



Министерство образования Республики Беларусь

**Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»**

Кафедра «Электроснабжение»

В. Д. Елкин, Ю. В. Гончаренко

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

ПРАКТИКУМ

**по выполнению лабораторных работ
для студентов специальности
1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)»
и 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация
энергооборудования организаций»
дневной формы обучения**

Гомель 2023

УДК 628.9(075.8)
ББК 31.294я73
Е51

*Рекомендовано научно-методическим советом
энергетического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 3 от 29.11.2022 г.)*

Рецензент: зав. каф. «Автоматизированный электропривод» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук, доц. *В. В. Тодарев*

Елкин, В. Д.
Е51 Электрическое освещение : практикум по выполнению лаборатор. работ для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» и 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» днев. формы обучения / В. Д. Елкин, Ю. В. Гончаренко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – 64 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Практикум разработан в соответствии с программой дисциплины «Электрическое освещение». Изложены теоретические сведения, представлен порядок выполнения лабораторных работ, приведены контрольные вопросы.

Для студентов специальностей 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» и 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» дневной формы обучения.

**УДК 628.9(075.8)
ББК 31.294я73**

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2023

ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ И ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Подготовка к выполнению работ

1. До выполнения лабораторной работы каждый студент должен самостоятельно изучить теоретические сведения, схему лабораторной установки по графику проведения лабораторных работ.
2. Вычертить схемы опытов и таблицы для записей их результатов.

Допуск к выполнению работы

1. Для выполнения первой лабораторной работы допускаются студенты изучившие цель, порядок выполнения работы и подготовившие схемы опытов и таблицы для записи результатов.
2. Для выполнения последующей работы студенты должны сдать преподавателю оформленный отчет по выполненной предыдущей работе и подготовиться к выполнению последующей работе по графику.

Выполнение работы

1. Перед выполнением работы необходимо распределить обязанности между членами бригады.
2. Ознакомиться со схемой лабораторной установки, приборами и аппаратами на стенде.
3. Убедившись, что лабораторная установка отключена от электрической сети, приступить к сборке схем.
4. После окончания сборки схемы необходимо тщательно проверить соединения в соответствии со схемой лабораторной установки и схемой опыта.
5. Собранную схему следует предъявить преподавателю для получения разрешения на выполнения опытов.
6. Опыты следует производить в соответствии с порядком выполнения работы, приведенным в данном пособии.
7. При включении напряжения на стенд вводным выключателем необходимо следить за показаниями электроизмерительных приборов, которые помогают своевременно обнаружить неисправность. Отсутствие показаний вольтметра или амперметра указывают на неправильное их подключение или неправильное соединение элементов схемы.

8. При выполнении опытов необходимо следить, чтобы величины измеряемых параметров не выходили за пределы их номинальных данных.

9. После окончания опытов следует отключить вводной выключатель, но электрическую цепь не разбирать пока преподаватель проверит результаты опытов.

Проверка результатов опытов

1. Результаты опытов в виде таблиц и графиков должны быть проверены преподавателем.

2. После проверки и утверждения преподавателем полученных результатов лабораторная работа считается выполненной.

Оформление и сдача отчета

1. Отчет по лабораторной работе каждый студент выполняет в соответствии со структурой утвержденной преподавателем.

2. При защите отчета по лабораторной работе студенты должны пояснить цель работы, полученные данные результатов выполнения работы, ответить на контрольные вопросы.

Лабораторная работа № 1

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАМП НАКАЛИВАНИЯ

Цель работы: определение светотехнических и электроэнергетических параметров ламп накаливания общего назначения.

Краткие теоретические сведения

Основными характеристиками ламп являются номинальные значения напряжения, мощности, светового потока (иногда – силы света), срок службы, а также габаритные размеры (полная длина L , диаметр D , высота H).

Принцип действия осветительных ламп накаливания основан на испускании излучения соответствующих длин волн за счет, в первом случае, электронного возбуждения молекул и атомов, во втором – теплового колебания ядер молекул тела накала. При повышении температуры тела накала увеличивается энергия поступающего, колебательного и вращательного движения его частиц, вследствие чего растет поток излучения и средняя энергия фотона. Длины волн излучения смещаются в коротковолновую инфракрасную и далее – в длинноволновую видимую область. Дальнейшее увеличение температуры тела накала обеспечивает энергию, достаточную для электронного возбуждения молекул и атомов и получения более коротковолнового видимого излучения.

Таким образом, основным фактором, определяющим плотность и длину волны излучения тепловых источников, является температура. Согласно закону Стефана-Больцмана, плотность излучения тела накала связана с температурой выражением:

$$M = \varepsilon \cdot \sigma_0 \cdot T, \quad (1.1)$$

где M – энергетическая плотность излучения, Вт·м²; ε – коэффициент теплового излучения тела накала, его среднее интегральное значение (для вольфрама при 2600...3000 К $\varepsilon = 0,334$); σ_0 – постоянная Стефана-Больцмана ($\sigma_0 = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт·м⁻²К⁻⁴); T – температура тела накала, К.

Длина волны λ_{\max} , при которой спектральная плотность излучения максимальна, также зависит от температуры (закон Вина):

$$\lambda_{\max} \cdot T = 2896 \text{ мкм}^2 \cdot \text{К}. \quad (1.2)$$

Если спираль лампы рассматривать как абсолютно черное тело, то зависимость плотности излучения от температуры и длины волны можно описать законом излучения Планка:

$$Me\lambda + C^1\lambda^{-5} (\exp C^{11}/\lambda T - 1)^{-1}, \quad (1.3)$$

где $C^1 = 3,742 \cdot 10^{-16} \text{ Вт} \cdot \text{м}^2$; $C^{11} = 1,439 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot \text{К}$ – постоянные; $Me\lambda$ – спектральная плотность излучения, $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}$.

В колбах ламп накаливания содержится инертный газ (ксенон, криптон, аргон).

Лампа накаливания обычно состоит из стеклянной колбы, содержащей вольфрамовую нить накаливания. Также в лампах есть стержень или стеклянное крепление, прикрепленное к основанию лампы. Оно позволяет электрическим контактам проходить через оболочку без утечек газа или воздуха.

Небольшие провода, встроенные в стержень, поддерживают нить накала и/или ее подводящие провода.



Рис 1.1. Конструкция лампы накаливания

Маркировка ламп накаливания

Условные обозначения лампы отражают важные технические характеристики, возможную область использования, особенности конструкции и технологии изготовления.

Первые буквы (буква) в маркировке лампы обозначают:

Б- биспиральная;

БО- биспиральная с опаловой колбой, наполненной аргоном;

БК- биспиральная, наполнение колбы криптоном;

ДБ- диффузная с матированием внутри колбы;

В- вакуумная;

Г- газонаполненная;

О- опаловая колба;

М- молочная колба;

Ш- шаровидная;

З- зеркальная;

МО- для местного освещения.

Цифры указывают на пределы напряжения и мощность.

Характеристики ламп накаливания

Основными характеристиками осветительных ламп накаливания являются электрические, светотехнические, и эксплуатационные.

Электрические: номинальная мощность, напряжение.

Светотехнические: световой поток, спектральный состав излучения.

Эксплуатационные: световая отдача, срок службы, геометрические размеры.

Мощность ламп зависит от напряжения и геометрических размеров вольфрамовой спирали:

$$P = U^2 / R_T = U^2 \cdot S_c / \rho_T \cdot l, \quad (1.4)$$

где R_T – сопротивление спирали при рабочей температуре, Ом; ρ_T – удельное сопротивление вольфрама при рабочей температуре; S_c – площадь сечения вольфрамовой проволоки, мм²; l – длина вольфрамовой проволоки, м.

Световой поток лампы при заданной мощности зависит только от температуры тела накала. Это следует из закона Стефана-Больцмана, согласно которому:

$$\Phi = M \cdot S_c = \varepsilon \cdot \sigma_0 \cdot T \cdot S \cdot C, \quad (1.5)$$

где Φ – световой поток тела накала лампы, лм; S – площадь, излучающей поверхности тела накала, м², C – коэффициент перехода от энергетического к световому потоку, лм/Вт.

Из выражения (1.5) следует, что при одной и той же электрической мощности вакуумные лампы создают меньший световой поток, чем газонаполненные, спиральные – меньше чем биспиральные, так как температура накала у них различная.

Спектр излучения ламп накаливания сплошной, лежит в красно-желтой области (380...760 нм). Максимум излучения приходится на инфракрасные длины волн.

Световая отдача показывает, какой световой поток испускает лампа на единицу мощности, потребляемой из электрической сети (лм/Вт). В идеальном случае световая отдача зависит только от температуры тела накала. Например, при увеличении температуры вольфрама от 2400 до 3200 К его световая отдача возрастает с 9,4 до 34,7 лм/Вт. В реальных условиях световая отдача ламп накаливания зависит от геометрических размеров и конструкции тела накала.

Для заданного типа ламп световая отдача определяется выражением:

$$\eta = \Phi_{л} / P_{л}. \quad (1.6)$$

Световая отдача характеризует экономичность источника света. Для ламп накаливания световая отдача равна 7...20 лм/Вт в зависимости от мощности лампы. Чем выше мощность лампы, тем выше световая отдача. Увеличение световой отдачи за счет роста температуры ограничено резким снижением срока службы тела накала.

Срок службы ламп зависит от стойкости тела накала.

Основным фактором, влияющим на характеристики ламп накаливания при их эксплуатации, является напряжение. Отклонение питающего напряжения от номинального значения существенно влияет на характеристики ламп накаливания.

Изменение светового потока Φ , электрической мощности P , световой отдачи η , тока I и средней продолжительности горения t_c при отклонениях питающего напряжения могут быть приближенно определены из уравнений:

$$\begin{aligned} \Phi/\Phi_{\text{НОМ}} &= (U/U_{\text{НОМ}})^{3,67}; \\ P/P_{\text{НОМ}} &= (U/U_{\text{НОМ}})^{1,6}; \\ I/I_{\text{НОМ}} &= (U/U_{\text{НОМ}})^{0,6}; \\ \eta/\eta_{\text{НОМ}} &= (U/U_{\text{НОМ}})^{2,14}; \\ t_{\text{сн}}/t_{\text{с}} &= (U/U_{\text{НОМ}})^{14,8}. \end{aligned} \quad (1.7)$$

Как видно из уравнений 1.7, с ростом напряжения на лампе резко увеличивается сила тока, мощность, световой поток и световая отдача, но уменьшается средний срок службы. При небольших отклонениях напряжения в сети (до 7,5 %) можно приближенно считать, что отклонение напряжения $\pm 1\%$ изменяет световой поток лампы на 2,7 %, а среднюю продолжительность горения на $\pm 14\%$.

Технические данные ламп накаливания приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Технические данные ламп накаливания

Тип лампы	Потребляемая мощность, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	Тип цоколя
B215-225-15	15	120	8,0	Резьбовой E27/27
B215-225-25	25	220	8,8	
B215-225-40	40	430	10,8	
BK215-225-40	40	475	11,9	
B215-225-60	60	730	12,2	
BK215-225-60	60	800	13,3	
B215-225-75	75	960	12,8	
BK215-225-75	75	1030	13,7	
B215-225-100	100	1380	13,8	
BK215-225-100	100	1500	15,0	

Примечание: лампы накаливания мощностью более 100 Вт не производятся.

Область применения ламп накаливания

Лампы накаливания используются в различных сферах жизнедеятельности человека. Они могут применяться для обычного бытового освещения жилых помещений, организации световой

сигнализации, мощнейших военных прожекторов. В настоящее время все больше используются новые источники освещения, но во многих случаях лампы накаливания не имеют равноценной замены.

Лампы накаливания ввиду их низкой световой отдачи можно использовать в следующих случаях:

а) в помещениях с нормируемой освещенностью 50 лк и ниже, т.е. когда с помощью газоразрядных источников света невозможно обеспечить зрительный комфорт;

б) в помещениях с тяжелыми условиями среды и взрывоопасных, при отсутствии необходимых светильников с газоразрядными лампами;

в) в помещениях, где недопустимы радиопомехи;

г) для аварийного и эвакуационного освещения, когда рабочее освещение выполнено разрядными лампами высокого давления (ДРЛ, ДРН, ДНаТ).

Важной эксплуатационной характеристикой лампы является её срок службы, на который могут влиять ряд факторов, таких как:

1. перепады напряжения;
2. механические вибрации;
3. высокая температура окружающей среды;
4. разрыв соединения в проводке.

Схема лабораторной установки

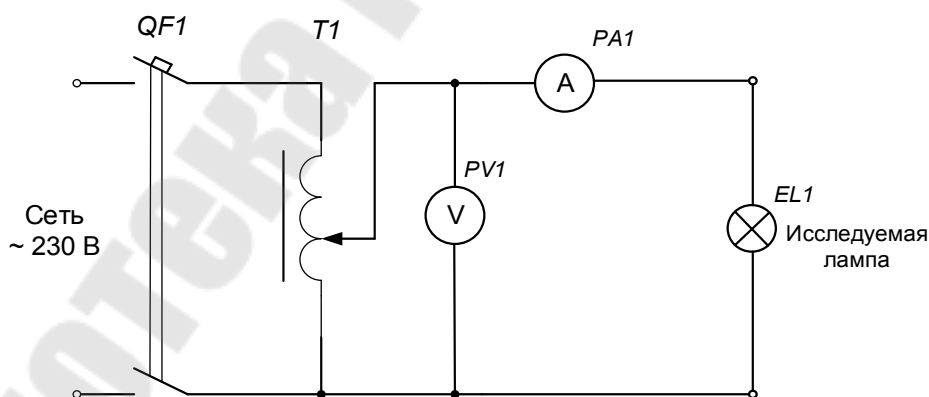


Рис. 1.2. Схема опыта

Содержание работы

Изучить устройство и принцип действия осветительных ламп накаливания общего назначения.

