

Практическая работа

Тема: Монтаж светильника люминесцентной лампы

Цель работы: Ознакомиться с конструкцией и принципом действия люминесцентных ламп (ЛЛ). Изучить схемы включения ЛЛ в сеть. Выяснить предназначение каждого элемента в схеме включения ЛЛ.

Задание к работе

1. Изучить конструкцию и принцип действия люминесцентных ламп.
2. Изучить схемы включения ЛЛ и способы монтажа светильников с ЛЛ.
3. Произвести монтаж схемы включения люминесцентных ламп.
4. Измерить и рассчитать параметры схемы, содержащей ЛЛ.

Общие сведения

Люминесцентная лампа – это длинная стеклянная трубка (колба) 1, внутренняя поверхность которой покрыта слоем люминофора 2 (рис. 1.1) [1, 2, 7]. В герметически закрытых торцах колбы на молибденовых электродах 3, прикрепленных к стеклянной ножке 5, смонтирована вольфрамовая оксидированная моноспираль 6. К электродам 4 спирали 6 припаяны штырьки 8, изолированные от цоколя лампы 7 специальной мастикой.

Лампа заполнена аргоном и небольшим количеством ртути. Электрический разряд в такой лампе начинается в атмосфере инертного газа, а затем, по мере испарения ртути, продолжается в ее парах. Преобразование электрической энергии в световое излучение в люминесцентных лампах имеет две фазы: электрический разряд в парах ртути сопровождается коротковолновым ультрафиолетовым излучением (первая фаза); возникающая ультрафиолетовая радиация, воздействуя на люминофор, вызывает его фотолюминесценцию (вторая фаза). Таким образом, люминофор преобразует ультрафиолетовое излучение в видимое. Спектр излучения лампы зависит от химического состава люминофора.

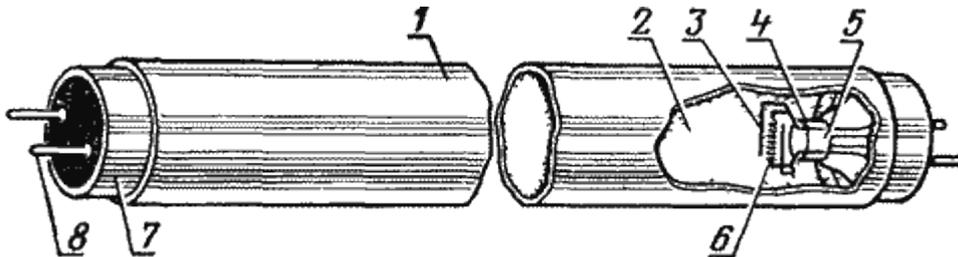


Рис. 1. Устройство люминесцентной лампы:

1 – стеклянная трубка (колба); 2 – люминофор; 3 – проволочные экраны; 4 – электроды; 5 – ножка; 6 – оксидированная моноспираль; 7 – цоколь; 8 – ножки-штырьки

В зависимости от цветности и назначения люминесцентные лампы отечественного производства имеют соответствующую маркировку: ЛД – лампа дневного света, ЛБ – лампа белого света, ЛХБ – лампа холодно-белого света, ЛТБ – лампа тепло-белого света, ЛДЦ – лампа улучшенной цветопередачи, ЛФ – лампа с высокой фотосинтетической эффективностью. Цифры в маркировке лампы, например ЛТБ - 80, означают потребляемую мощность в ваттах.

Мощность выпускаемых люминесцентных ламп составляет: 15, 20, 30, 40, 65 и 80 Вт. Средняя продолжительность горения всех типов ламп не менее 10 тыс. часов при оптимальных условиях: $t = 18 \dots 25 \text{ }^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 70 %.

Для разогрева электродов люминесцентной лампы и облегчения её зажигания в схеме включения часто применяют стартер. Стартер (рис. 7.2) представляет собой миниатюрную газоразрядную лампу 3 с биметаллическими (одним или двумя) электродами 1 и 2, заполненную смесью 60 % аргона, 28,8 % неона и 11,2 % гелия.

