

Примечание

ФГБОУ ВПО СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СВЕТОТЕХНИКА

Учебно-методическое пособие к выполнению
лабораторных работ
для студентов направления подготовки 35.03.06 -
«Агроинженерия»

УДК 621 31.031

Примечание

Рецензент

Профессор И.Г.Минаев

Светотехника: методические указания / сост. В.Н. Авдеева. – Ставрополь: 2020г.

В методических указаниях изложены лабораторные методы исследования газоразрядных ламп низкого давления, способы определения светотехнических характеристик светильников, а также методика расчета освещённости на горизонтальной поверхности.

Методические указания предназначены для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 110302.65 – Электрификация и автоматизация сельского хозяйства.

УДК 621 31.031

Лабораторная работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТИЛЬНИКА

Цель работы: 1) научиться определять опытным путём основные светотехнические характеристики светильника; 2) научиться определять, используя справочную литературу, основные эксплуатационные характеристики светильника.

Общие сведения

Световые приборы – многочисленная группа светотехнических изделий, имеющих огромное народнохозяйственное значение. Без современных световых приборов (СП) невозможно рационально и высококачественно выполнить осветительную установку (ОУ), которая обеспечивает требуемые условия освещения и сигнализации во всех сферах народного хозяйства и быта.

Эффективность использования электрической энергии для освещения, облучения и сигнализации в значительной мере определяется номенклатурой и параметрами СП.

В светотехнических установках страны используется более 1,5 млрд. различных СП, выпуском СП заняты десятки тысяч человек, работающих более чем на 200 предприятиях [1].

Световым прибором называется устройство, содержащее источник света (лампу) и светотехническую (осветительную) арматуру и предназначенное для освещения или световой сигнализации. Световая арматура перераспределяет свет лампы в пространстве, защищает лампу от воздействия окружающей среды, механических повреждений, обеспечивает крепление лампы и подключение к электрической сети.

По основной светотехнической функции СП делятся на приборы для освещения (осветительные приборы) и приборы для световой сигнализации (светосигнальные приборы).

3

По характеру светораспределения осветительные приборы делятся на светильники, прожекторы и проекторы.

Светильник – это осветительный прибор, перераспределяющий свет лампы (ламп) внутри больших телесных углов (до 4π) и обеспечивающий угловую концентрацию светового потока с коэффициентом усиления не более 30 для круглосимметричных и не более 15 для симметричных приборов. Коэффициент усиления $K_{ус}$ характеризует усиление светильником силы света лампы в данном направлении.

Прожектор – СП, перераспределяющий свет лампы внутри малых телесных углов и обеспечивающий угловую концентрацию светового потока с коэффициентом усиления более 30 для круглосимметричных и более 15 для симметричных приборов.

Светильник – это осветительный прибор, представляющий собой совокупность источника света (лампы) и световой арматуры.

К основным характеристикам светильника относятся: светотехнические, электротехнические, эксплуатационные, технико – экономические.

Светотехническими характеристиками светильников являются их кривые силы света (КСС), распределение светового потока между верхней и нижней полусферами, защитный угол и коэффициент полезного действия.

К **электротехническим характеристикам** относят: допустимое напряжение светильника $U_{доп}$, предельно допустимую мощность лампы светильника $P_{л}$.

Эксплуатационные характеристики можно разделить: на характеристики безопасности, характеристики по защите от воздействия среды, характеристики надёжности работы.

К эксплуатационным характеристикам светильника *по безопасности* относятся: электрическая безопасность светового прибора; взрывозащищён-

4

Оглавление

<i>Лабораторная работа №1</i>	
Определение основных характеристик светильника.....	3
<i>Лабораторная работа №2</i>	
Исследование люминесцентных ламп низкого давления.....	17
<i>Лабораторная работа №3</i>	
Исследование дуговой ртутной люминесцентной лампы высокого давления.....	23
<i>Лабораторная работа №4</i>	
Методика расчета освещенности горизонтальной поверхности.....	27

Если расчетная точка освещается несколькими светильниками, суммарная условная освещенность определяется из выражения:

$$\sum e_A = \frac{I_{a_1} \cdot \cos^3 a_1}{h^2} + \frac{I_{a_2} \cdot \cos^3 a_2}{h^2} + \dots + \frac{I_{a_i} \cdot \cos^3 a_i}{h^2}$$

Расчетные данные занести в таблицу 1.

