 1.7) используются в точечных светильниках и могут быть как галогенными, так и светодиодными, и рассчитаны на напряжение питания 220 В и 12 В. Схемы включения ламп на напряжение 220 В точно такие же как и для включения обычных ламп накаливания (рис.1.7, рис. 1.8, рис.1.9).



Рис. 1.7. Светодиодная лампа с цоколем G5.3.

К основным преимуществам использования ламп, рассчитанных на 220 В относятся:

- простая схема подключения;
- отсутствие ограничений по длине цепи, точечные светильники одной группы могут располагаться на любом расстоянии друг от друга без потери эффективности освещения;
- низкие токи в цепи с напряжением 220 В позволяют использовать в проводке кабель меньшего сечения, чем в сетях 12 В.

К недостаткам можно отнести:

- высокое напряжение источник повышенной опасности, требует квалификации при монтаже и особой осторожности при обслуживании и эксплуатации;
- без дополнительных защитных устройств, лампы подвержены более быстрому разрушению, чем 12В.

Для подключения к сети ламп, рассчитанных на 12 В, необходим понижающий трансформатор.

К основным характеристикам трансформаторов для точечных светильников относятся: выходное напряжение – 12 В, номинальная мощность, выходной ток.

Номинальная мощность трансформатора выбирается исходя из суммарной мощности подключаемых к нему светильников, следующий по номиналу:

$$P_{\text{тр}} = P_{\text{св}} \cdot N,$$

где $P_{\text{св}}$ – мощность одного источника света, Вт;

N – количество источников света, шт.

Трансформаторы для точечных светильников на 12 В выпускаются стандартных мощностей это: 60 Вт, 70 Вт, 105 Вт, 150 Вт, 210 Вт, 250 Вт, 400 Вт.

Очень важная характеристика трансформатора для точечных светильников – это выходной ток. Малое напряжение предполагает высокий ток, который соответственно вызывает падение напряжения в проводах и, если их неправильно подобрать, возможны очень неприятные последствия. Ниже представлена Таблица 1.1 выбора сечения кабеля для точечных светильников 12 В в зависимости от его длины.

Чтобы свечение было равномерное у всех точечных светильников на 12 В, запитанных от одного трансформатора, при параллельном подключении длины всех проводов должны быть равны. Даже если один точечный светильник расположен совсем близко к трансформатору, а два других дальше, все равно длины всех проводов, идущих от трансформатора к точечному светильнику 12 В должны быть равны.

Таблица 1.1. Выбор сечения кабеля в зависимости от его длины

Ток, А	Длина кабеля, м					
	Сечение кабеля 0,75 мм ²	Сечение кабеля 1 мм ²	Сечение кабеля 1,5 мм ²	Сечение кабеля 2,5 мм ²	Сечение кабеля 4 мм ²	Сечение кабеля 6 мм ²
1	34	45	68	114	182	274
2	17	22	34	57	91	137
4	8,5	11	17	28	45	68
6	4,2	7,4	11	18	29	44
8	2,1	5,7	8,5	14	22	34
10	-	4,5	6,8	11,4	18	27
15	-	-	4,2	7,4	11,4	17,1
20	-	-	3,1	5,7	9,1	13,7
25	-	-	-	4,5	7,3	11
30	-	-	-	3,7	6	9

Если же, допустим, расстояние оказывается большим, чем минимально возможное из таблицы, то необходимо брать провод большего сечения.

Схема параллельного подключения точечных светильников на 12 В представлена на рис.1.8.