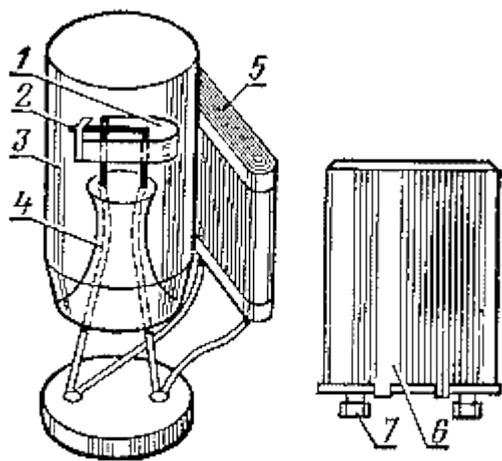


Рис. 2. Устройство стартера тлеющего разряда:

1, 2 - биметаллические электроды; 3 - газоразрядная лампа; 4 - токоподводы; 5 - конденсатор; 6 - металлический корпус; 7 - контактные электроды

Стеклоная колба лампы стартера помещена в металлический корпус цилиндрической формы 6. Напряжение зажигания газоразрядной 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 7.

Схемы включения газоразрядных ламп

Схемы включения газоразрядных ламп могут быть стартерными и бесстартерными [1, 2].

Стартерная схема включения трубчатой люминесцентной лампы низкого давления показана на рис. 3.

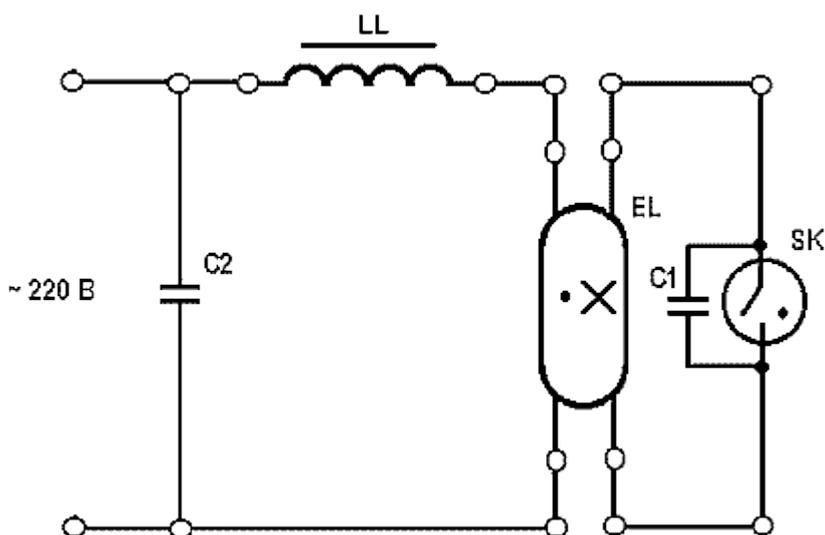


Рис. 3. Стартерная схема включения люминесцентной лампы

При подаче напряжения на схему ток через лампу EL не течет, так как газовый промежуток является изолятором и для его пробоя нужно напряжение, превышающее напряжение сети. В стартере SK при этом возникает тлеющий разряд, сопровождающийся протеканием тока (20...50 мкА) в электрической цепи (дроссель LL, нить накала электродов люминесцентной лампы EL, стартер SK). Биметаллические электроды стартера SK разогреваются, изгибаются, накоротко замыкаются друг с другом и замыкают цепь накала электродов люминесцентной лампы EL через

дроссель LL 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, размыкают цепи накала электродов люминесцентной лампы. В момент разрыва цепи возникает электродвижущая сила самоиндукции в дросселе LL, величина которой пропорциональна индукции дросселя и скорости изменения тока в момент разрыва цепи. Образовавшийся за счет э.д.с. самоиндукции импульс повышенного напряжения (700...1000 В) прикладывается к электродам лампы. Происходит пробой и лампа начинает светиться. К стартеру же, включенному параллельно лампе, прикладывается приблизительно половина напряжения сети, которого недостаточно для повторного пробоя его газоразрядной лампы, и поэтому она больше не зажигается. Если лампа не зажглась, зажигание автоматически повторяется.

Дроссель (катушка с железным сердечником) служит также и для ограничения тока в лампе, обеспечивая её стабильную работу. Для уменьшения радиопомех в цепь стартера включен конденсатор С1. Пускорегулирующие аппараты (ПРА) в схеме ламп расходуют около 30% их номинальной мощности.