1. Аналогично как в пункте 3 выполнить расчет освещенности для точек А, В, С при двух крайних работающих светильниках. Полученные данные занести в таблицу 1.
2. Сравнить экспериментальные и расчетные данные и сделать выводы по работе.

Содержание отчета

1. Название, цель работы.
2. Рисунок и таблица.
3. Расчет освещенности точечным методом.
4. Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Порядок расчета освещения производственного помещения точечным методом, методом коэффициента использования светового потока и методом удельной мощности.
2. Порядок расчета освещенности в расчетной точке.

Литература

1. Козинский В. А. Электрическое освещение и облучение. – М.: Агропромиздат, 1991.
2. Жилинский Ю. М., Кумин В.Д. Электрическое освещение и облучение. - М.: Колос, 1982. – 272 с.

ность; пожарная безопасность; механическая безопасность.

К эксплуатационным характеристикам светильника *по защите от воздействия среды* относятся: степень защиты (степень герметизации) от попадания пыли; степень защиты от попадания воды (влаги). Защита от пыли и воды обеспечивается, как правило, различной степенью герметизации внутреннего объема СП или его отдельных полостей.

В соответствии с классификацией электрического оборудования установлены одновременно степени защиты оборудования и от пыли и степени защиты персонала от соприкосновения с находящимися под напряжением частями, расположенными внутри светильника. Степень защиты СП характеризуется двумя цифрами: первая цифра обозначает подкласс СП по степени защиты от пыли и от прикосновения с находящимися под напряжением СП; вторая – степень защиты СП от проникновения воды. Для обозначения степени защиты перед двумя цифрами ставятся буквы IP (International Protection – международная защита). Например, IP 20. Такой шифр присваивается светильнику, у которого: степень защиты от пыли (первая цифра - 2) – пылезащищенный; степень защиты от проникновения воды (вторая цифра – 0) – защита отсутствует. Вторым примером – IP 54. Такой светильник полностью пылезащищен, полностью исключена возможность соприкосновения с частями СП, находящимися под напряжением (первая цифра - 5), этот светильник изготовлен в

брызгозащищённом исполнении (вторая цифра -4), т.е. он защищает внутреннюю часть от капель или брызг, падающих под любым углом /2/.

Под эксплуатационной характеристикой *по надёжности работы* понимают долговечность, которая характеризуется либо сроком службы, либо ресурсом.

Программа работы

1. Ознакомиться с устройством и принципом действия лабораторной установ-

5

ки.

2. Определить основные электротехнические и эксплуатационные характеристики светильника.

3. Определить опытным путём тип кривой силы света светильника и лампы.

4. Вычертить в полярных координатах кривые силы света светильника и лампы, сравнить их с типовыми кривыми (ГОСТ 17677-82). Сделать вывод.

5. Рассчитать число светильников для помещения, параметры которого получить у преподавателя.

6. Определить коэффициент полезного действия и защитный угол светильника. Сравнить результаты расчёта со справочными данными.

7. Сделать выводы по работе.

Порядок выполнения работы

1. Включить стенд, с помощью автотрансформатора установить номинальное напряжение $U_{ном}$ для источника света исследуемого светильника. Выключить стенд.

2. Собрать электрическую схему лабораторной установки (рисунок 1).