Изучить технические данные ламп предназначенных для исследования.

Определить зависимость светотехнических и электрических характеристик исследуемых ламп от изменения питающего напряжения.

Исследовать зависимость длины волны, при которой спектральная плотность лучистого потока лампы накаливания имеет максимум при изменении питающего напряжения.

Выявить зависимости световой отдачи от значений номинальной мощности и номинального напряжения.

Порядок выполнения работы

1. Измерительным мостом измерить R_0 сопротивление тела накала исследуемой лампы.

2. Собрать схему исследования ламп накаливания рисунок 1.2.

3. Включить автоматический выключатель $QF1$.

4. Регулятором напряжения установить номинальное напряжение 230 В.

5. Изменяя напряжение регулятором в пределах от 250 до 210В с интервалом 10 В фиксировать напряжение, ток, освещенность в контрольной точке ($L = 0,5$ м – расстояние от тела накала до фотоэлемента люксметра).

Измерения производить при трехкратной повторяемости.

6. По опытным данным вычислить:

– мощность лампы:

$$P = U \cdot I;$$

– сопротивление нити накала в горячем состоянии:

$$R_T = \frac{U}{I};$$

– световой поток лампы:

$$\Phi = 4\pi \cdot E \cdot L^2;$$

– световую отдачу

$$\eta = \frac{\Phi}{P};$$

– температуру нити накала в горячем состоянии

$$T = \frac{R_T - R_0}{\alpha R_0},$$

где R_0 – сопротивление тела накала при температуре окружающей среды $T_0 = 293$ К; α – температурный коэффициент электрического сопротивления (для вольфрама $\alpha = 0,005 K^{-1}$).

Измерения и вычисления записать в таблицу 1.2.

Таблица 1.2

Измеренные и вычисленные величины

Тип лампы	Измеряемые величины			Вычисленные величины				
	$U, В$	$I, А$	$E, лк$	$P, Вт$	$R_T, Ом$	$\Phi, лм$	$T, К$	$\eta, лм/Вт$
	250							
	240							
	230							
	220							
	210							

По результатам таблицы 1.2 построить зависимости тока I , мощности P , светового потока Φ , световой отдачи η от значения напряжения питающего лампы.

7. Изменяя высоту подвеса лампы над светочувствительным элементом люксметра в пределах 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 м фиксировать освещенность и коэффициент пульсации люксметром.

8. Прибором типа ТКА-ПКМ произвести измерение ультрафиолетового излучения источника света.

Результаты исследуемых типов ламп записать в таблицу 1.3.

Таблица 1.3

**Зависимость освещенности, коэффициента пульсации
и УФ-излучения от высоты подвеса лампы**

Тип лампы	Высота подвеса, м	Освещенность, лк	Коэффициент пульсации, $k_{п}$	УФ- излучение, мВт/м ²
	0,5			
	1,0			
	1,5			
	2,0			
	2,5			

По результатам измерений (таблица 1.3) построить зависимости освещенности E и коэффициента пульсации мощности $k_{п}$, от значения высоты подвеса лампы над светочувствительным элементом люксметра

Контрольные вопросы

1. Принцип действия лампы накаливания
2. Какова температура нагрева нити накала и из какого материала она изготавливается?
3. Чему равна цветовая температура излучения лампы накаливания?
4. Из каких конструктивных элементов состоит лампа накаливания?
5. Расшифровать обозначение лампы накаливания, заданной преподавателем.
6. Привести достоинства и недостатки ламп накаливания.
7. Каким газом заполняется колба ламп накаливания?
8. Какие факторы могут повлиять на уменьшение срока эксплуатации ламп накаливания?
9. В помещениях с какими особенностями могут использоваться лампы накаливания?
10. Разновидности ламп накаливания.

Лабораторная работа № 2

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЛОГЕННЫХ ЛАМП НАКАЛИВАНИЯ

Цель работы: 1. Определение светотехнических и электроэнергетических параметров компактных галогенных ламп накаливания.

2. Установить зависимость освещенности рефлекторных галогенных ламп от высоты подвеса.

Краткие теоретические сведения

Галогенная лампа – одна из разновидностей стандартных ламп накаливания. Главная отличительная черта её конструкции заключена в специальном газе – галогене, который закачан в колбу устройства. В качестве галогенных добавок применяется йод, бром, хлор, фтор.

Принцип работы такого осветительного прибора основан на прохождении через тело накала электрического тока и нагреве этого тела до свечения. Но благодаря парам галогенов (чаще всего применяются йод или бром) значительно повышается температура спирали из вольфрама и увеличивается светоотдача. Это происходит потому, что атомы вольфрама при нагревании испаряются и конденсируются на колбе, но йод или бром, вступают в химическую реакцию с вольфрамом и не дают ему осесть. При этом такие соединения при нагреве быстро распадаются, и атомы вольфрама конденсируются обратно на спирали, а это повышает температуру тела накала.

Лампа состоит из таких конструктивных элементов как: стеклянная колба, вольфрамовая спираль, металлический цоколь.

Галогенные лампы по сравнению с обычными лампами накаливания имеют более стабильный световой поток, значительно меньшие размеры, более высокую термостойкость и механическую прочность благодаря применению кварцевой колбы.

Производятся галогенные лампы общего пользования на напряжение сети 230 В, а также на напряжение 12 В.

По конструктивному исполнению лампы принято подразделять на: линейные; капсульные; с отражателем; с вынесенной колбой; низковольтные; галогеновые люстры; IRC-галогенные источники света.

Мощность лампы является важной характеристикой, указывающей потребляемую мощность устройства. Линейные лампы изготавливаются мощностью от 100 до 1500 Вт, капсульные от 10 до 35 Вт, а

лампочки с внешним цоколем или отражателем имеют мощность от 20 до 60 Вт.

Галогеновые лампы обычно имеют рабочую цветовую температуру от 2500 К до 3000 К.

Срок службы ламп достаточно высок, в сравнении со стандартными лампами накаливания. Они служат от 2000 часов и более при соблюдении условий эксплуатации.

Для того чтобы максимально продлить срок службы галогенной лампочки, рекомендуется избегать касания колбы голыми руками. Даже на чистых руках присутствует жировой слой, который при попадании на поверхность источника света приводит к нарушению температурного баланса, почернению колбы и перегоранию лампочки. Поэтому любые манипуляции с галогенной лампой следует выполнять не голыми руками, а с помощью салфетки или неворсистой ткани.

Еще один способ увеличить продолжительность эксплуатации лампы — избегать слишком частого включения и выключения света. На лампу наиболее благоприятно влияет непрерывная работа чем, если она в этот период будет подвергаться периодическому включению и выключению. Также продлевает срок службы стабильное входное напряжение.

Галогенные устройства нашли широкое применение почти во всех сферах жизни человека. Они могут использоваться в качестве освещения для автомобилей. Галогенные светильники применяют также в прожекторах, рампах, для освещения при проведении фотосъемок и видеосъемок. Они используются в шелкографии и флексографической печати, при сушке материалов, отличающихся чувствительностью к ультрафиолету.

Содержание работы

Изучить устройство и принцип действия компактных рефлекторных галогенных ламп.

Изучить технические данные ламп предназначенных для исследования.

Определить зависимость светотехнических и электрических характеристик исследуемых ламп от изменения питающего напряжения.

Установить зависимость освещенности рефлекторных галогенных ламп от высоты подвеса.

Схема лабораторной установки

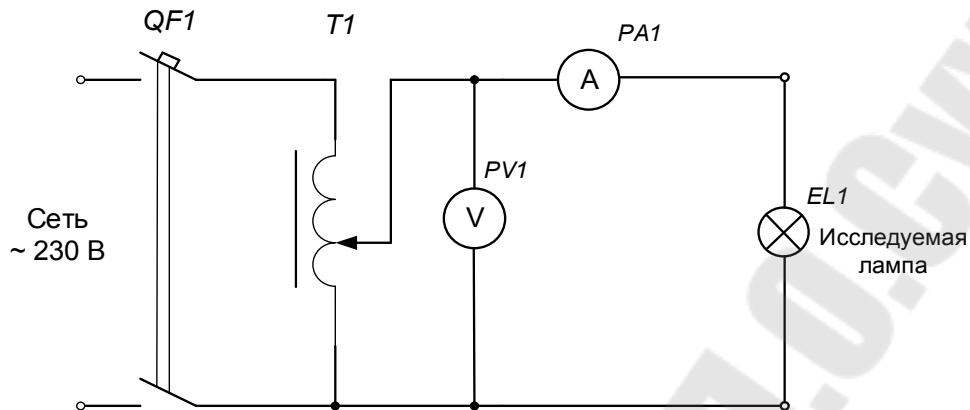


Рис. 2.1. Схема опытов

Порядок выполнения работы

1. Измерительным мостом измерить R_0 сопротивление тела накала исследуемой лампы.
2. Собрать схему исследования ламп накаливания рисунок 2.1.
3. Включить автоматический выключатель $QF1$.
4. Регулятором напряжения установить номинальное напряжение 230 В.
5. Изменяя напряжение регулятором в пределах от 250 до 210В с интервалом 10 В фиксировать напряжение, ток, освещенность в контрольной точке ($L = 0,5$ м – расстояние от тела накала до фотоэлемента люксметра).

Измерения производить при трехкратной повторяемости.

6. По опытным данным вычислить:
 - мощность лампы:

$$P = U \cdot I;$$

- сопротивление нити накала в горячем состоянии:

$$R_T = \frac{U}{I};$$

- световой поток лампы:

$$\Phi = 4\pi \cdot E \cdot L^2;$$

– световую отдачу

$$\eta = \frac{\Phi}{P};$$

– температуру нити накала в горячем состоянии

$$T = \frac{R_T - R_0}{\alpha R_0},$$

где R_0 – сопротивление тела накала при температуре окружающей среды $T_0 = 293$ К; α – температурный коэффициент электрического сопротивления (для вольфрама $\alpha = 0,005 K^{-1}$).

Измерения и вычисления записать в таблицу 2.1.

Таблица 2.1

Измеренные и вычисленные величины

Тип лампы	Измеряемые величины			Вычисленные величины				
	$U, В$	$I, А$	$E, лк$	$P, Вт$	$R_T, Ом$	$\Phi, лм$	$T, К$	$\eta, лм/Вт$
	250							
	240							
	230							
	220							
	210							

По результатам таблицы 2.1 построить зависимости тока I , мощности P , светового потока Φ , световой отдачи η от значения напряжения питающего лампы.

7. Изменяя высоту подвеса лампы над светочувствительным элементом люксметра в пределах 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 м фиксировать освещенность и коэффициент пульсации люксметром.

8. Прибором типа ТКА-ПКМ произвести измерение ультрафиолетового излучения источника света.

Результаты исследуемых типов ламп записать в таблицу 2.2.

Таблица 2.2

**Зависимость освещенности, коэффициента пульсации и
УФ-излучения от высоты подвеса лампы**

Тип лампы	Высота подвеса, м	Освещенность, лк	Коэффициент пульсации, $k_{п}$	УФ-излучение, мВт/м ²
	0,5			
	1,0			
	1,5			
	2,0			
	2,5			

По результатам измерений (таблица 2.2) построить зависимости освещенности E и коэффициента пульсации мощности $k_{п}$, от значения высоты подвеса лампы над светочувствительным элементом люксметра

Контрольные вопросы

1. Принцип работы галогенных ламп накаливания.
2. Из каких конструктивных элементов состоит галогенная лампа?
3. Каким газом заполняется колба лампы?
4. Где применяются галогенные лампы?
5. Разновидности галогенных ламп в зависимости от источника питания и от особенностей их конструктивного исполнения.
6. Привести достоинства и недостатки галогенных ламп накаливания.
7. Особенности эксплуатации галогенных ламп.
8. На какую мощность изготавливаются галогенные лампы?
9. Какова цветовая температура галогенных ламп?
10. Срок службы галогенных ламп накаливания.

Лабораторная работа № 3

ИССЛЕДОВАНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Цель работы: определение светотехнических и электрических параметров светодиодных ламп общего назначения.

Краткие теоретические сведения

В основе принципа работы светодиодных ламп лежит эффект излучения света р-n-переходом. При прохождении тока выполняется рекомбинация электронов, что способствует излучению света в определенной последовательности. Белый свет получается в результате покрытия синего светодиода желтым люминофором. Оттенок света регулируется толщиной люминофора, а его яркость – током. Еще одним способом получения белого свечения, является использование так называемой светодиодной сборки из трех светодиодов – зеленого, красного и синего. Светодиоды, полученные таким способом, называют «полноцветными».

Переменное напряжение попадает на диодный мост, после чего выпрямляется. На следующем этапе происходит сглаживание пульсаций. Выпрямленное напряжение перемещается на контроллер, отвечающий за управление работой светильника. После этого напряжение проходит через импульсный трансформатор с электронного модуля на светодиоды.

Конструкция светодиодной лампы состоит из корпуса с отражателем и набора светодиодов. Главные элементы осветительного прибора – светодиоды. Стабильность и длительность их работы напрямую зависит от других компонентов. Чтобы обеспечить качественный световой поток, при производстве светильника используют матрицу и теплоотвод.

Для предотвращения нагрева светодиодов применяется радиатор, на который наносится термопаста. Алюминиевая плата светильника включает в себя несколько слоев теплоотводящих материалов. Она необходима для передачи энергии на теплоотвод от кристалла. Роль светорассеивателя в устройстве светодиодной лампы выполняет плафон, способствующий равномерному распределению светового потока.