В схеме используется конденсатор С2, который компенсирует реактивную мощность, создаваемую дросселем и тем самым увеличивает коэффициент мощности светильника с ЛЛ до 0,9...0,95.

Общий недостаток газоразрядных источников света заключается в том, что световой поток их пульсирует с частотой равной 100 Гц. Глаз не в состоянии уловить непрерывное мелькание света благодаря зрительной инерции. Однако при освещении пульсирующим светом вращающихся и движущихся предметов может возникнуть стробоскопический эффект, который заключается в появлении ложного представления неподвижности, обратного направления вращения или множественности движущихся предметов. Это очень опасно в производственных условиях.

В стартерных (одноламповых) схемах включения применяют дроссели типа 1УБК и 1УБИ (рис. 4, а).

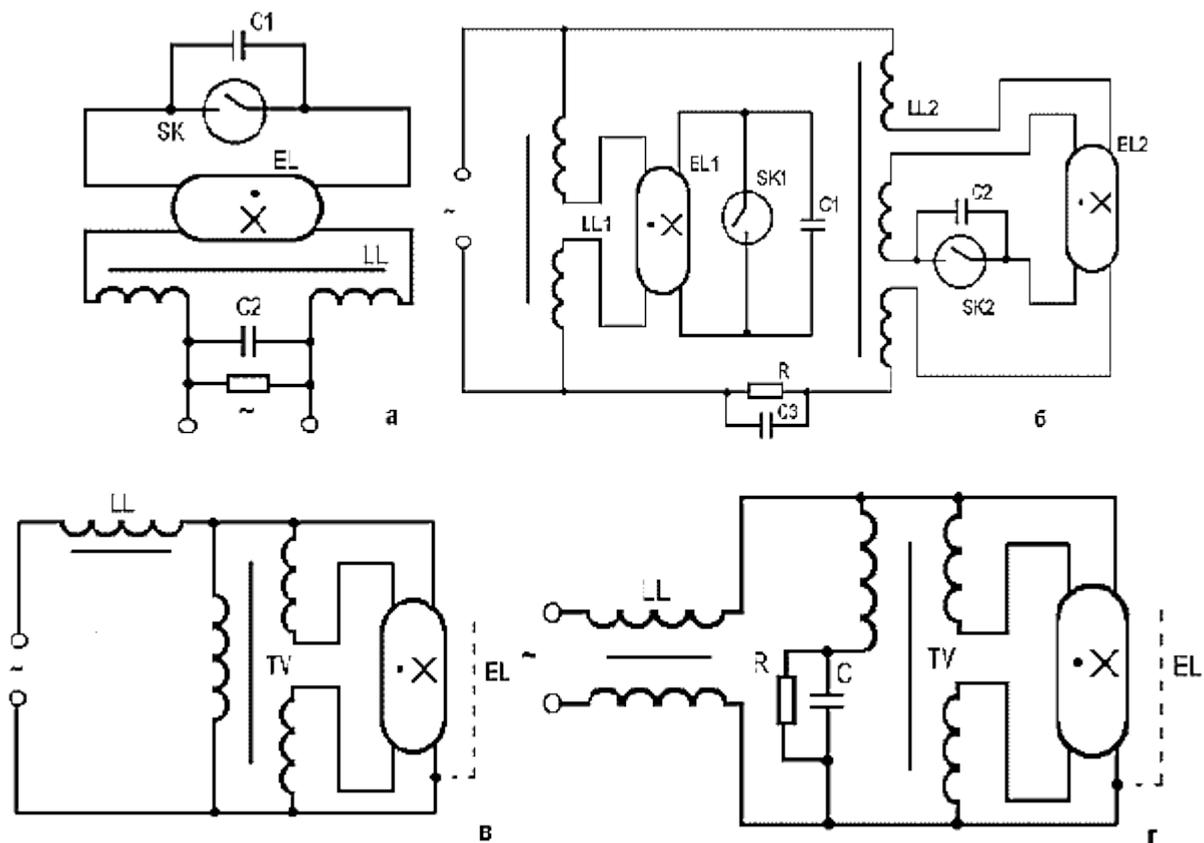


Рис. 4. Схемы включения люминесцентных ламп:
а – одноламповой с ПРА типа 1 УБИ и 1 УБК;
б – двухламповой стартерной с ПРА типа 2 УБК;
в – одноламповой бесстартерной с ПРА типа 1 АБИ;
г – одноламповой бесстартерной с ПРА типа 1 АБК.