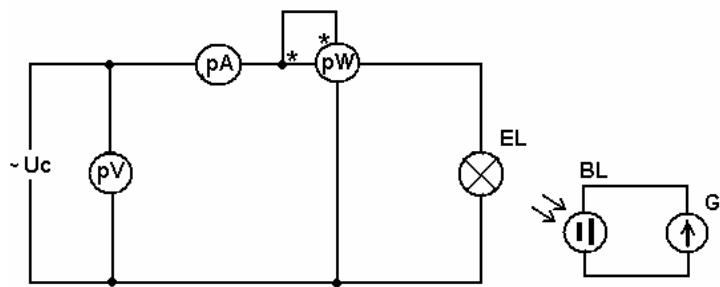


Рисунок 1 – Электрическая схема лабораторной установки

6

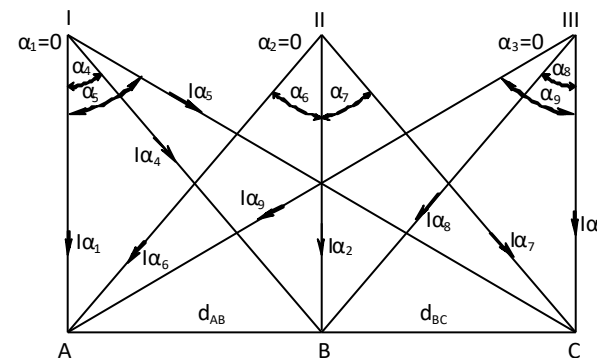


Рисунок 1 – Расположение светильников над рабочей поверхностью

3. Включить только два крайних светильника и измерить освещенность в контрольных точках.

4. По формуле (2) выполнить расчет освещенности для точек А, В, С при трех включенных светильниках. Условная освещенность e , входящая в выражение (2), создается условной лампой, имеющей световой поток $\Phi = 1000$ лм, и определяется как:

$$e = \frac{I_a \cdot \cos^3 \alpha}{h^2} \quad (3)$$

где I_a – условная сила света светильника в направлении контрольной точки, определяемая по кривой силы света (КСС) данного типа светильника, кд.

α – угол между осью светильника и линией, соединяющей световой центр светильника с контрольной точкой, град.

h – расчетная высота подвеса светильника, м.

31

1. характеристике КСС приводят все значения e_{100} к e по формуле 1.
2. Определяют для каждой расчетной точки значение Σe .
3. С учетом заданного потока лампы, КПД осветительного прибора для нижней полусферы, принятого коэффициента запаса, коэффициента добавочной освещенности $\mu = 1,05 \dots 1,1$ освещенность определяют как

(2).

Программа работы

1. Изучить устройство и принцип действия люксметров Ю-116, Ю-117.
2. С помощью люксметра измерить освещенность в контрольных точках (рис.1).
3. Точечным методом рассчитать освещенность в контрольных точках.
4. Сделать выводы по работе.

Порядок выполнения работы

5. Включить все светильники лабораторной установки. Люксметром измерить освещенность в контрольных точках А, В, С (рис.1). Данные занести в таблицу 1.

Таблица 1

Значение уровня освещённости в рабочих точках А, В, С

Количество включённых светильников	Измерить			Рассчитать		
	E_A	E_B	E_C	E_A	E_B	E_C
	лк	лк	лк	лк	лк	лк
Включены все светильники						
Включены два крайних светильника						

30

3. Включить стенд и снять показания люксметра для различных положений датчика люксметра, который перемещается по радиусу вокруг источника света (лампы). Показания люксметра снимать через каждые 10° , начиная с пяти градусов. Данные занести в таблицу 1. Выключить стенд.
4. Подготовить светильник для лабораторного эксперимента. Включить стенд и снять показания люксметра для различных положений датчика люксметра, который перемещается по радиусу вокруг светильника (по аналогии с методикой снятия показаний люксметра в пункте 3). Данные занести в таблицу 1. Выключить стенд.
5. Зная значения освещённости для различных углов α , под которым находился датчик люксметра относительно лампы и светильника, определить значения силы света I_a для каждого из этих углов α , используя выражение

$$I_a = E_a \cdot l^2$$

где E_a – освещенность датчика люксметра, лк;

l -расстояние от источника света до датчика люксметра, м.