Светодиодные лампы различаются в зависимости от их конструктивного исполнения (рис. 3.1).

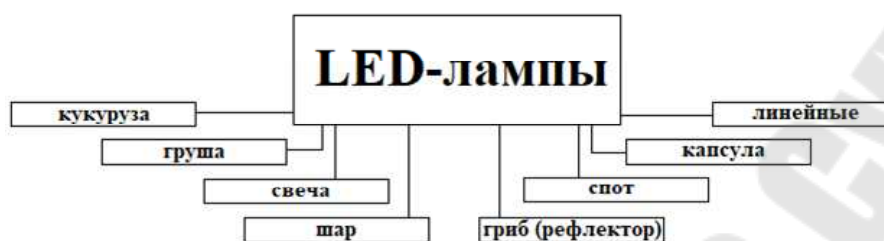


Рис. 3.1. Классификация светодиодных ламп

Область применения светодиодных ламп может зависеть от температуры светового потока. Температура свыше 5 500 К (холодная) рекомендована только для рабочих и подсобных помещений, 4000-5000 К (нейтральная) подходит как для офиса, так и для кухни, ванной, кладовки, 2500-3500 К (теплая) для комнат в квартире и доме.

Отличительной чертой светодиодов является то, что они излучают свет прямо перед собой. В стороны отклоняется очень небольшое количество световых волн. То есть, сам кристалл выдает узконаправленный пучок света. Однако светодиодная лампа содержит некоторое количество этих кристаллов. От того, как они расположены и зависит угол рассеивания света. Это позволяет создавать как очень узкий поток света, так и очень широкий. Угол рассеивания светодиодных ламп может быть от 30° до 360° .

Выбирать угол рассеивания светодиодной лампы также необходимо исходя из назначения светильника. Если это лампа общего освещения, размещенная на потолке, угол рассеивания стоит брать от 90° и до 180° . Если это лампа для чтения или для освещения какой-то небольшой зоны (для подсветки картин), стоит выбрать более узконаправленный луч. В декоративные светильники с прорезями стоит поставить лампу с углом рассеивания 360° или установить узконаправленные.

Для того чтобы правильно подобрать светодиодную лампу, необходимо учитывать следующее:

1. Напряжение питания
2. Цвет излучения
3. Мощность
4. Габариты

5. Если светильник включается через диммер, необходимо использовать соответствующие лампы.

6. Индекс цветопередачи светодиодных ламп невелик: это значит, что они могут искажать визуальное восприятие цветов.

Рабочий ресурс современных светодиодных ламп – около 30 000 часов (10 лет), максимальный – порядка 50-60 тыс (15-18 лет). Однако, рабочий ресурс – это то время, которое кристалл способен излучать свет. Существует такое явление, как выгорание светодиодов, в результате чего кристаллы теряют яркость свечения. Скорость этих изменений зависит от условий эксплуатации — чем меньше перегревается светодиод и чем меньше он находится при низких температурах, тем дольше сохраняется изначальная яркость.

Схема лабораторной установки

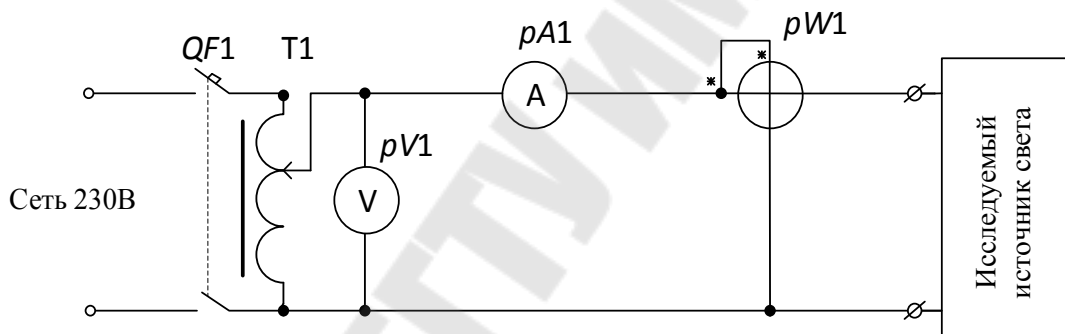


Рис. 3.2. Схема опытов

Содержание работы

Изучить устройство и принцип действия осветительных светодиодных ламп общего назначения.

Изучить технические данные ламп предназначенных для исследования.

Определить зависимость светотехнических и электрических характеристик исследуемых ламп от изменения питающего напряжения.

Выявить зависимости световой отдачи от значений номинального напряжения.

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему исследования светодиодных источников света (рис. 3.2).

2. Включить автоматический выключатель $QF1$.
3. Регулятором напряжения установить номинальное напряжение 230 В.
4. Изменяя напряжение регулятором в пределах от 250 до 210 В с интервалом 10 В фиксировать напряжение, ток, освещенность в контрольной точке ($L = 0,5$ м – расстояние от тела накала до фотоэлемента люксметра).

Измерения производить при трехкратной повторяемости.

5. По опытным данным вычислить:

– полную мощность

$$S = U \cdot I;$$

– световой поток лампы

$$\Phi = 4\pi \cdot E \cdot L^2;$$

– световую отдачу

$$\eta = \frac{\Phi}{P};$$

– коэффициент мощности

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}.$$

Данные измерений и вычисления записать в таблицу 3.1

Таблица 3.1

Измеренные и вычисленные величины

Тип лампы	Измеренные величины				Вычисленные величины			
	U , В	I , А	P , Вт	E , лк	S , ВА	$\cos \varphi$	Φ , лм	η , лм/Вт
	250							
	240							
	230							
	220							
	210							

По результатам измерений и вычисления (таблица 3.1) построить зависимости тока I , мощности P , коэффициента мощности $\cos\varphi$, светового потока Φ , световой отдачи η от значения напряжения, питающего лампу.

6. Изменяя высоту подвеса лампы над светочувствительным элементом люксметра в пределах 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 м фиксировать освещенность и коэффициент пульсации люксметром.

7. Прибором типа ТКА-ПКМ произвести измерение ультрафиолетового излучения источника света.

Результаты исследуемых типов ламп занести в таблицу 3.2.

По результатам измерений (таблица 3.2) построить зависимости освещенности E и коэффициента пульсации мощности k_n , от значения высоты подвеса лампы над светочувствительным элементом люксметра.

Таблица 3.2

Зависимость освещенности, коэффициента пульсации и УФ-излучения от высоты подвеса лампы

Тип лампы	Высота подвеса, м	Освещенность, лк	Коэффициент пульсации, k_n	УФ-излучение, мВт/м ²
	0,5			
	1,0			
	1,5			
	2,0			
	2,5			

Контрольные вопросы

1. Принцип работы светодиодных ламп.
2. Устройство светодиодных ламп.
3. Разновидности светодиодных ламп в зависимости от особенностей их конструктивного исполнения?
4. Что применяется для предотвращения перегрева светодиодов?
5. Область применения светодиодных ламп в зависимости от температуры светового потока.
6. Привести достоинства и недостатки светодиодных ламп.

7. Что такое угол рассеивания ламп? Каким он бывает у светодиодных ламп?
8. Рабочий ресурс светодиодных ламп.
9. Как получить белое свечение светодиодов?
10. Что необходимо учитывать при выборе светодиодных ламп?

Лабораторная работа № 4

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПАКТНЫХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП

Цель работы: изучить устройство, принцип действия, основные характеристики компактных люминесцентных ламп.

Краткие теоретические сведения

Компактная люминесцентная лампа (энергосберегающая) представляет собой люминесцентную лампу, предназначенную для замены лампы накаливания. Устройство компактной люминесцентной лампы представлено на рис. 4.1.

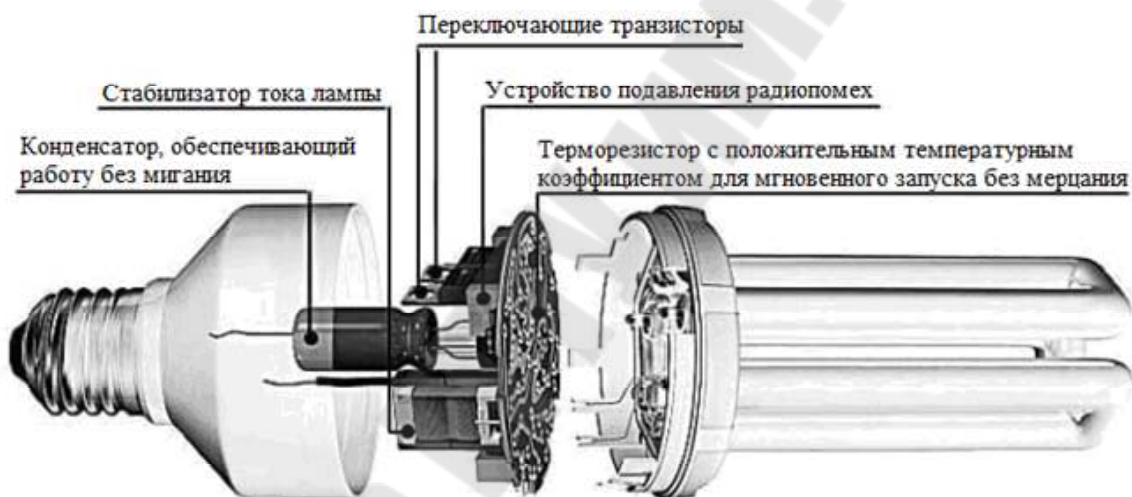


Рис. 4.1. Устройство компактной люминесцентной лампы

Компактная люминесцентная лампа состоит из трубчатой лампы малого диаметра спиралевидной формы и электронной платы управления, размещенной в основании из поликарбоната. Для сохранения совместимости с лампами накаливания применяется цоколь с резьбой E14 или E27 под резьбовой патрон.

Стеклянная трубка наполнена инертным газом (аргоном). Для испускания электронов применены нити накала, покрытые бором, которые установлены в каждом конце трубки. Электроны, проходя от одной нити к другой, сталкиваются с атомами газа. При столкновении атомы испускают ультрафиолетовое излучение, которое преобразуется в видимое излучение (свет) при прохождении через люминесцент-

ное покрытие, нанесенное на внутреннюю поверхность стеклянной трубки. Чем больше число столкновений, тем выше яркость лампы.

КЛЛ отличаются по техническим характеристикам, которые проставляются производителем на упаковке товара (цветовая температура, индекс цветопередачи, напряжение, световой поток и световыдача, срок службы).

Мощность энергосберегающих ламп начинается от 5 Вт. При одинаковых значениях мощности с лампами накаливания их световая отдача примерно в пять раз выше.

Цветовая температура КЛЛ:

- 2700 К – теплый белый свет;
- 4200 К (иногда 4000 – 4500 или 5000) – нейтральный белый;
- 6500 К – холодный белый.

Индекс цветопередачи КЛЛ

У энергосберегающих ламп индекс CRI от 60 до 98 Ra.

- от 90 или 1А – очень хороший показатель;
- 80-89 или 1А и хорошая 70-79 или 2А – хороший;
- 60-69 или 2В и 40-59 или 3 – достаточный;
- до 39 или 4 – недостаточный.

Люминесцентные лампы используются во всех сферах человеческой жизнедеятельности. Из-за доступности на рынке и экономичности при эксплуатации КЛЛ применяются для общественных организаций, административных центров.

Также широкое применение они получили в учебных заведениях, торговых центрах, спортивных залах и медицинских или банковских учреждениях. Люминесцентные лампы с резьбовым цоколем используются в быту.

Срок службы энергосберегающих ламп достаточно большой и обычно составляет от нескольких тысяч до десятков тысяч часов работы. Он может существенно сокращаться от нестабильности питающего напряжения сети, частотой включения/отключения лампы, работой в условиях пониженной или повышенной температуры окружающей среды. Чаще всего компактные лампы выходят из строя по причине перегорания нитей накала. Второе место занимает отказ радиоэлементов в схеме электронного балласта.

Самостоятельно утилизировать сгоревшую КЛЛ невозможно. Это делают специализированные предприятия, следовательно, КЛЛ необходимо сдавать в пункты приема. Предприятия отправляют ртутьсодержащие отходы непосредственно на место утилизации.

Технические данные компактных люминесцентных ламп

Тип лампы	Мощность, Вт	Размеры, мм		Световой поток, лм	Тип цоколя
		длина	диаметр		
КЛ7/ТБЦП	7	135	28	400	G23
КЛ9/ТБЦП	9	167	28	600	G23
КЛ11/ТБЦП	11	235	28	900	G23
КЛС9/ТБЦ	9	150	85	425	E27
КЛС13/ТБЦ	13	160	85	600	E27
КЛС18/ТБЦ	18	170	85	900	E27
КЛС25/ТБЦ	25	180	85	1200	E27

Схема лабораторной установки

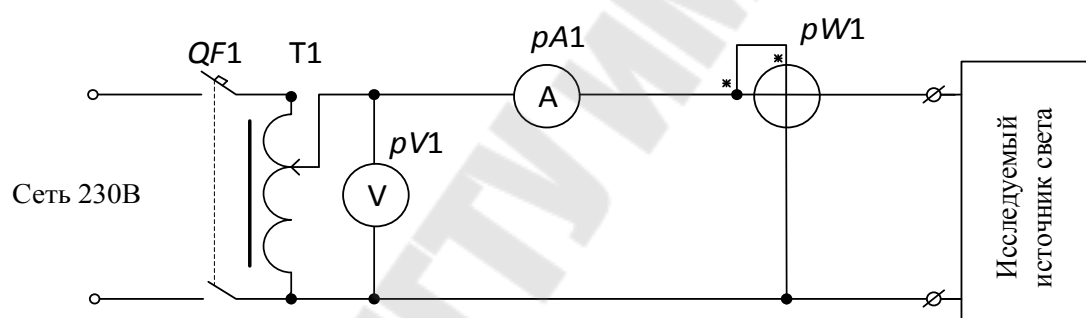


Рис. 4.2. Схема опыта

Содержание работы

1. Изучить устройство, принцип действия компактных люминесцентных ламп.
2. Изучить назначение элементов пускорегулирующих аппаратов электронной конструкции.
3. Исследовать изменение параметров люминесцентных ламп с ЭПРА: мощность, световую отдачу, коэффициент мощности, напряжение зажигания при изменении напряжения.