Для устранения стробоскопического эффекта газоразрядные лампы включают по двухламповой схеме (рис. 4, б), которая обеспечивает изменение светового потока каждой из ламп со сдвигом по фазе. Вследствие этого суммарный световой поток двух ламп почти не пульсирует, что достигается включением в цепь одной из ламп конденсатора СЗ и разрядного резистора R.

Учитывая то, что стартерные схемы включения газоразрядных ламп недостаточно надежны в работе, промышленность выпускает бесстартерные схемы (рис. 4, в, г), где балластные устройства 1 АБИ и 1 АБК имеют обычный или симметрированный дроссель, накальный трансформатор TV с вторичной обмоткой, разделенной на симметричные части и проводящей проволоочки (или полоски) на лампе. Эта проволоочка (на рис.4 изображена пунктиром) облегчает зажигание лампы.

При включении люминесцентной лампы по схемам (рис. 4, в, г) на лампу одновременно подается напряжение от первичной обмотки накального трансформатора TV для зажигания и для подогрева электродов лампы от накальных обмоток.

Однако качество освещения и продолжительность срока службы люминесцентной лампы зависят от устройства, обеспечивающего ее зажигание и поддержание рабочего режима.

Способы крепления светильников

Для крепления светильников с люминесцентными лампами используют конструкции КЛ (рис. 5), в комплект которых входят коробка КЛ – 1УЗ и КЛ – 2УЗ, заглушки КЛ – 3УЗ, потолочные скобы КЛ – СПУЗ и тросовые подвесы КЛ – ПТУЗ, изготавливаемые с лакокрасочным покрытием [3, 4].