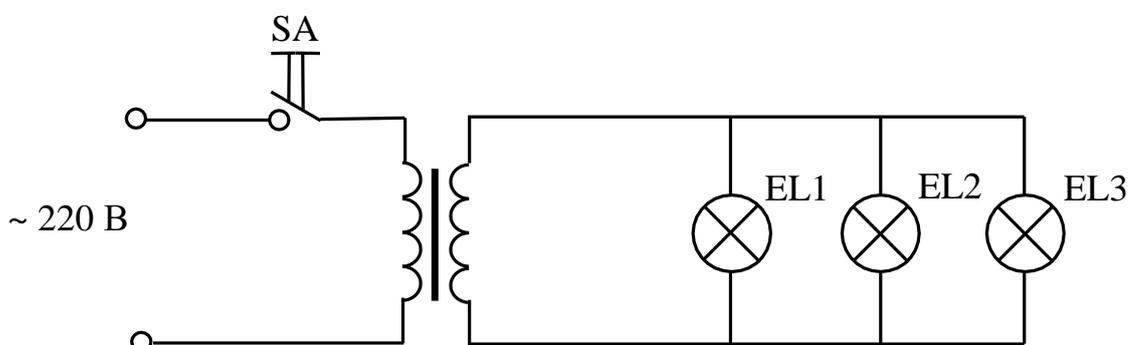


Рис.1.8

Самый оптимальный вариант подключения точечных светильников на 12 В, это когда на каждую точку стоит свой понижающий трансформатор. Отпадает проблема с расчетом длин и сечений проводов, а главное при выходе из строя одного трансформатора, остальные лампы группы продолжают гореть.

5. Программа работы

1. Собрать принципиальную электрическую схему включения ламп накаливания с использованием одноклавишного выключателя SA (рис.1.9). Проверить ее работу.

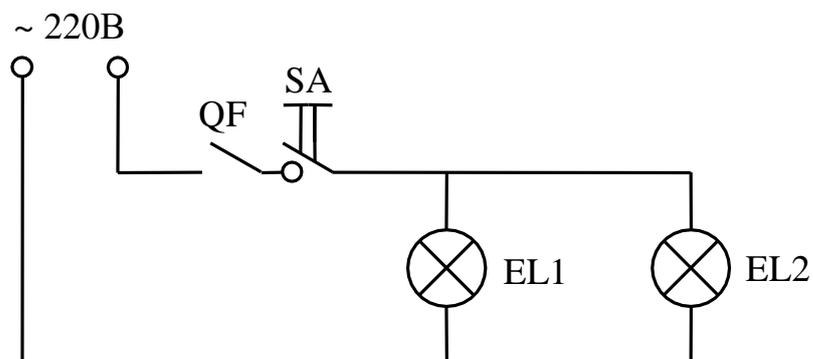


Рис. 1.9. Схемы включения ламп накаливания одноклавишным выключателем.

2. Собрать принципиальную электрическую схему включения ламп накаливания с использованием двухклавишного выключателя *SA* (рис.1.10). Проверить ее работу.

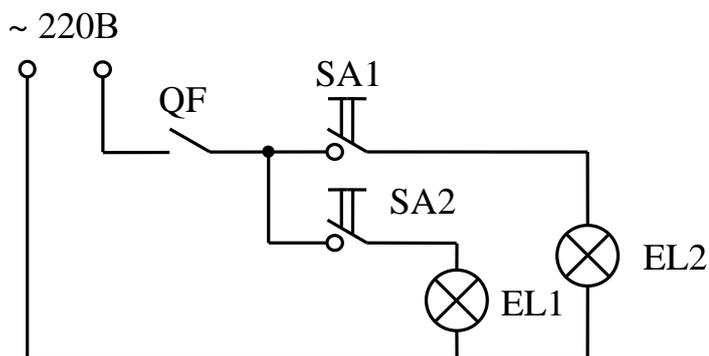


Рис. 1.10. Схема включения ламп накаливания двухклавишным выключателем.

3. Собрать принципиальную электрическую схему включения лампы накаливания с использованием проходных выключателей *SA1* и *SA2* (рис.1.11). Проверить ее работу.

Проходной выключатель внешне выглядит как типичный одноклавишный выключатель. При обоих положениях клавиши данное устройство не выполняет разрыв электрической цепи, а производит переключение с одного контакта на другой. При нажатии на клавишу любого переключателя включается или выключается освещение, не зависимо от положения второго выключателя. Т.е., если цепь разомкнута, то нажатие на клавишу любого из переключателей замкнет цепь, а второе переключение на том же или на втором выключателе разомкнет.