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему лабораторной установки с компактной люминесцентной лампой (рис. 4.2).
2. Регулятором напряжения Т1 установить номинальное напряжение величиной 230 В.

3. Включить напряжение сети при этом лампа должна зажечься.
4. Исследовать влияние величины напряжения питания на характеристики ламп в диапазоне $\pm 5\%$ и $\pm 10\%$ от номинального напряжения лампы.

Данные опытов записать в таблицу 4.2.

Измерения производить при трехкратной повторяемости.

5. По опытным данным вычислить:

– полную мощность

$$S = U \cdot I;$$

– световой поток лампы

$$\Phi = 4\pi \cdot E \cdot L^2;$$

– световую отдачу

$$\eta = \frac{\Phi}{P};$$

– коэффициент мощности

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}.$$

Данные измерений и вычисления записать в таблицу 4.2.

Таблица 4.2

Измеренные и вычисленные величины

Тип лампы	Измеренные величины				Вычисленные величины			
	U , В	I , А	P , Вт	E , лк	S , ВА	$\cos \varphi$	Φ , лм	η , лм/Вт
	240							
	230							
	220							
	210							
	200							

По результатам измерений и вычисления (таблица 4.1) построить зависимости тока I , мощности P , коэффициент мощности $\cos\varphi$, светового потока Φ , световой отдачи η от значения напряжения питающего лампы.

6. Изменяя высоту подвеса лампы над светочувствительным элементом люксметра в пределах 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 м, фиксировать освещенность и коэффициент пульсации.

7. Прибором типа ТКА-ПКМ произвести измерение ультрафиолетового излучения источника света.

Результаты исследуемых типов ламп занести в таблицу 4.3.

По результатам измерений (таблица 4.3) построить зависимости освещенности $E_{и}$ коэффициента пульсации мощности $k_{п}$, от значения высоты подвеса лампы над светочувствительным элементом люксметра.

Таблица 4.3

Зависимость освещенности, коэффициента пульсации и УФ-излучения от высоты подвеса лампы

Тип лампы	Высота подвеса, м	Освещенность, лк	Коэффициент пульсации, $k_{п}$	УФ-излучение, мВт/м ²
	0,5			
	1,0			
	1,5			
	2,0			
	2,5			

Контрольные вопросы

1. Устройство компактной люминесцентной лампы.
2. Принцип работы компактной люминесцентной лампы.
3. Цветовая температура компактной люминесцентной лампы.
4. Назовите достоинства и недостатки КЛЛ.
5. Назовите основные технические характеристики КЛЛ.
6. Особенности утилизации КЛЛ.
7. Индекс цветопередачи КЛЛ.
8. Область применения КЛЛ.
9. Сравните по мощности КЛЛ и ЛН.
10. Срок службы КЛЛ.

Лабораторная работа № 5

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРЯДНЫХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

- Цель работы:** 1. Изучить устройство, принцип действия и основные характеристики трубчатых люминесцентных ламп.
2. Изучить схемы включения люминесцентных ламп.

Краткие теоретические сведения

Люминесцентная лампа состоит из таких элементов:

1. Трубка или колба (этот компонент бывает разным в зависимости от исполнения).
2. Цоколь (1 или 2).
3. Нити накаливания.
4. На внутренней поверхности нанесен люминофор.
5. Внутри содержится в вакуумных условиях инертный газ, пары ртути, под стабильным давлением.

Принцип работы люминесцентной лампы состоит в том, что когда лампа включается, между электродами внутри возникает дуговой тлеющий разряд. Газ проводит ток и провоцирует появление УФ излучения. Люминофор поглощает его и воспроизводит заметный для человеческого зрения свет. Разряд внутри поддерживает термоэлектронная эмиссия заряженных частиц с поверхностью катода.

Люминофорами называются твердые или жидкие вещества, способные излучать свет под действием различного рода возбуждения. В зависимости от того какой люминофор нанесен могут быть разные оттенки свечения.

Стандартная схема подключения люминесцентной лампы включает в себя сам источник освещения, стартер и дроссель.

Дроссель представляет собой катушку индуктивности с пластинчатым сердечником. Он играет роль балласта, стабилизирующего напряжение и не дающего лампе быстро прийти в негодность.

Стартер при включении получает значительное напряжение, в разы выше требуемого для лампы. Дроссель снижает это напряжение и только после этого подает его на контакты осветительного прибора.

Схема может быть дополнена конденсатором, подключенным параллельно к источнику питания, что значительно повышает стабильность системы, продлевает срок службы и уменьшает мерцания.

Классификация люминесцентных ламп

По характеру разряда в люминесцентных лампах классифицируются на люминесцентные лампы дугового разряда с горячими катодами, лампы тлеющего разряда с холодными катодами и лампы вихревого разряда без электродов.

Люминесцентные лампы дугового разряда можно подразделить на осветительные люминесцентные лампы общего и специального назначения. Люминесцентные лампы общего назначения предназначены для освещения в различных областях применения.

Характеристики люминесцентных ламп

Световой поток люминесцентных источников света зависит в основном от мощности ламп, спектр излучения – от состава люминофора. Например, лампы типа ЛД испускают 92 % потока в области 460...610 нм, лампы ЛБЦ – 94 % в области 510...660 нм.

Пульсация светового потока обусловлена погасанием и перезажиганием лампы в каждый полупериод переменного тока. Освещение объектов пульсирующим световым потоком утомляет зрение, вызывает стробоскопический эффект (кажущаяся неподвижность объекта при совпадении частот пульсации светового потока и движущегося объекта).

Пульсация светового потока характеризуется коэффициентом пульсации:

$$K = \frac{\Phi_{\max} - \Phi_{\min}}{2 \cdot \Phi_{\text{cp}}}, \quad (5.1)$$

где Φ_{\max} , Φ_{\min} , Φ_{cp} – соответственно максимальное, минимальное среднее значение светового потока лампы, лм.

Коэффициент пульсации определяется составом люминофора и схемой включения в сеть (составляет 25...40 %).

Для того чтобы правильно подобрать люминесцентную лампу необходимо учитывать следующие параметры:

- 1) температурный режим использования;
- 2) напряжение;
- 3) размер;
- 4) силу светового потока;
- 5) температуру освещения.

Сегодня наиболее распространенными трубками линейных ламп дневного света являются Т8 (Ш 26 мм), Т5 (Ш 16 мм) и Т4 (Ш 12,5 мм). Лампы с трубкой Т8 имеют цоколь G13 (13 мм между штырьками), а Т4 и Т5 имеют цоколь G5 (5 мм между штырьками). Лампы дневного света Т8 в настоящее время выпускаются мощностью от 10 до 70 Вт, лампы Т5 — от 6 до 28 Вт, а лампы Т4 — от 6 до 24 Вт. Естественно, что мощность ламп напрямую влияет и на размеры (длину) люминесцентных ламп: соотношения размеров и мощностей стандартизировано. То есть лампа мощностью 18 Вт с трубкой Т8 и цоколем G13 любого производителя имеет длину 590 мм.

За счет незначительного энергопотребления такие лампы часто используются для общественных мест. В торговых центрах и офисах на потолках монтируются именно ЛЛ линейного типа.

Особенно часто их используют в местах, где есть критические требования к цветопередаче: больницы; школы; стоматологические клиники; ювелирные мастерские; парикмахерские; музеи; покрасочные цеха в автомастерских и т.д.

Схема лабораторной установки

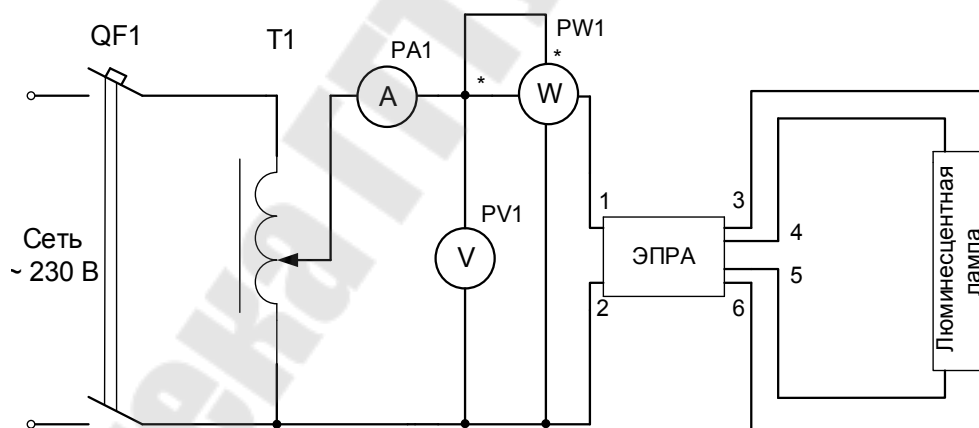


Рис. 5.1. Схема опытов с ЭПРА

Содержание работы

1. Изучить устройство, принцип действия люминесцентных ламп.
2. Изучить назначение элементов пускорегулирующих аппаратов (ЭмПРА) электромагнитной конструкции.

3. Исследовать изменение параметров люминесцентных ламп: мощность, световую отдачу, коэффициент мощности, напряжение зажигания при изменении напряжения и типа ПРА.

Порядок выполнения работы:

1. Собрать схему лабораторной установки с электромагнитным ПРА (стартерная схема).

2. Регулятором напряжения Т1 установить номинальное напряжение величиной 230 В.

3. Включить напряжение сети при этом лампа должна зажечься.

4. После установившегося светового потока лампы измерить характеристики освещенности люксметром.

5. По опытным данным произвести, необходимые вычисления светового потока лампы.

$$\Phi = \frac{0,5 \cdot L \cdot h \cdot \pi^2 \cdot E}{C}, \quad (5.2)$$

где L – длина светящейся части лампы, м; h – расстояние от лампы до фотоэлемента люксметра, м (принять $L = 0,1$ м); C – коэффициент, учитывающий углы, под которым расположен фотоэлемент по отношению к лампе.

6. Исследовать влияние величины напряжения питания на характеристики ламп в диапазоне $\pm 5\%$ и $\pm 10\%$ от номинального напряжения лампы.

Данные опытов записать в таблицу 5.1.

7. По опытным данным вычислить:

– полную мощность

$$S = U \cdot I;$$

– световой поток лампы

$$\Phi = \frac{0,5 \cdot L \cdot h \cdot \pi^2 \cdot E}{C};$$

– световую отдачу

$$\eta = \frac{\Phi}{P};$$

– коэффициент мощности

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}.$$

Данные измерений и вычисления записать в таблицу 5.1.

Таблица 5.1

Измеренные и вычисленные величины

Тип лампы	Измеренные величины				Вычисленные величины			
	$U, В$	$I, А$	$P, Вт$	$E, лк$	$S, ВА$	$\cos\varphi$	$\Phi, лм$	$\eta, лм/Вт$
	250							
	240							
	230							
	220							
	210							

8. Установить двухламповый светильник на высоте 1,0 м.

Включить лампу № 1 и измерить освещенность и коэффициент пульсации, выключить лампу № 1 и включить лампу № 2 – измерить освещенность и коэффициент пульсации второй лампы.

Включить обе лампы № 1 и № 2 – измерить освещенность и коэффициент пульсации.

9. Опыты повторить при высоте подвеса лампы 1,5 м; 2,0 м; 2,5 м и результаты записать в таблицу 5.2.

10. Прибором типа ТКА-ПКМ произвести измерение ультрафиолетового излучения источника света.

Таблица 5.2

**Зависимость освещенности, коэффициента пульсации и
УФ-излучения от высоты подвеса лампы**

Лампы	Высота подвеса лампы, м											
	1,0			1,5			2,0			2,5		
	E , лк	$k_{п}$	УФ, мВт/м ²	E , лк	$k_{п}$	УФ, мВт/м ²	E , лк	$k_{п}$	УФ, мВт/м ²	E , лк	$k_{п}$	УФ, мВт/м ²
Лампа №1												
Лампа №2												
Лампы №1 и №2												

Контрольные вопросы

1. Принцип работы газоразрядных ламп низкого давления.
2. Из каких конструктивных элементов состоит газоразрядная лампа низкого давления?
3. От чего зависит оттенок свечения лампы?
4. Область применения газоразрядных ламп низкого давления.
5. Для чего служит дроссель в люминесцентной лампе?
6. Какие параметры необходимо учитывать при выборе люминесцентных ламп?
7. По заданию преподавателя расшифровать обозначение люминесцентных ламп.
8. В чем отличие ЭПРА от ЭмПРА?
9. На какую мощность выпускаются трубчатые люминесцентные лампы?
10. Что представляет собой люминофор?

Лабораторная работа № 6

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРЯДНЫХ ЛАМП ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДРЛ

Цель работы: 1. Изучить устройство и принцип действия дуговых ртутных люминесцентных ламп (ДРЛ).

2. Исследовать схемы включения ламп ДРЛ.

Краткие теоретические сведения

Для освещения больших по площади территорий часто используется несколько устаревшая, но довольно эффективная лампа ДРЛ. Ее можно увидеть на улицах городов и поселков, в цехах предприятий и некоторых других местах. Аббревиатура ДРЛ может расшифровываться как устройство дуговое, ртутное, люминофорное.