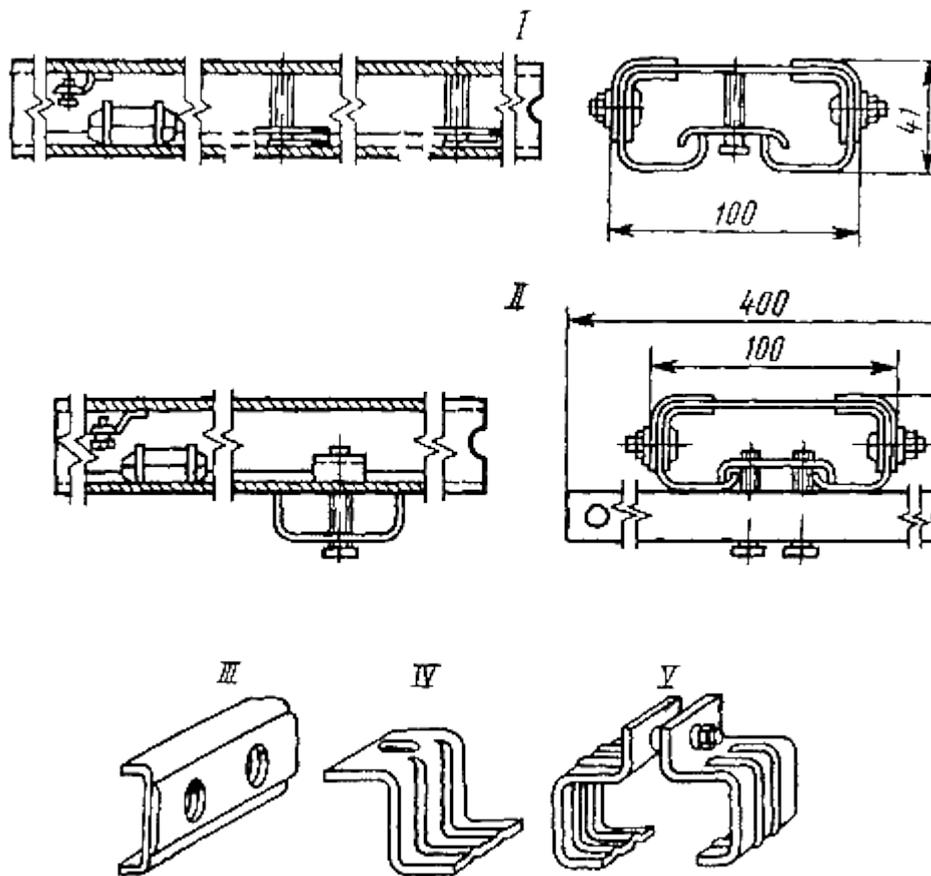


Рис. 5. Конструкции КЛ для светильников с люминесцентными лампами

Короба КЛ-1УЗ – (I) и КЛ-2УЗ – (II) служат для прокладки в них проводов электропроводки, крепятся между собой накладками и стандартными резьбовыми болтами, что обеспечивает не только надежное механическое их соединение, но и непрерывную электрическую связь заземления. В коробах КЛ-1УЗ предусмотрена однорядная подвеска светильников, а в КЛ-2УЗ – двухрядная, при этом первый тип коробов крепится на расстоянии 2 м между опорами и имеет допустимую нагрузку 700 Н, а второй тип – соответственно 1 м и 1400 Н.

Короба поставляют с ответвительными сжимами У739МУЗ для присоединения светильников к магистральным проводам (из расчета три сжима на два короба). Для осмотра или ремонта светильники опускают на двух подвесах, которые в рабочем положении складываются и заходят внутрь короба.

Заглушки КЛ-3УЗ (III) используют для закрывания торцов коробов, потолочные скобы КЛ – СПУЗ (IV) – для крепления коробов к перекрытиям с помощью болтов или дюбелей. А тросовые подвесы КЛ – ПТУЗ (V) – для подвески коробов на катанке – проволоке или тросе диаметром 8 мм.

Люминесцентные светильники 1 (рис. 6.) с помощью тросового подвеса 8 устанавливают на коробах 2, которые крепят к перекрытию 6 подвесом 4 через закладную деталь 5. Питание светильников рабочего освещения осуществляется кабелем 3, а аварийного освещения – кабелем 7.

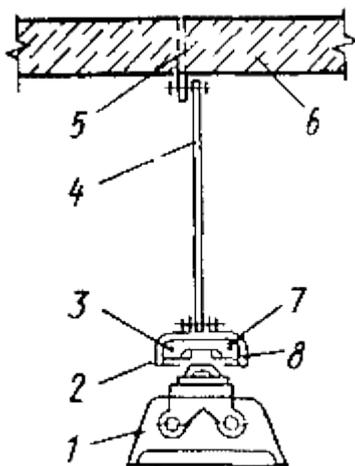


Рис. 6. Способы подвески конструкций КЛ

Светильники присоединяют к сети внутри коробов с помощью осветительных сжимов У739 без разрезания проводов. При этом коробка собирают в линию длиной 20 м из десяти двугавровых секций, что позволяет подвешивать на них 15 люминесцентных светильников при однорядном и 30 при двухрядном расположении.

Крепление светильников ЛПО с помощью дюбелей.

Для освещения жилых и общественных помещений предназначены, например, потолочные светильники типа ЛПО (табл. 1.), выпускаемые заводом «Люмсвет» (г. Москва) с одним, с двумя отражателями (крыльями) или без отражателя, с одной или двумя лампами (18 Вт, 36 Вт и 58 Вт) (рис. 7) [10].

В корпусе светильника имеется отверстие для проводки питающего провода. Стальной корпус светильника обычно крепят к потолку дюбель-гвоздями, дюбель-винтами или распорными дюбелями (см. работу №1).