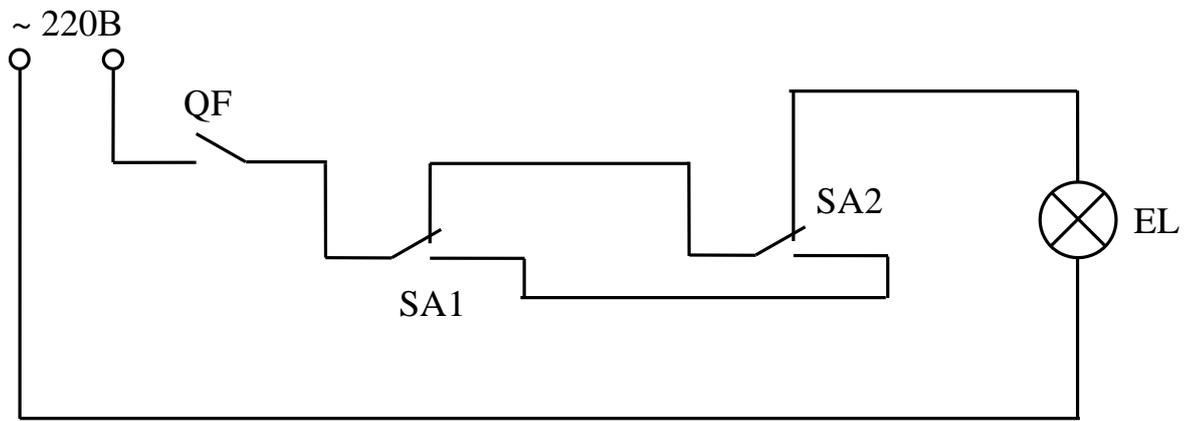


Рис. 1.11. Схема включения лампы проходным выключателем.

4. Собрать принципиальную электрическую схему включения лампы накаливания с использованием регулятора освещения (диммера) *RP* (рис.1.12). Проверить ее работу.

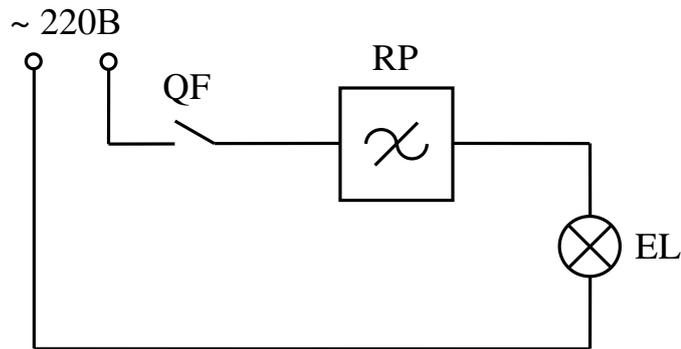


Рис. 1.12. Регулирование интенсивности освещения.

5. Собрать принципиальные электрические схемы включения люминесцентной лампы с использованием электромагнитного и электронного пускорегулирующих устройств. Проверить их работу. Сделать выводы.

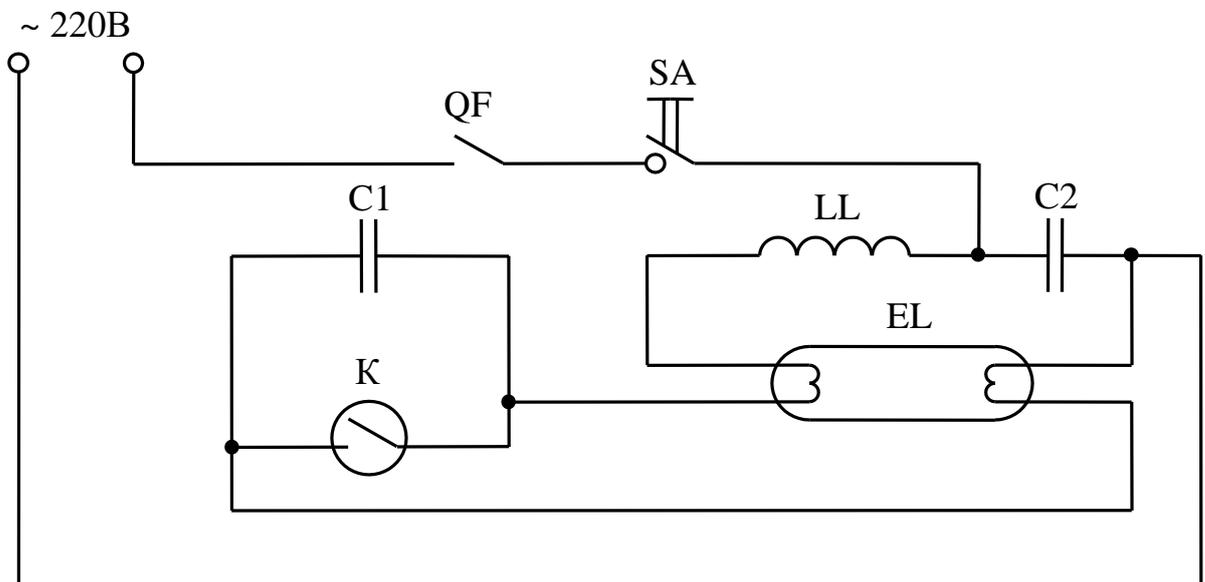


Рис. 1.13. Схема включения люминесцентной лампы по стартерной схеме зажигания.