Лампы типа ДРЛ состоят из:

- стеклянного баллона;
- резьбового цоколя;
- ртутно-кварцевой горелки;
- главных и дополнительных электродов;
- угольного резистора.

Горелка, которую еще называют трубкой, заполнена аргоном и капелькой ртути. Дополнительные электроды установлены в четырех-электродных изделиях. Они значительно облегчают процесс зажигания прибора. Само горение ее тоже становится более стабильным.

Цоколь – это конструкция для приема от сети электрической энергии. Он имеет резьбовую и точечную токоведущие части, которые в патроне светильника соединяются с соответствующими контактами и передают энергию на электроды.

Кварцевая горелка – основная часть изделия. Это трубка с электродами. Они бывают основными (2 шт.) и дополнительными (тоже 2 шт.).

Колба из стекла – это внешняя оболочка прибора. Внутри нее находится кварцевая горелка с проводниками, идущими от контактов цоколя. Практически все используемые для освещения дуговые ртутные люминесцентные лампы имеют колбу, из которой откачивается воздух и вместо него закачивается азот. В цепь дополнительных электродов включены ограничивающие сопротивления. Внутренняя сторона колбы покрыта слоем люминофора.

Первое устройство этого типа имело 2 электрода. Оно требовало дополнительного пускового устройства. В скором времени его сняли с производства. Для современной четырехэлектродной лампы нужен только дроссель. Процесс ее зажигания происходит так:

- подается напряжение на близко расположенные электроды;
- между ними возникает тлеющий разряд;
- этот разряд пробивает расстояние, отделяющее основные электроды, между которыми появляется дуговой разряд;
- через 10–15 минут лампа начинает гореть в нормальном режиме.

Время, в течение которого ртутные лампы переходят в нормальный режим горения, зависит от температуры воздуха. При более низких температурах это время увеличивается. Ртутные лампы излучают видимый голубой цвет и довольно мощное излучение в ультрафиолетовом диапазоне. Ультрафиолетовое излучение вызывает свечение люминофора на внутренних стенках колбы. В результате ртутные лампы светятся ярким белым цветом. Цвет может слегка меняться в зависимости от падения или увеличения сетевого напряжения.

Лампочки во время работы нагреваются до высоких температур. Это требует высокого качества патронов и цоколя изделия. В этом заключается недостаток изделий. Недостатком таких светильников является и то, что газоразрядный прибор обязательно должен хорошо остыть перед новым включением.

Технические характеристики ламп ДРЛ

Главной технической характеристикой источников этого типа является мощность. Именно она указана в маркировке прибора рядом с аббревиатурой ДРЛ. Остальные параметры стоит рассматривать отдельно. Они указываются на коробке или в паспорте оборудования.

К ним относят:

1. Световой поток ДРЛ. Определяет эффективность прибора при освещении конкретной площади.
2. Ресурс. Срок службы оборудования при соблюдении основных рекомендаций.
3. Цоколь. Обозначение способа встраивания модели в осветительное оборудование.
4. Размеры. Менее важная характеристика, обуславливающая использование модели в конкретных светильниках.

Технические данные ртутных ламп ДРЛ представлены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Технические данные ртутных ламп ДРЛ

Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Тип цоколя	Средняя продолжительность горения, тыс. ч
ДРЛ50(15)	50	1900	E27/27	15
ДРЛ80(6)	80	3300	E27/30	6
ДРЛ80(10)		3600	E27/30	10
ДРЛ80(15)		3600	E27/27	10
ДРЛ125(6)	125	5900	E27/30	6
ДРЛ125(10)		6300	E27/30	10
ДРЛ125(15)		6300	E27/27	15
ДРЛ250(6)-4	250	13000	E40/45	6
ДРЛ250(10)-4		13500		10
ДРЛ250(14)-4		13500		14
ДРЛ400(6)-4	400	23500	E40/45	6
ДРЛ400(10)-4		24000		10
ДРЛ400(12)-4		24000		12
ДРЛ700(6)-3	700	40600	E40/45	6
ДРЛ700(10)-3		41000		10
ДРЛ700(12)-3		41000		12
ДРЛ1000(6)-3	1000	58000	E40/45	6
ДРЛ1000(10)-3		59000		10

Особенности утилизации ламп ДРЛ

Выбрасывать отработанные или бракованные ртутьсодержащие лампочки нельзя. Приборы с поврежденной колбой являются серьезной угрозой здоровью человека и экологии в целом, потому нуждаются в специфической утилизации.

Вопрос о порядке утилизации небезопасных отходов актуален как для владельцев предприятий, так и для обычных людей. Переработкой ртутных ламп занимаются организации, получившие соответствующую лицензию.

Предприятие заключает с такой фирмой договор на обслуживание. По заявке представитель утилизирующей компании выезжает на объект, производит сбор и вывоз ламп для последующего обеззараживания и переработки.

Схема лабораторной установки

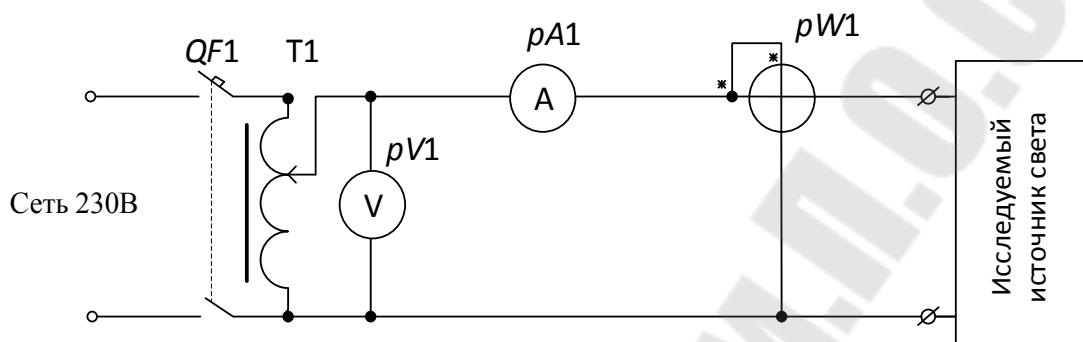


Рис. 6.1. Схема опытов

Содержание работы

Изучить устройство и принцип действия осветительных светодиодных ламп общего назначения.

Изучить технические данные ламп предназначенных для исследования.

Определить зависимость светотехнических и электрических характеристик исследуемых ламп от изменения питающего напряжения.

Выявить зависимости световой отдачи от значений номинального напряжения.

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему исследования разрядных ламп рисунок 6.1.
2. Включить автоматический выключатель $QF1$.
3. Регулятором напряжения установить номинальное напряжение 230 В.
4. Приготовить секундомер. Одновременно включить автоматический выключатель $QF1$ и секундомер. После того как лампа полностью разгорится, зафиксировать время зажигания лампы t_3 .
5. Отключить автоматический выключатель $QF1$ и снова включить одновременно с секундомером. После того как лампа включится, зафиксировать время повторного включения лампы $t_{н.в.}$.

6. Изменяя напряжение регулятором в пределах от 250 до 210 В с интервалом 10 В фиксировать напряжение, ток, освещенность в контрольной точке ($L = 0,5$ м – расстояние от тела накала до фотоэлемента люксметра).

Измерения производить при трехкратной повторяемости.

7. По опытным данным вычислить:

– полную мощность

$$S = U \cdot I;$$

– световой поток лампы

$$\Phi = 4\pi \cdot E \cdot L^2;$$

– световую отдачу

$$\eta = \frac{\Phi}{P};$$

– коэффициент мощности

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}.$$

Данные измерений и вычисления записать в таблицу 6.2.

Таблица 6.2

Измеренные и вычисленные величины

Тип лампы	Измеренные величины				Вычисленные величины			
	U , В	I , А	P , Вт	E , лк	S , ВА	$\cos \varphi$	Φ , лм	η , лм/Вт
	250							
	240							
	230							
	220							
	210							

По результатам измерений и вычисления (таблица 6.2) построить зависимости тока I , мощности P , коэффициента мощности $\cos\varphi$, светового потока Φ , световой отдачи η от значения напряжения, питающего лампу.

8. Изменяя расстояние от лампы до светочувствительного элемента люксметра в пределах 3,0; 6,0; 9,0 м фиксировать освещенность и коэффициент пульсации люксметром.

9. Прибором типа ТКА-ПКМ произвести измерение ультрафиолетового излучения источника света.

Результаты исследуемых типов ламп занести в таблицу 6.3.

По результатам измерений (таблица 6.3) построить зависимости освещенности E и коэффициента пульсации мощности k_n , от значения высоты подвеса лампы над светочувствительным элементом люксметра.

Таблица 6.3

Зависимость освещенности, коэффициента пульсации и УФ- излучения от высоты подвеса лампы

Тип лампы	Высота подвеса, м	Освещенность, лк	Коэффициент пульсации, k_n	УФ- излучение, мВт/м ²
	3,0			
	6,0			
	9,0			

Контрольные вопросы

1. Принцип работы ламп ДРЛ.
2. Устройство лампы ДРЛ.
3. Расшифруйте аббревиатуру лампы ДРЛ.
4. От чего может зависеть время перехода лампы в нормальный режим горения?
5. Где могут применяться лампы ДРЛ?
6. Достоинства и недостатки ламп ДРЛ.
7. Можно ли использовать лампы ДРЛ для аварийного освещения?
8. Почему повторное включение ламп ДРЛ требует определенного времени?
9. Особенности утилизации ламп ДРЛ.
10. Назовите основные технические характеристики ламп ДРЛ.

Лабораторная работа № 7

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРЯДНЫХ ЛАМП ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДРИ

Цель работы: 1. Изучить устройство и принцип действия металлогалогенных ламп (ДРИ).

2. Исследовать схему включения ламп ДРИ.

Краткие теоретические сведения

Металлогалогенные лампы

Устройство и принцип действия металлогалогенных ламп основан на том, что галогениды многих металлов испаряются легче, чем сами металлы, и не разрушают кварцевое стекло. Поэтому внутрь колб металлогалогенных ламп кроме ртути и аргона дополнительно вводятся различные химические элементы в виде их галоидных соединений, например, йод, бром, хлор. После зажигания разряда, когда достигается рабочая температура колбы, галогениды металлов частично переходят в парообразное состояние. Попадая в центральную зону разряда с температурой несколько тысяч градусов Кельвина, молекулы галогенидов диссоциируют на галоген и металл. Атомы металла возбуждаются и излучают характерные для них спектры. Диффундируя за пределы разрядного канала и попадая в зону с более низкой температурой вблизи стенок колбы, они воссоединяются в галогениды, которые вновь испаряются.

Лампы ДРИ (Дуговая Ртутная с Излучающими добавками) конструктивно схожа с ДРЛ, однако в её горелку дополнительно вводятся строго дозированные порции специальных добавок – галогенидов некоторых металлов (натрия, таллия, индия и др.), за счёт чего значительно увеличивается световая отдача (порядка 70–95 лм/Вт и выше) при достаточно хорошей цветности излучения. Лампы имеют колбы эллипсоидной и цилиндрической формы, внутри которой размещается кварцевая или керамическая горелка. Срок службы – до 8–10 тыс. ч.

В современных лампах ДРИ используются в основном керамические горелки, обладающие большей стойкостью к реакциям с их функциональным веществом, благодаря чему со временем горелки затемняются гораздо меньше кварцевых. Однако последние тоже не снимают с производства из-за их относительной дешевизны.

Ещё одно отличие современных ДРИ — шаровидная форма горелки, позволяющая снизить спад светоотдачи, стабилизировать ряд параметров и увеличить яркость «точечного» источника. Различают два основных исполнения данных ламп: с цоколями E27, E40; софитное — с цоколями типа Rх7S и подобными им.

Для зажигания ламп ДРИ необходим пробой межэлектродного пространства импульсом высокого напряжения. В «традиционных» схемах включения данных паросветных ламп, помимо индуктивного балластного дросселя, используют импульсное зажигающее устройство — ИЗУ.

Изменяя состав примесей в лампах ДРИ, можно добиться «монокроматических» свечений различных цветов (фиолетового, зелёного и т. п.).

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.

В качестве ПРА большинство металлогалогенных ламп допускает использование серийных дросселей для ламп ДРЛ, некоторые также работают с балластами ДНаТ. Однако процесс прогрева «металлогалогенки» 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.

Эффективность металлогалогенных ламп выше люминесцентных — 24% потребляемой энергии превращаются в свет. Диапазон мощности в пределах от 20 до 2000 Вт, что позволяет использовать металлогалогенные лампы в самых различных сферах.

Область применения ламп ДРИ

Светильники ДРИ с лампами белого цвета свечения используют там, где необходимо получить качественное освещение с хорошей цветопередачей на больших территориях. Поэтому основными потребителями таких фонарей и прожекторов выступают аэропорты, стадионы, профессиональные осветители общественных мероприятий

и т.п. Не менее успешно металлогалогенные лампы используются для целей освещения промышленных и торговых площадей.

Сфера их применения:

- освещение парков, транспортных магистралей, площадей и других открытых территорий;

- архитектурное освещение зданий и памятников;

- освещение выставочных, демонстрационных и торговых залов;

- специальное освещение спортивных площадок и полей, киноконцертных залов, театральных сцен и т.д.

Кроме того:

- цветные металлогалогенные лампы с зеленым, синим, красным, фиолетовым и другим цветом свечения активно применяются в декоративной подсветке больших площадей и в архитектурном освещении;

- лампы, имеющие цифровую маркировку «12» (свет зеленоватого оттенка), находят применение в рыболовецком промысле для приманивания планктона;

- лампы с фиолетовым и интенсивным ультрафиолетовым светом используются для инициализации фотофизических и фотохимических процессов, в том числе в медицине;

- источники теплого желто-красного излучения повышают интенсивность роста овощных и других культур в растениеводстве и сельском хозяйстве.