Результаты вычислений занести в таблицу 1 в соответствующие строчки для лампы и светильника. По этим результатам вычислений построить кривую силы света (КСС) для лампы и светильника в полярных координатах в относительных единицах. В качестве примера использовать рисунок 2 методического указания, на котором приведены типовые КСС по ГОСТ 13828-74.

6. Определить, к какому типу КСС (ГОСТ 13828-74) относятся кривые силы света исследуемых лампы и светильника. Для этого необходимо вначале вычислить коэффициент формы K_f КСС, под которым понимают отношение максимальной силы света I_{max} , излучаемой лампой (светильником) в меридиальной плоскости, к среднеарифметическому значению силы света I_{cp} для той же плоскости.

Таблица 1

Освещённость, сила света, световой поток отдельных зон для лампы и светильника

Прибор	Измеренная величина	Угол (β , град.), соответствующий середине зон																	
		5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	135	145	155	165	175
Лампа, тип, марка	E , лк																		
	I_{β} , кд																		
	Δ																		

Светильник, марка, ровка	E , лк																		
	I_{β} , кд																		
	Δ																		

Среднее значение силы света I_{cp} для лампы и светильника в нижнюю полусферу, т.е. в диапазоне от нуля градусов до 90, определяется из выражения

$$I_{cp} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi/2} I_{\alpha} \sin^2 \alpha \, d\alpha$$

где I_{α} – значения силы света для углов α , равных 5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85 градусам, кд.

8

элемент которой описывается своими КСС в продольной и поперечной плоскостях.

Когда необходимо рассчитать освещенность в точке поверхности, применяется точечный метод, суть которого сводится к вычислению суммарной освещенности, определяемой значениями сил света всех точечных излучателей, освещающих эту точку. Инженерный расчет освещенности предполагает использование таблиц или графиков, в которых приводятся значения условной освещенности e_{100} , рассчитанной для излучателя, имеющего во всех направлениях силу света 100 или 100000 кд. Условная освещенность для реальной характеристики светораспределителя светового прибора.

$$e = e_{100} \frac{I_a}{100}, \quad (1)$$

где I_a – сила света, кд.

Распределение силы света I_a кругло-симметричных световых приборов для типовых КСС с $\Phi = 1000$ лм приведено в соответствующей литературе. Приведенная в литературе группировка светильников по этим типам кривых, данные об источниках света и КПД источников света в нижнюю полусферу позволяют осуществить расчет по следующей методике:

4. На масштабном чертеже (плане помещения) с обозначенным размещением осветительных приборов выбирают контрольные точки и измеряют расстояние d от проекции точек осветительного прибора на чертеже до контрольных точек.
5. По заданному параметру h и значениям d из соответствующих таблиц выписывают значения e_{100} , которые могут вносить заметный вклад в создание освещенности.
6. Для принятой группы осветительных приборов по классификационной

29

1. Неточность учета расположения расчетной поверхности. Неточность геометрических и оптических характеристик затеняющих объектов.
2. Колебания электрических параметров сети.
3. Неточность данных о характеристиках поглощающей среды, через которую распространяется свет.
4. Степень точности принимаемого для расчета значения коэффициента запаса K_3 .

Основные факторы, влияющие на точность и качество светотехнических расчетов и зависящих от способа расчета:

1. Степень точности используемых методов интерполяции.

2. Степень точности представления КСС осветительного прибора при их аппроксимации формулой.
3. Размер шага в графиках, номограммах и таблицах, используемых в расчетах, и принятая точность при их составлении.
4. Полнота учитываемых способом факторов.
5. Учитываемая разрядность числовых значений.
6. Минимизация неравномерности распределения освещенности в пределах зон постоянства их нормируемого значения.
7. Степень точности определения угловых параметров, учитываемых в расчетах.