Таблица 1

Технические характеристики светильников ЛПО

Наименование	Кол-во ламп	Мощность, Вт	Габаритные размеры, мм		
			Длина	Ширина	Высота
ЛПО-71-1x18-703	1	18	620	200	105
ЛПО-71-2x18-703	2	18	620	200	105
ЛПО-71-1x36-703	1	36	1227	200	105
ЛПО-71-2x36-703	2	36	1227	200	105
ЛПО-71-1x58-703	1	58	1527	200	105
ЛПО-71-2x58-703	2	58	1527	200	105
ЛПО-71-1x18-803	1	18	620	60	90
ЛПО-71-2x18-803	2	18	620	100	85
ЛПО-71-1x36-803	1	36	1227	60	90
ЛПО-71-2x36-803	2	36	1227	100	85
ЛПО-71-1x58-803	1	58	1527	60	90

ЛПО-71-2x58-803	2	58	1527	100	85
ЛПО-71-1x18-903	1	18	620	90	160
ЛПО-71-1x36-903	1	36	1227	90	160
ЛПО-71-1x58-903	1	58	1527	90	160

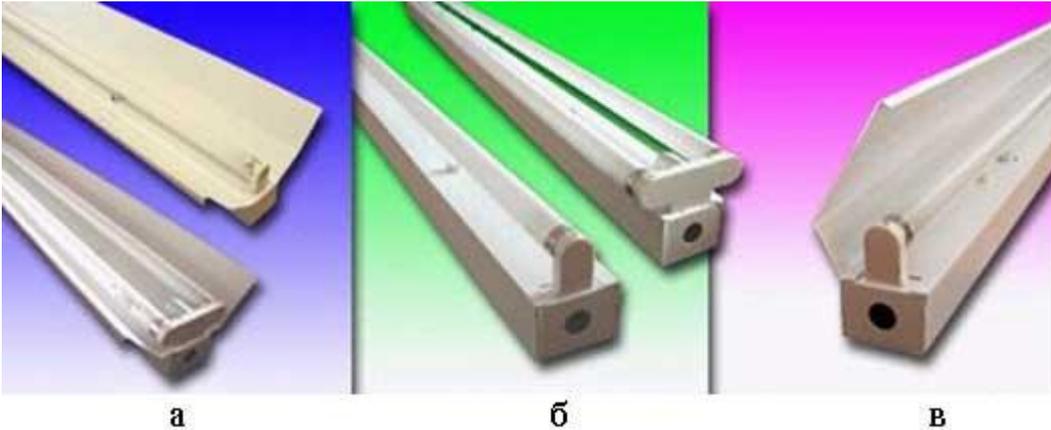


Рис. 7. Общий вид светильников ЛПО:

а – ЛПО-71-703 (с двумя крыльями); б – ЛПО-71-803 (без крыльев); в – ЛПО-71-903 (с одним крылом)

Светильники ЛВО-27 (рис. 8) типа Down Light [10] предназначены для освещения общественно-административных и жилых помещений (рис. 9). Легко устанавливается в подвесной потолок при помощи пружинных клипс. Зеркальный отражатель обеспечивает световой поток с нужным углом рассеивания. В светильнике используются компактные люминесцентные лампы или лампы накаливания. Светильники поставляются белого, черного, серебристого (алюминиевого) цветов, другие цвета – по заказу. Комплекуются электромагнитными или электронными пускорегулирующими аппаратами.



Рис. 9. Светильник ЛВО-27-190-110 под две компактные люминесцентные лампы мощностью 18 Вт



Рис. 10. Светильники направленного света серии Down Light

Завод светильников "ЛЮМСВЕТ" [10] выпускает также встраиваемые растровые светильники. Светильники могут комплектоваться любым отражателем по желанию заказчика – двойным параболическим "Парабола", "Милано", "Верона", V-образным ("Алора").

V-образный зеркальный отражатель состоит из трех центральных угловых и двух боковых зеркальных параболических алюминиевых профилей, соединенных между собой семью поперечными планками из рифленого алюминия. В комплект отражателя входит контакт заземления.

К корпусу светильника отражатель крепится при помощи металлических пружин, позволяющих легко осуществлять замену ламп и стартеров.

Встраиваемый светильник ЛВО-13-4x18-151 с V-образным отражателем (рис. 11) устанавливается в Т-профильный модульный потолок со структурой 600x600, 600x1200 мм и видимой поддерживающей системой 24 мм. Он может также устанавливаться в помещениях, где эпизодически используется небольшое количество техники. Светильники могут комплектоваться электронными балластами.



Рис. 11. Встраиваемый светильник с зеркальным V-образным отражателем (ALORA)–ЛВО-13-4x18-151

Встраиваемые в подвесные потолки Armstrong (рис. 12) светильники широко используются для освещения общественно-административных зданий.