Технические данные металлогалогенных ламп типа ДРИ приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Технические данные металлогалогенных ламп ДРИ

Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Тип цоколя	Продолжительность горения, тыс. ч
ДРИ125	125	8300	E27/27	3
ДРИ175	175	12000	E40/45	4
ДРИ250-5	250	19000	E40/45	10
ДРИ250-6		19000		3
ДРИ400-5	400	35000	E40/45	10

Окончание табл. 7.1

Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Тип цоколя	Продолжительность горения, тыс. ч
ДРИ400-6	700	32000	E40/65×50	3
ДРИ700-5		60000		9
ДРИ700-6	1000	56000	E40/45	3
ДРИ1000-5		90000		9
ДРИ1000-6	2000	90000	E40/65×50	3
ДРИ2000-6		200000		2
ДРИ3500-6	3500	350000	Специальный	1,5
ДМЗ3000	3000	240000		
ДРИЗ125	125	4500	E27/30	1,5
ДРИЗ125-1	175	4700	E27/30	2
ДРИЗ175		5800		
ДРИЗ175-1	250	6200	E27/30	2
ДРИЗ250		13700		2,5
ДРИЗ250-1	400	12000	E40/45	2,5
ДРИЗ-250-2		13700		7,5
ДРИЗ400-1	700	24000	E40/65×50	5,0
ДРИЗ400-2		E4045		
ДРИЗ400-3	700	45000	E40/65x50	7,5
ДРИЗ700-1				3
ДРИЗ700-2				9
ДРИЗ700-3				7,5

Схема лабораторной установки

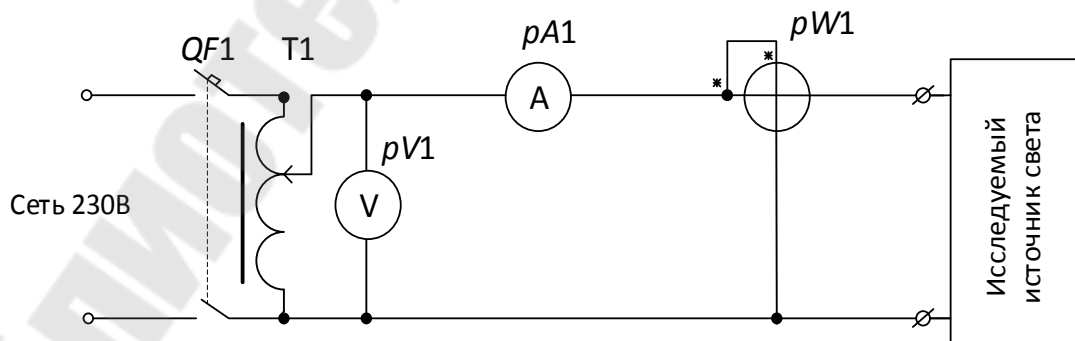


Рис. 7.1. Схема опытов

Содержание работы

Изучить устройство и принцип действия осветительных светодиодных ламп общего назначения.

Изучить технические данные ламп предназначенных для исследования.

Определить зависимость светотехнических и электрических характеристик исследуемых ламп от изменения питающего напряжения.

Выявить зависимости световой отдачи от значений номинального напряжения.

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему исследования разрядных ламп рисунок 7.1.
2. Включить автоматический выключатель $QF1$.
3. Регулятором напряжения установить номинальное напряжение 230 В.
4. Приготовить секундомер. Одновременно включить автоматический выключатель $QF1$ и секундомер. После того как лампа полностью разгорится, зафиксировать время зажигания лампы t_3 .
5. Отключить автоматический выключатель $QF1$ и снова включить одновременно с секундомером. После того как лампа включится, зафиксировать время повторного включения лампы $t_{н.в.}$.
6. Изменяя напряжение регулятором в пределах от 250 до 210 В с интервалом 10 В фиксировать напряжение, ток, освещенность в контрольной точке ($L = 0,5$ м – расстояние от тела накала до фотоэлемента люксметра).

Измерения производить при трехкратной повторяемости.

7. По опытным данным вычислить:

– полную мощность

$$S = U \cdot I;$$

– световой поток лампы

$$\Phi = 4\pi \cdot E \cdot L^2;$$

– световую отдачу

$$\eta = \frac{\Phi}{P};$$

– коэффициент мощности

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}.$$

Данные измерений и вычисления записать в таблицу 7.2.

Таблица 7.2

Измеренные и вычисленные величины

Тип лампы	Измеренные величины				Вычисленные величины			
	$U, \text{В}$	$I, \text{А}$	$P, \text{Вт}$	$E, \text{лк}$	$S, \text{ВА}$	$\cos \varphi$	$\Phi, \text{лм}$	$\eta, \text{лм/Вт}$
	250							
	240							
	230							
	220							
	210							

По результатам измерений и вычисления (таблица 7.2) построить зависимости тока I , мощности P , коэффициента мощности $\cos \varphi$, светового потока Φ , световой отдачи η от значения напряжения, питающего лампу.

8. Изменяя расстояние от лампы до светочувствительного элемента люксметра в пределах 3,0; 6,0; 9,0 м фиксировать освещенность и коэффициент пульсации люксметром.

9. Прибором типа ТКА-ПКМ произвести измерение ультрафиолетового излучения источника света.

Результаты исследуемых типов ламп занести в таблицу 7.3.

По результатам измерений (таблица 7.3) построить зависимости освещенности E и коэффициента пульсации мощности k_n , от значения высоты подвеса лампы над светочувствительным элементом люксметра.

**Зависимость освещенности, коэффициента пульсации
и УФ- излучения от высоты подвеса лампы**

Тип лампы	Высота подвеса, м	Освещенность, лк	Коэффициент пульсации, $k_{п}$	УФ- излучение, мВт/м ²
	3,0			
	6,0			
	9,0			

Контрольные вопросы

1. Принцип работы ламп ДРИ.
2. Устройство металлогалогенной лампы.
3. Расшифруйте аббревиатуру лампы ДРИ.
4. Каков срок службы ламп ДРИ?
5. Что необходимо для зажигания ламп ДРИ?
6. С помощью чего можно добиться «монохроматических» свечений различных цветов лампы?
7. Где применяются металлогалогенные лампы?
8. Какие существуют особенности подключения ламп ДРИ?
9. Достоинства и недостатки ламп ДРИ.
10. На какую мощность могут изготавливаться лампы ДРИ?

Лабораторная работа № 8

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРЯДНЫХ ЛАМП ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДНАТ

- Цель работы:** 1. Изучить устройство и принцип действия дуговых натриевых трубчатых ламп (ДНАТ).
2. Исследовать схемы включения ламп ДНАТ.

Краткие теоретические сведения

Под натриевой лампой понимают осветительный прибор с обозначением ДНАТ и расшифровкой дуговая натриевая трубчатая лампа. Лампы ДНАТ по внешнему виду схожи с лампами ДРЛ. В натриевых лампах также имеется стеклянная колба эллиптической либо цилиндрической формы, внутри нее располагается разрядная трубка («горелка»), с каждой стороны которой находятся электроды. Эти выводы соединены с резьбовым цоколем. По причине того, что пары натрия оказывают сильное воздействие на стекло, этот материал не применим для изготовления «горелки». Ее изготавливают из поликора (поликристаллической окиси алюминия), что позволяет повысить устойчивость к парам натрия и пропускать до 90% видимого света.

Помимо паров натрия, состав разрядной трубки содержит аргон, чтобы облегчить запуск ламп, а также содержит ртуть или ксенон, что позволяет увеличить световую отдачу. «Горелка» при работе разогревается до 1300 °С и чтобы сохранить ее в целости, из колбы выкачан воздух. Однако сложно поддерживать вакуум пока работает лампа, так как воздух может проникнуть через отверстия. Поэтому для предотвращения этого используются специальные прокладки. Стоит отметить, что при работе лампы ее колба разогревается до 100 °С. При включении импульсного зажигающего устройства (ИЗУ) создается импульсное напряжение, в результате чего образуется дуга. Но первое время натриевые лампы светят слабо, так как вся энергия расходуется на разогрев трубки. Спустя 5-10 минут яркость освещения нормализуется.

Область применения

Лампы ДНАТ находят широкое применение в разных областях. Но чаще всего их используют для организации наружного освещения:

1. Лампочки устанавливают в уличные светильники для освещения дорог, проспектов, шоссе, парков и т. д. Световой поток не уменьшается даже при тумане, ливне или снегопаде.

2. Их используют также в прожекторах аэропортов, подземных переходах, на строительных площадках, придомовых территориях.

3. ДНаТ высокого давления применяются для фоновое освещения больших помещений: спортивные, производственные, торговые комплексы. Их цветопередача выше, поэтому они позволяют различать цвета.

4. Светильники с натриевыми лампами часто применяют для подсветки памятников и других архитектурных сооружений.

5. С помощью натриевых ламп создают искусственное освещение для растений в теплицах или оранжереях. Они содержат большое количество инфракрасного и ультрафиолетового излучения, благодаря чему ускоряется фотосинтез, что положительно влияет на развитие и плодоношение разных культур.

Источники света ДНаТ не применяются в жилых помещениях из-за чрезмерной мощности и искаженной цветопередачи (например, зеленый цвет часто «превращается» в черный или темно-синий).

Срок службы светильников ДНаТ довольно значительный: минимальный срок составляет 14 тысяч часов (это более 1,5 лет), максимальный — до 32 тысяч (более 3,5 лет). При этом длительность работы зависит от внешних условий (при слишком низкой температуре износ будет сильнее), напряжения в электросети и других нюансов.

Технические данные натриевых ламп высокого давления приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1

Технические данные натриевых ламп ДНаТ

Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Тип цоколя	Срок службы, тыс. ч
ДНаТ50	50	4000	E227	6
ДНаТ70	70	6000	E27	10
ДНаТ100	100	10000	E27	10
ДНаТ150	150	15000	E40	15
ДНаТ250	250	26000	E40	20
ДНаТ400	400	50000	E40	20

Схема лабораторной установки

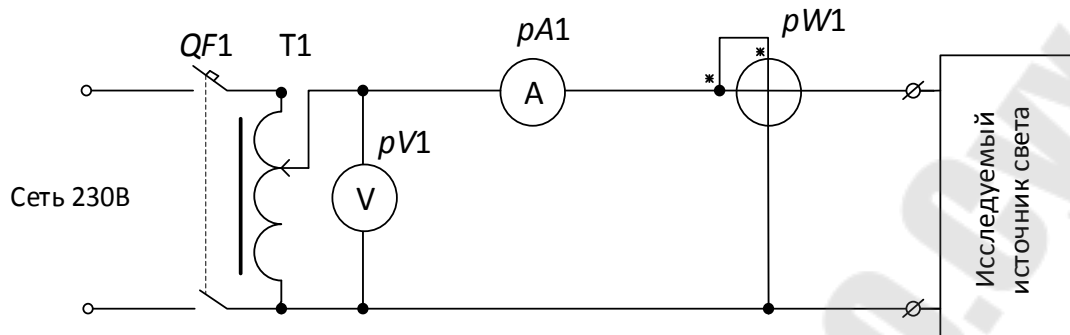


Рис. 8.1. Схема опытов

Содержание работы

Изучить устройство и принцип действия осветительных светодиодных ламп общего назначения.

Изучить технические данные ламп предназначенных для исследования.

Определить зависимость светотехнических и электрических характеристик исследуемых ламп от изменения питающего напряжения.

Выявить зависимости световой отдачи от значений номинального напряжения.

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему исследования разрядных ламп рисунок 8.1.
2. Включить автоматический выключатель $QF1$.
3. Регулятором напряжения установить номинальное напряжение 230 В.
4. Приготовить секундомер. Одновременно включить автоматический выключатель $QF1$ и секундомер. После того как лампа полностью разгорится, зафиксировать время зажигания лампы t_3 .
5. Отключить автоматический выключатель $QF1$ и снова включить одновременно с секундомером. После того как лампа включится, зафиксировать время повторного включения лампы $t_{н.в.}$.
6. Изменяя напряжение регулятором в пределах от 250 до 210 В с интервалом 10 В фиксировать напряжение, ток, освещенность в контрольной точке ($L = 0,5$ м – расстояние от тела накала до фотоэлемента люксметра).

Измерения производить при трехкратной повторяемости.

7. По опытным данным вычислить:
– полную мощность

$$S = U \cdot I;$$

– световой поток лампы

$$\Phi = 4\pi \cdot E \cdot L^2;$$

– световую отдачу

$$\eta = \frac{\Phi}{P};$$

– коэффициент мощности

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}.$$

Данные измерений и вычисления записать в таблицу 8.2.

Таблица 8.2

Измеренные и вычисленные величины

Тип лампы	Измеренные величины				Вычисленные величины			
	$U, В$	$I, А$	$P, Вт$	$E, лк$	$S, ВА$	$\cos\varphi$	$\Phi, лм$	$\eta, лм/Вт$
	250							
	240							
	230							
	220							
	210							

По результатам измерений и вычисления (таблица 8.2) построить зависимости тока I , мощности P , коэффициента мощности $\cos\varphi$, светового потока Φ , световой отдачи η от значения напряжения, питающего лампы.

8. Изменяя расстояние от лампы до светочувствительного элемента люксметра в пределах 3,0; 6,0; 9,0 м фиксировать освещенность и коэффициент пульсации люксметром.

9. Прибором типа ТКА-ПКМ произвести измерение ультрафиолетового излучения источника света.