Все методы и способы светотехнических расчетов, основанные на лучевом представлении процесса распространения света, используют в своей основе векторное описание сил света излучателей. В тех случаях, когда размеры светящей поверхности осветительного прибора не превышают 2 десятых расстояния до освещаемой точки, этот осветительный прибор может представляться точечным излучателем и характеризоваться КСС. Если один из линейных размеров излучателя превышает указанное значение, излучатель рассматривается как светящая линия, каждый

28

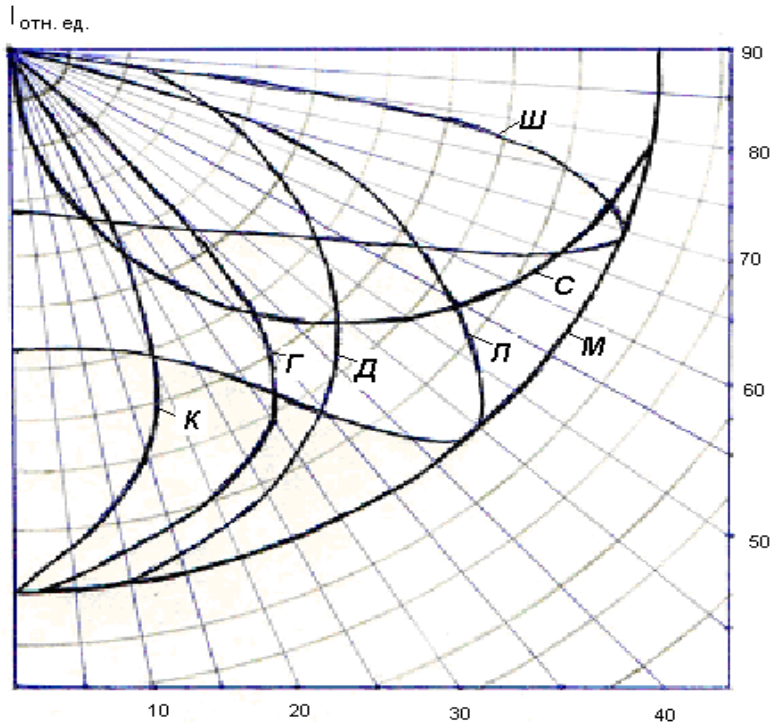


Рисунок 2 – Типы КСС (в отн. ед.) по ГОСТ 13828-74

Максимальные значения силы света I_{\max} для нижней полусферы находят в таблице 1 в диапазоне от пяти градусов до 85.

Следовательно, зная значения $I_{\text{ср}}$ (для лампы и светильника) и значения I_{\max} (для лампы и светильника), можно вычислить коэффициент формы K_{ϕ} кривой силы света лампы и светильника по выражению

$$K_{\phi} = \frac{I_{\max}}{I_{\text{ср}}}$$

Затем, по значению коэффициента формы K_{ϕ} и зонам возможных направлений максимальной силы света, по таблице 2 определяют тип КСС лампы и светильника.

Типы КСС светильника

Обозначение типа КСС	Наименование типа КСС в верхней и нижней полусферах	Зоны возможных направлений максимальной силы света	Значение коэффициентов формы КСС
К	концентрированная	0-15	$K_{\phi} \geq 3$
Г	глубокая	0-30, 180-150	$2 \leq K_{\phi} < 3$
Д	косинусная	0-35, 180-145	$1,3 \leq K_{\phi} < 2$
Л	полуширокая	35-55, 145-125	$K_{\phi} \geq 1,3$
Ш	широкая	55-85, 125-195	$K_{\phi} \geq 1,3$
М	равномерная	0-90, 180-90	$K_{\phi} \leq 1,3$, при этом $I_{\min} > 0,7I_{\max}$
С	синусная	70-90, 110-90	$K_{\phi} < 1,3$, при этом $I_0 > 0,7I_{\max}$