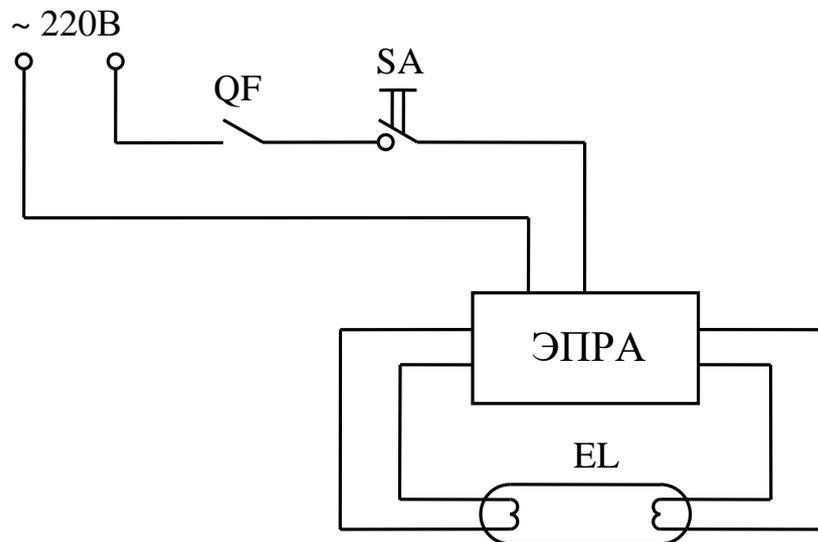


Рис. 1.14. Схема включения люминесцентной лампы по бесстартерной схеме зажигания.

6. Исследовать характеристики люминесцентной лампы.

В работе исследуются стартерная схема включения лампы. Исследование производится по схеме, представленной на рис. 1.15.

Порядок проведения эксперимента:

6.1. Подготовить стенд к работе от сети: вывести регулятор автотрансформатора $T1$ в положение, соответствующее минимальному выходному напряжению, убедиться, что остальные аппараты, неиспользуемые в работе не попадут под напряжение при включении стенда.

6.2. Выполнить монтаж схемы.

6.3. После проверки схемы преподавателем запитать стенд от сети и подать в схему напряжение.

6.4. Проверить работу схемы.

6.5. Плавно увеличивая подводимое напряжение с помощью автотрансформатора $T1$, определить напряжение устойчивого включения лампы, а также ток розжига лампы и его величину в рабочем режиме. Эксперимент повторяют несколько раз. Данные занести в табл. 1.1.

6.6. Плавно понижая напряжение, определить величину напряжения гашения лампы. Опыт повторяют несколько раз.

6.7. Вновь плавно понижая напряжение от номинального, снять значения рабочего тока лампы в режиме свечения в нескольких фиксированных точках.

6.8. По данным эксперимента рассчитать средние значения искомых величин $U_{\text{розж}}$, $I_{\text{розж}}$, $U_{\text{гаш}}$, $U_{\text{раб}}$, $I_{\text{раб}}$ и сравнить опытные данные для номинального режима с паспортными.

Таблица 1.1. Экспериментальные данные

№ опыта	1	2	3	4	5	Среднее значение
Опыт розжига лампы						
$U_{\text{розж}}, \text{В}$						
$I_{\text{розж}}, \text{мА}$						
Опыт гашения лампы						
$U_{\text{гаш}}, \text{В}$						
Зависимость $I_{\text{раб}} = f(U_{\text{раб}})$						
$U_{\text{раб}}, \text{В}$						
$I_{\text{раб}}, \text{мА}$						