Результаты исследуемых типов ламп занести в таблицу 8.3.

По результатам измерений (таблица 8.3) построить зависимости освещенности E и коэффициента пульсации мощности k_n , от значения высоты подвеса лампы над светочувствительным элементом люксметра.

Таблица 8.3

Зависимость освещенности, коэффициента пульсации и УФ- излучения от высоты подвеса лампы

Тип лампы	Высота подвеса, м	Освещенность, лк	Коэффициент пульсации, k_n	УФ- излучение, мВт/м ²
	3,0			
	6,0			
	9,0			

Контрольные вопросы

1. Принцип работы ламп ДНаТ.
2. Устройство натриевой лампы.
3. Расшифруйте аббревиатуру лампы ДНаТ.
4. Какие вы знаете технические характеристики ламп ДНаТ?
5. Область применения натриевых ламп.
6. Почему лампы ДНаТ не рекомендованы для освещения помещений, где производится зрительная работа?
7. На какую мощность изготавливаются лампы ДНаТ?
8. Каков срок службы натриевых ламп, и от чего он зависит?
9. Световая отдача ламп ДНаТ.
10. Достоинства и недостатки ламп ДНаТ.

Лабораторная работа № 9

УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ОСВЕЩЕНИЕМ

Цель работы: 1. Изучить способы управления электрическим освещением.

2. Изучить схемы управления наружным освещением

Краткие теоретические сведения

Способы управления освещением производственных помещений

Дистанционное управление освещением

Научно-внедренческое общество «ИНОСАТ» предлагает пульты ПУ-Ин1, предназначенные для дистанционного управления, т. е. включения и отключения групповых линий электрического освещения производственных цехов и участков, имеющих большие пролеты.

Пульты ПУ-Ин1 могут применяться совместно с осветительными щитками и могут управлять шестью трехфазными или однофазными линиями.

Напряжение питания пульта управления 230 В переменного тока.

Пульт имеет изолированную нулевую (N) и связанную с корпусом защитную (PE) шины, что позволяет применять их в трех-пятипроводной системе электроснабжения.

Пульт состоит из вводного автоматического выключателя $QF1$, шести выключателей с фиксированным положением типа «ТУМБ-ЛЕР» и семи комплектов с сигнальной арматурой на светодиодных излучателях.

Для дистанционного включения и выключения групповых линий освещения требуется дополнительно к пульту управления применить электромагнитные пускатели, которые своими главными контактами и будут производить включение или отключение групповых линий. Пульт управления может быть установлен в помещении диспетчера или в другом помещении с дежурным персоналом цеха или участка, а электромагнитные пускатели непосредственно у осветительного группового щитка.

Работает схема следующим образом.

Включением автоматического выключателя $QF1$ (рис. 9.1) подается напряжение на цепи управления и сигнализации. При этом получает питание светодиодный излучатель $VD8$, сигнализируя о подаче

напряжения «Напряжение ВКЛЮЧЕНО». При необходимости включения групповых линий – включаются в ручном режиме выключатели $SB1...SB6$ дежурным персоналом цеха. После чего включаются электромагнитные пускатели, которые включают групповые линии освещения. Катушки электромагнитных пускателей подключаются к выводам $XT11...XT16$ пульта дистанционного управления. Отключение производится этими же выключателями $SB1...SB6$. Включенное состояние групповых линий освещения сигнализируют светодиодные излучатели $VD9...VD14$.

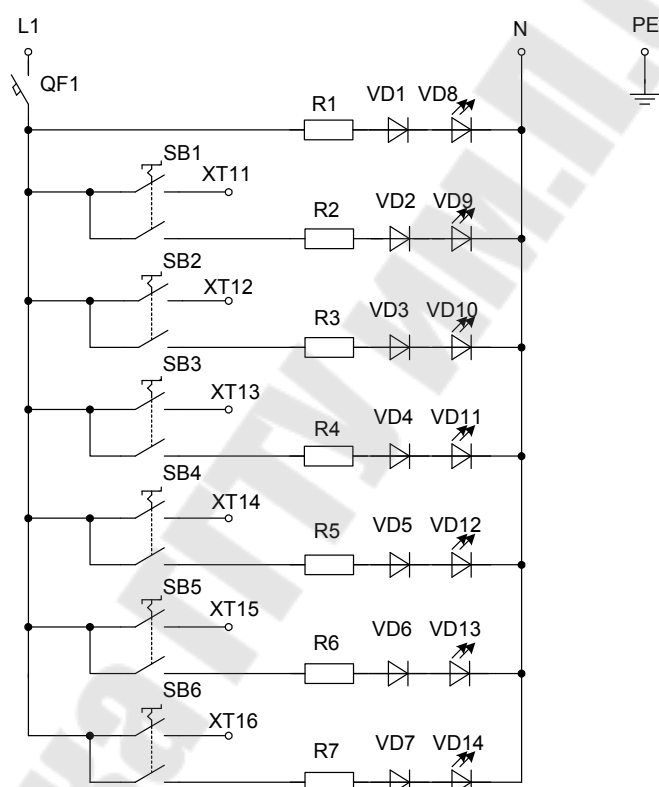


Рис. 9.1. Схема электрическая принципиальная пульта дистанционного управления ПУ-Ин1

Освещение производственных цехов и участков производится светильниками с мощными источниками света – лампами ДРЛ, ДРИ, ДНаТ мощностью 250, 400, 700, 1000 Вт, то питание групповых линий осуществляется по трехфазной системе напряжения с чередованием подключения светильников по фазам $L1, L2, L3$. В этом случае целесообразно будет применить предлагаемую схему (рис. 9.2) включения двух пускателей на одну трехфазную групповую линию. Тогда электромагнитным пускателем КМ1 производится управление све-

тильниками, подключенными к фазам $L1$ и $L2$, а пускателем $KM2$ – светильниками, подключенными к фазе $L3$. При одновременном включении пускателей $KM1$ и $KM2$ включаются все светильники групповой линии. Это позволит более гибко управлять групповыми линиями освещения.

Комбинация «включения – отключения» групповых линий в зависимости от уровня освещенности в помещении позволит существенно снизить электропотребление на электрическое освещение помещений производственных и других зданий.

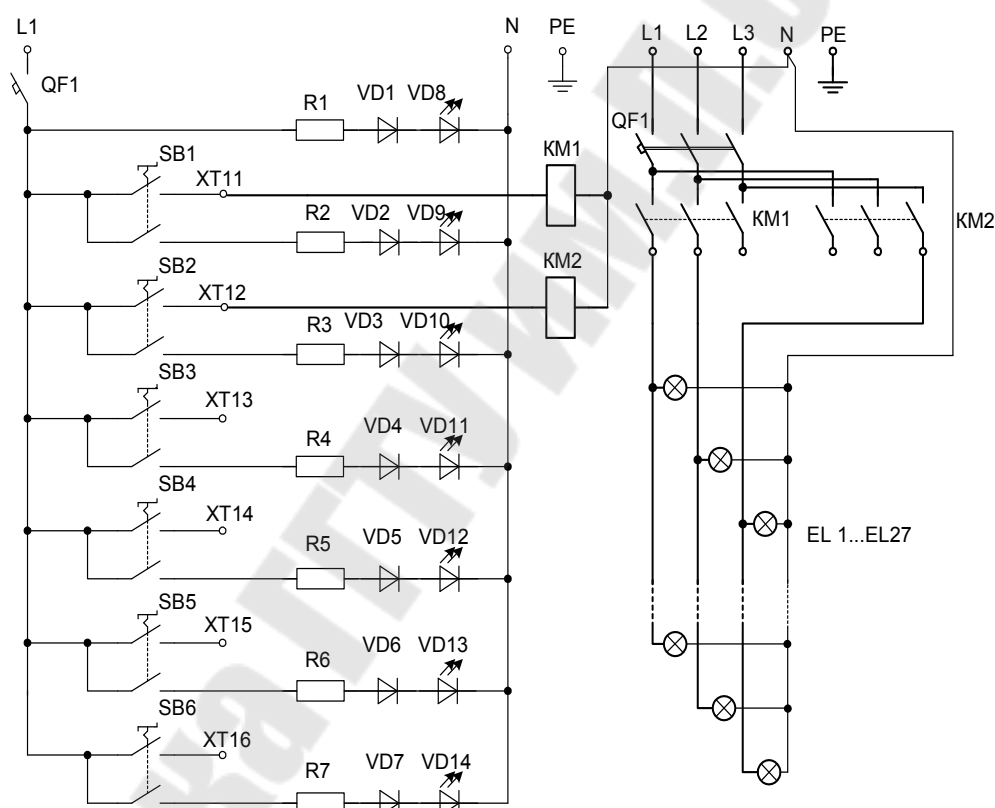


Рис. 9.2. Фрагмент схемы электрической принципиальной дистанционного управления с помощью электромагнитных пускателей

Автоматическое управление

При включении пульта дистанционного управления ПУ-Ин1 совместно со светочувствительным автоматом (рис. 9.3) можно осуществить и автоматическое управление некоторыми групповыми линиями внутреннего освещения в зависимости от уровня естественного и искусственного освещения производственных помещений.

Светочувствительный сумеречный выключатель фирмы «ИНОСАТ-ЭНЕРГО» имеет два независимых канала с двумя нормами регулируемой освещенности. Используется для подачи команд на включение – отключение освещения двух групп светильников, когда освещенность датчика достигает заданного порога.

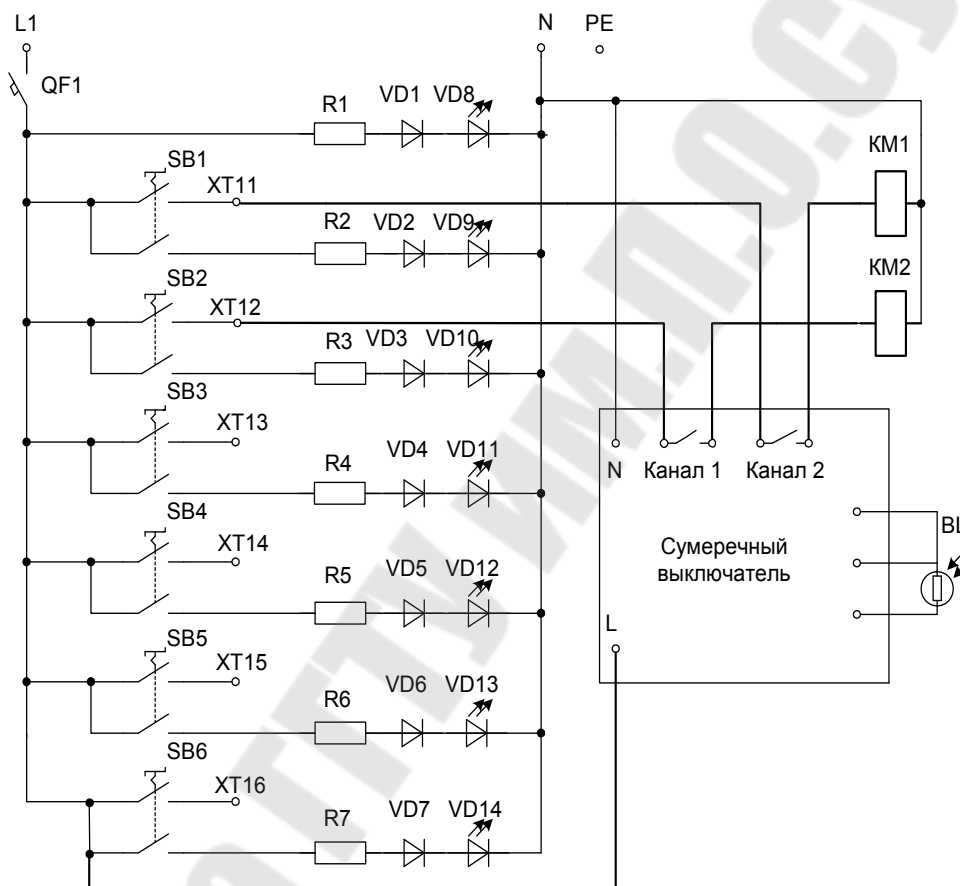


Рис. 9.3. Схема автоматического управления осветительной установкой внутреннего освещения

Технические данные сумеречного выключателя:

- напряжение 230 В переменного тока 50 Гц;
- пределы регулирования по каналу 1 – 2...150 лк, по каналу 2 – 150...7500 лк;
- номинальный ток контактов – 10 А;
- присоединение датчика кабелем 2×0,25 мм² длиной до 100 м.

Для осветительных установок большой мощности с большим количеством групповых линий фирмой «ИНОСАТ» предлагается шестиканальный цифровой блок, предназначенный для построения компактных систем управления освещением.

Освещение мест общего пользования

Освещение мест общего пользования жилых домов, т.е. подъездов и лестничных площадок этажных домов, общественных зданий выполнено по традиционной схеме. В домах до пяти этажей устанавливались светильники типа ПСХ-60 с лампами накаливания на каждой лестничной площадке по одному светильнику. В жилых домах выше пяти этажей устанавливались светильники с лампами накаливания по три светильника на каждой лестничной площадке или светильниками с люминесцентными лампами мощностью 1x18 Вт. Управление освещением, т.е. включение и отключение этих светильников производится выключателями общего пользования, которые устанавливаются на лестничной площадке при входе в подъезд и включают или отключают светильники одновременно на всех лестничных площадках.

Для улучшения рационального использования электрической энергии по освещению мест общего пользования жилых домов, общественных зданий можно применить лестничные автоматы.