Рис. 12. Подвесной потолок Armstrong

Порядок выполнения работы

1. Изучите элементы схем включения люминесцентных ламп, расположенных на лабораторном стенде и на рис. 13.
2. Ознакомьтесь с монтажной схемой включения люминесцентных ламп.
3. Монтажными проводами соберите схему включения ламп (рис. 13) между соответствующими зажимами на лабораторном стенде.
4. После проверки преподавателем схемы, осуществите её включение автоматическим выключателем QF.

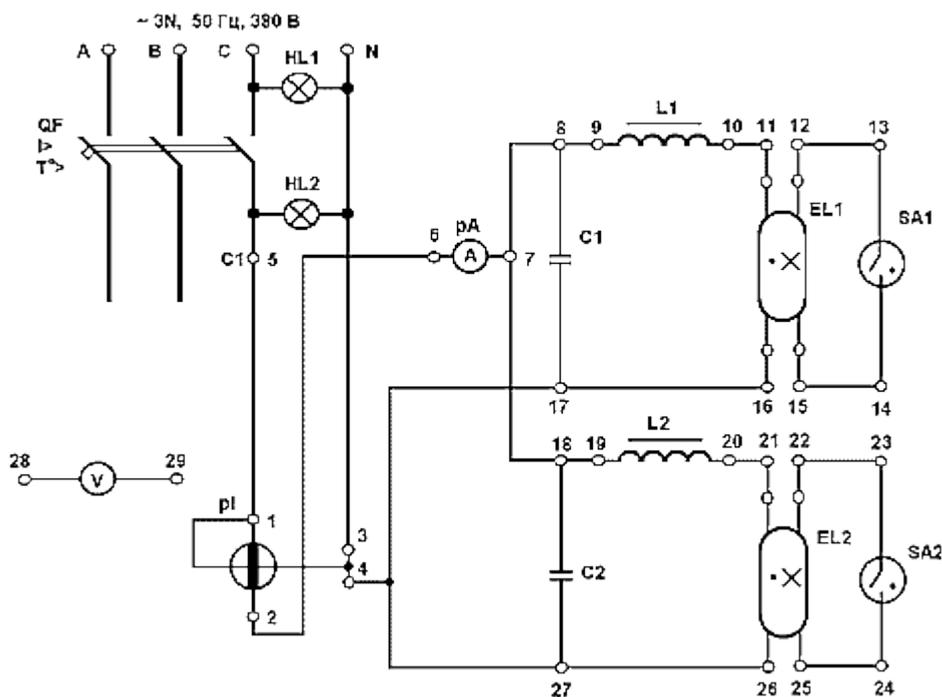


Рис. 13. Схема включения люминесцентных ламп

Измерьте вольтметром напряжение на лампах (U_{11-16} , U_{21-26}) после их загорания и определите ток.

После успешно проведенного эксперимента отключите автоматический выключатель QF. С согласия преподавателя отсоедините монтажные провода от блока зажимов стенда и сдайте их преподавателю или лаборанту.

6. Зная номинальную мощность ламп, рассчитайте коэффициент мощности светильника.

7. Для светильника, предложенного преподавателем из табл. 1, рассчитайте номинальный ток, выберите кабель (провод) для его монтажа и вычертите эскиз его крепления к конструкции, указанной преподавателем и составьте указаниями по его монтажу.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.

2. Схема на рис. 13.

3. Расчеты, по определению токов, протекающих через лампы и коэффициента мощности светильника.

4. Эскиз крепления светильника и указаниями по монтажу.

Контрольные вопросы

1. В чем принципиальные отличия газоразрядных источников света от ламп накаливания?

2. Каковы функции дросселя, стартера, конденсатора?

3. Назовите основные преимущества и недостатки люминесцентных ламп.

5. Как осуществляется предварительный нагрев электродов?

6. Какое напряжение должно быть на зажимах самой лампы, если она рассчитана для работы от сети 220 В?

7. От каких факторов зависит срок службы люминесцентной лампы?

8. Назовите основные преимущества электронных ПРА.

9. Во сколько раз индуктивность дросселя в электронной ПРА меньше, чем в ПРА стартерной схемы?

10. Опишите технологию монтажа встраиваемого светильника в подвесной потолок Armstrong.