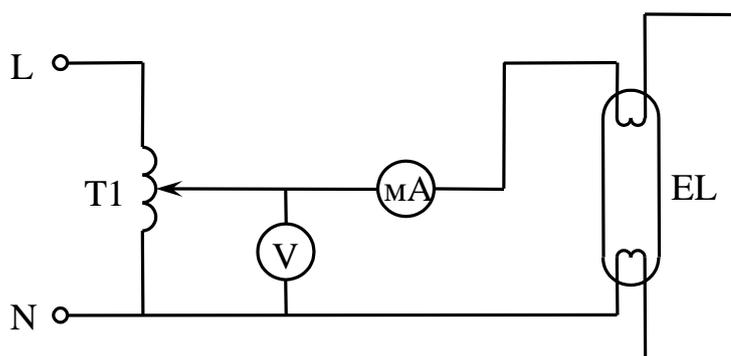


Рис. 1.15

7. Выполнить монтаж схемы освещения, используя автоматический выключатель, УЗО, светильники

6. Содержание отчета

- 5.1. Цель работы.
- 5.2. Краткие теоретические сведения.
- 5.3. Схемы включения электрических ламп.
- 5.4. Таблица со значениями экспериментов.
- 5.5. График зависимости $I_{\text{раб}} = f(U_{\text{раб}})$.
- 5.6. Выводы о проделанной работе.

7. Контрольные вопросы

- 6.1. Виды освещения.
- 6.2. Лампы накаливания. Способы повышения продолжительности работы.
- 6.3. Преимущества люминесцентных ламп над лампами накаливания.
- 6.4. Принцип работы люминесцентной лампы.

- 6.5. Какие существуют схемы включения люминесцентных ламп?
- 6.6. Назначение пускорегулирующей аппаратуры?
- 6.7. Функции стартера.
- 6.8. Функции дросселя.
- 6.9. Назначение конденсаторов в цепи включения газоразрядных ламп.
- 6.10. Существующие неисправности люминесцентных ламп и способы их устранения.
- 6.11. Недостатки люминесцентных ламп.
- 6.12. Работа стартерной схемы зажигания люминесцентной лампы.
- 6.13. Влияние стробоскопического эффекта.
- 6.14. Достоинства и недостатки ламп ДРЛ.
- 6.15. Отличие схем включения ламп с цоколем G5.3, рассчитанных на напряжение 220 В и 12 В.
- 6.16. Признаки классификации ламп.

8. Список литературы

1. Александров К.К., Кузьмина Е.Г. Электротехнические чертежи и схемы. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 300с., ил.
2. Куценко Г.Ф. Монтаж, эксплуатация и ремонт электроустановок: Практикум. учебное пособие. – Минск: Дизайн ПРО, 2003. – 240с.: ил.
3. Москаленко В. В. Справочник электромонтера. – М.: Академия, 2004. – 288с.: ил.
4. Правила устройства электроустановок ПУЭ. – 7-е изд. – М.: НЦ ЭНАС, 1999. – 79с.
5. Сибикин Ю.Д. Справочник электромонтажника: учебное пособие – М.: Academia, 2003. – 336с.: ил.

Основные технические данные ламп накаливания

Тип	Номинальная мощность, Вт	Световой поток, лм	Тип	Номинальная мощность, Вт	Световой поток, лм
В	15	105	Г	200	2920
	25	220		300	4610
	40	415		500	8300
Б	40	415		750	13100
	60	715		1000	18600
	75	950		МО12-15	15
	100	1350	МО12-60	60	1000
БК	40	1020	МО24-60	60	950
	60	460	МО24-100	100	1740
	75	790	МО36-60	60	760
	100	1450	МО36-100	100	1590

Примечание 1 – В, Б, Г – лампы общего назначения; БК – лампы криптоновые общего назначения; МО – местного освещения; МН – миниатюрные лампы.

2. Напряжение ламп составляет 220В. Напряжение ламп типа МО обозначено первыми двумя цифрами после букв и составляет 12 – 36В.

Основные технические данные люминесцентных ламп

Мощность, Вт	Напряжение, В	Сила тока, А	Длина лампы между электродами, мм	Диаметр лампы, мм	Световой поток, лм				
					ЛДЦ	ЛД	ЛХБ	ЛТБ	ЛБ
15	54	0,33	437,4	27	500	590	675	700	760
20	57	0,37	589,8	40	820	920	935	975	1180
30	104	0,36	894,6	27	1450	1040	1720	1720	2100
40	103	0,43	1199,4	40	2100	2340	2600	2580	3000
60	ПО	0,67	1500	40	3050	3570	3820	3980	4550
80	102	0,865	1500	40	3560	4070	4440	4440	5220