Лестничный автомат, схема которого представлена на рис. 8.4, приспособлен для установки в щите освещения, предназначен для поддержания включенным освещение лестничной площадки в течение заданного промежутка времени (в диапазоне от 0,5 до 10 мин.). По истечении заданной уставки времени освещение автоматически выключается, т.е. включение освещения производится вручную, а отключение – автоматически с регулируемой выдержкой времени, которая позволяет подняться на свой этаж и открыть дверь квартиры.

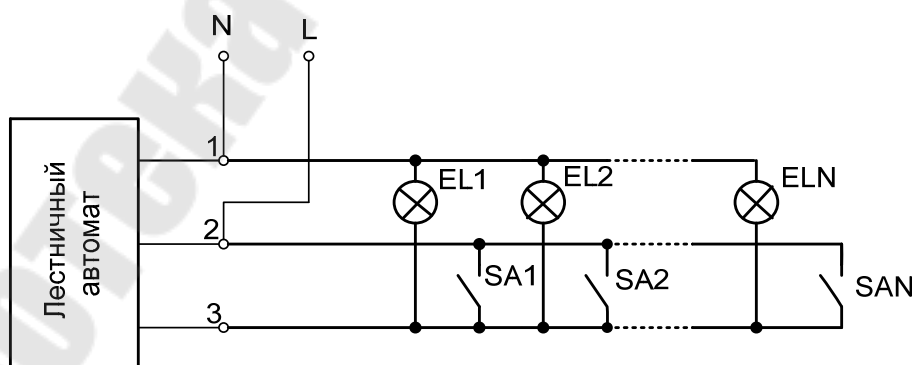


Рис. 9.4. Схема электрическая лестничного автомата управления освещением

Технические данные устройства:

- напряжение питания – 220 В;
- максимальный ток нагрузки – 10 А;
- задержка выключения, регулируемая – 0,5 – 10 мин;
- потребляемая мощность – 0,85 Вт;
- степень защиты – IP65.

Для установки лестничного автомата потребуется дополнительно установить на каждой лестничной площадке выключатели.

Управление наружным освещением

Для управления наружным освещением территории промышленных предприятий применяется, как правило, дистанционное неавтоматическое (ручное) или автоматическое включение и отключение из диспетчерских пунктов предприятия. Диспетчер по индивидуальным линиям осуществляет включение или отключение того или иного участка сети наружного освещения.

Управление наружным освещением населенных пунктов, города выполняется централизованным дистанционным или телемеханическим. В отличие от дистанционного управления, при телемеханическом управлении все команды в виде закодированных электрических сигналов от диспетчера, или управляющей ЭВМ передаются по одному каналу телефонной связи. На объектах управления эти сигналы с помощью специальной аппаратуры преобразуются в команды управления, контроля, измерения, сигнализации.

Включение наружного освещения улиц, дорог, площадей производится при снижении уровня естественной освещенности до 20 лк, а отключение – при повышении освещенности до 10 лк. Нормирование уровня освещенности позволяет автоматизировать управление наружным освещением с помощью фотореле, схема которого приведена на рис. 9.5. Схема блока автоматического управления состоит из фотореле А1, фотодатчика ВЛ1, переключателя, магнитного пускателя сигнальной лампы и групповых автоматических выключателей. При достижении заданного уровня освещенности срабатывает фотореле и производит включение магнитного пускателя К1, который своими контактами включает групповые линии сети освещения.

Схема предусматривает также ручное управление с помощью переключателя SA1.

Для размещения аппаратуры управления наружным освещением электротехнической промышленностью производятся специальные

шкафы наружного освещения (ШНО). Шкафы наружного освещения предназначены для приема, учета и распределения электрической энергии, а также защиты электрических установок при перегрузках и коротких замыканиях в осветительных сетях переменного тока частотой 50 Гц напряжением 380/220 В с глухозаземленной нейтралью.

Схемы шкафа ШНО предусматривают ручное и автоматическое управление электрическим освещением.

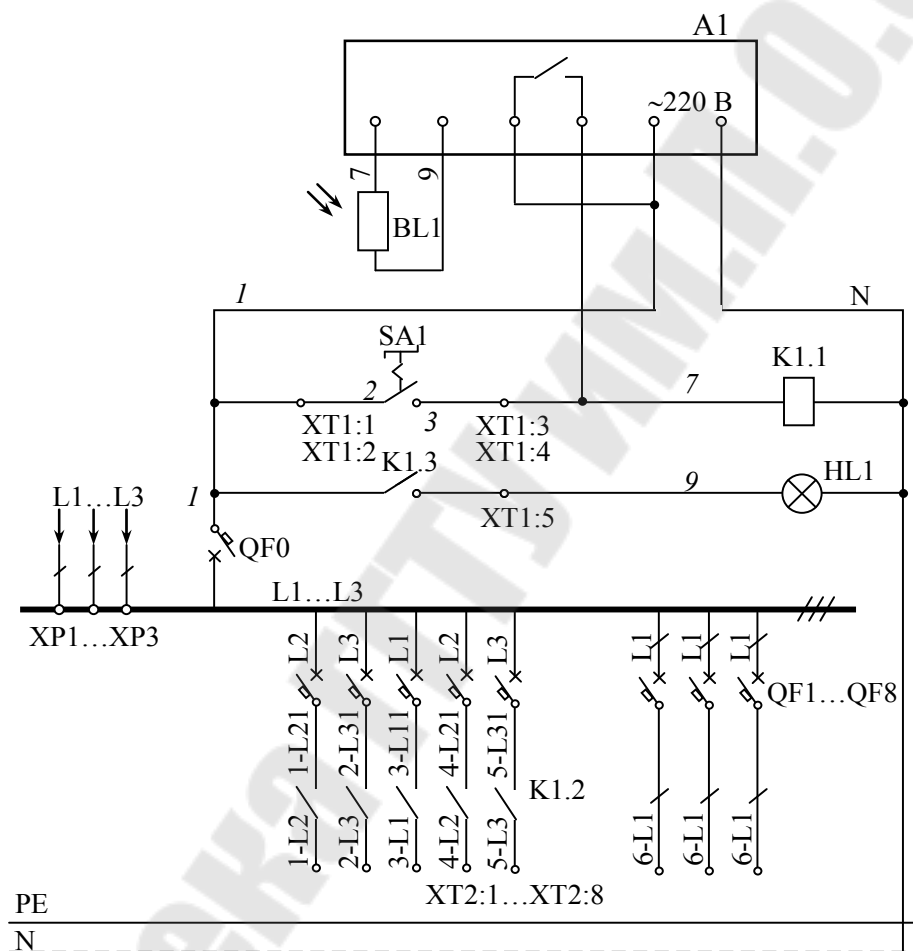


Рис. 9.5. Схема электрическая принципиальная управления наружным освещением с помощью фотореле

Ручное управление возможно при управлении кнопками, установленными на панели управления шкафа.

Каскадное управление (с аппаратурой управления от предыдущего участка) – автоматическое управление осуществляется подачей сигнала от предыдущего участка осветительной сети на реле KV1, KV2, управляющие в вечернем и ночном режиме освещения (рис. 9.6).

Включение вечернего освещения производится включением реле $KV1$, $KV2$ и магнитных пускателей $KM1.1$, $KM2.1$. При ночном режиме управления (с 0.00 до 6.00 утра) – вечернее освещение остается включенным пускателем $KM2.1$, а светильники, включенные пускателем $KM1.1$ по ночному режиму работы отключаются, т.е. отключается одна из фаз трехфазной системы. В результате в ночном режиме электрическое освещение улиц работает по схеме два включены – один отключен.

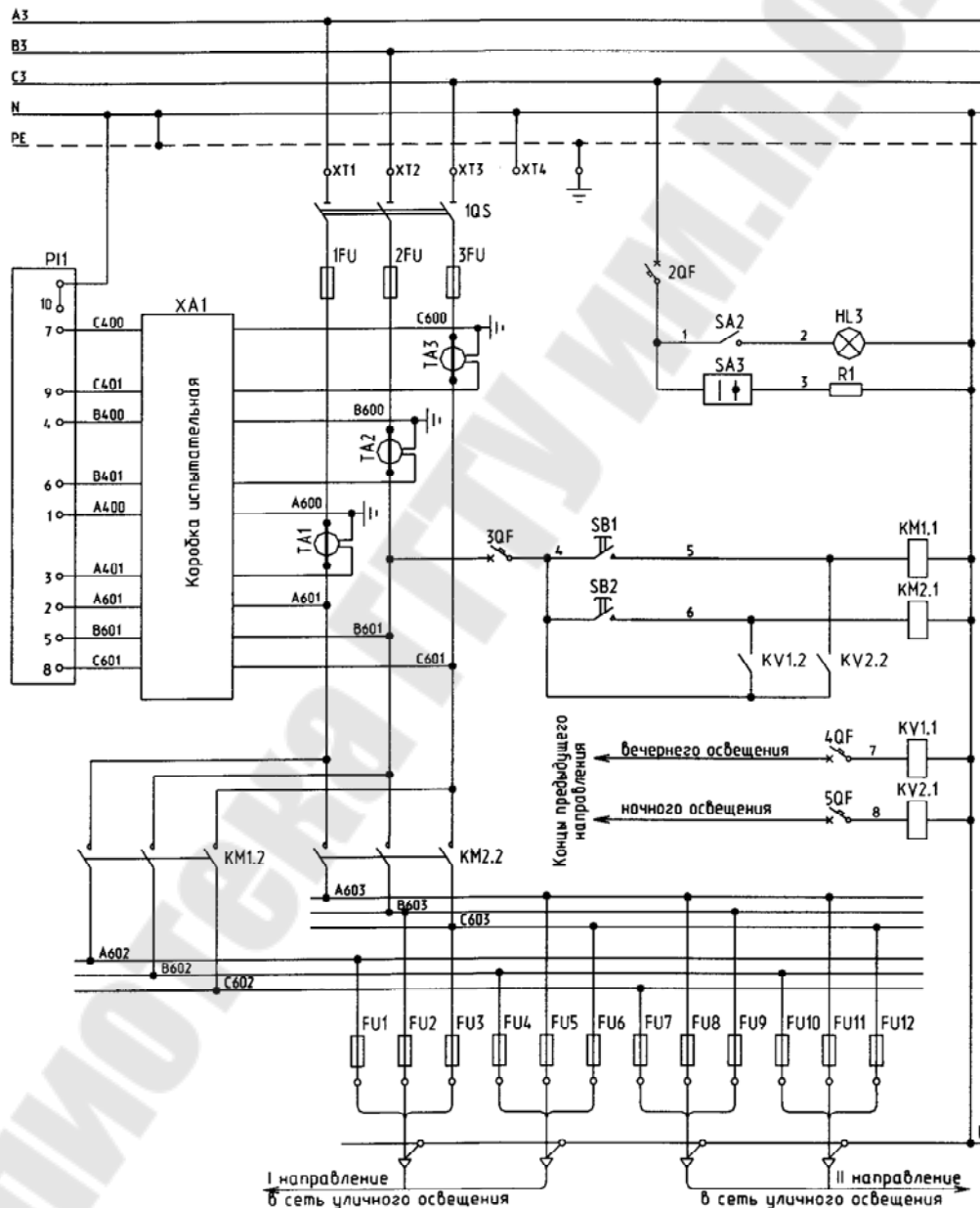


Рис. 9.6. Схема электрическая принципиальная каскадного управления наружным освещением

Порядок выполнения работы

1. Вычертить схемы управления внутренним и наружным электрическим освещением (рис. 9.1–9.6) и пояснить работу схем.

Контрольные вопросы

1. Какие способы управления электрическим освещением применяются в производственных помещениях?

2. Какие способы управления освещением в местах общественного пользования?

3. Как производится управление электрическим освещением с регулированием светового потока?

4. Как осуществляется каскадное управление уличным освещением?

5. Как производится управление вечернего и ночного режимов работы уличного освещения?

ЛИТЕРАТУРА

1. Елкин, В. Д. Электрическое освещение: учеб.-метод. пособие/ В. Д. Елкин, А. В. Иванейчик; М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2020. – 101 с.
2. Ус, А. Г. Электроснабжение промышленных предприятий: практикум/ А. Г. Ус, Ю. Н. Колесник, В. Д. Елкин, В. В. Бахмутская; М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2015. – 410 с.
3. Козловская, В. Б. Электрическое освещение: справочник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – 2-е изд. – Минск: Техноперспектива, 2008.- 271 с.: ил.
4. ТКП 45–2.04–153–2009. Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 59 с.
5. Правила устройства электроустановок / М-во топлива и энергетики РФ. – 6-е изд., доп. и перераб. – М. : Главгосэнергоиздат России, 1998. – 608 с

СОДЕРЖАНИЕ

Порядок подготовки и выполнения работ.....	3
Лабораторная работа № 1	
Исследование ламп накаливания	5
Лабораторная работа № 2	
Исследование галогенных ламп накаливания.....	14
Лабораторная работа № 3	
Исследование светодиодных источников света	19
Лабораторная работа № 4	
Исследование компактных люминесцентных ламп.....	25
Лабораторная работа № 5	
Исследование разрядных люминесцентных ламп низкого давления.....	30
Лабораторная работа № 6	
Исследование разрядных ламп высокого давления ДРЛ.....	36
Лабораторная работа № 7	
Исследование разрядных ламп высокого давления ДРИ.....	42
Лабораторная работа № 8	
Исследование разрядных ламп высокого давления ДНаТ.....	49
Лабораторная работа № 9	
Управление электрическим освещением.....	54
Литература.....	63

**Елкин Валерий Дмитриевич
Гончаренко Юлия Вячеславовна**

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

**Практикум
по выполнению лабораторных работ
для студентов специальности
1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)»
и 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация
энергооборудования организаций»
дневной формы обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 13.12.22.

Рег. № 84Е.
<http://www.gstu.by>