Например, по расчётам определили, что коэффициент формы K_{ϕ} светильника равен 2,5, а максимальная сила света светильника заключена в зоне от нуля градусов до 30 градусов (это можно определить или из таблицы 1, или из кривой силы света, которая была построена в полярных координатах). Далее, в таблице 2 в графе «Значение коэффициента формы КСС» находим *строчку*, в которой коэффициент формы удовлетворяет неравенству $2 \leq K_{\phi} < 3$, так как $2 \leq 2,5 < 3$; а в *графе* «Зоны возможных направлений максимальной силы света» - *строчку* «0...30». Таким образом, в *графе* «Наименование типа КСС в верхней и нижней полусферах» определяем, что для светильника, у которого $K_{\phi} = 2,5$, а зона с максимальными значениями силы света находится в диапа-

Лабораторная работа №4

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОСВЕЩЕННОСТИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Цель работы: освоить методику расчета освещенности горизонтальной поверхности.

Общие сведения

При светотехнических расчетах в зависимости от назначения установок и нормативных требованиях к ним, должны определяться значения освещенности в характерных точках на горизонтально, вертикально или наклонно расположенных поверхностях, среднее значение освещенности и других качественных показателей установок.

Светотехническая часть расчетов осветительных установок в основном предопределяет технико-экономическую эффективность проектируемых установок. Расчетам должен предшествовать подготовительный этап, заканчивающийся выбором способа расчета.

Точность и качество светотехнических расчетов зависит от факторов, которые можно разделить на две группы: **независимые от способа**

расчета и зависимые от способа расчета. К первым относятся:

5. Отклонения светотехнических характеристик источников света от номинальных (допуск до +20%).
6. Отклонение значений КПД осветительных приборов и их КСС от каталожных данных.
7. Недостаточность представления в каталогах фотометрических характеристик осветительного прибора для правильной интерполяции значений сил света и зональных потоков.
8. Приближенность (условность) данных об оптических характеристиках поверхностей, влияющих на результаты расчета.

Контрольные вопросы.

1. Назначение элементов схемы включения в сеть лампы ДРЛ.
2. Устройство, принцип действия, применение ламп типа ДРЛ.
3. Достоинства, недостатки исследуемой лампы.
4. Используя графики, дать физическое объяснение экспериментальным зависимостям, полученным при выполнении работы.

Литература

1. Козинский В. А. Электрическое освещение и облучение. – М.: Агропромиздат, 1991.
2. Жилинский Ю. М., Кумин В.Д. Электрическое освещение и облучение.-М.: Колос, 1982. – 272с.

зоне от 0 до 30 градусов, КСС – «Глубокая».

7. Эту информацию необходимо использовать при расчёте оптимального количества светильников в производственном помещении.

Известно [1], что оптимальное расстояние между светильниками $L_{опт}$ рассчитывается по выражению

$$L_{опт} = \lambda_c \cdot h,$$

где λ – относительное светотехнически наивыгоднейшее расстояние между светильниками в ряду (между рядами), отн. ед.

h – расчётная высота подвеса светильника, м;

Относительные светотехнически наивыгоднейшие расстояния λ для светильников с различными типовыми КСС приведены в таблице 3.

Таблица 3

Рекомендуемые значения λ для светильников с типовым КСС

Типовая кривая КСС	λ_c^*	λ_c^{**}
Концентрированная - К	0,6	0,6
Глубокая - Г	0,9	1,0
Косинусная - Д	1,4	1,6
Полуширокая - Л	1,6	1,8
Равномерная - М	2,0	2,6

* – лямбда светотехническая;

** – лямбда экономическая

Значение расчётной высоты h необходимо получить у преподавателя.

Зная $L_{опт}$, можно определить (при использовании круглосимметричных светильников) число рядов светильников n_a и число светильников в ряду n_b по выражениям

$$n_a = \frac{A}{L_{опт}} + 1,$$

$$n_b = \frac{B - 2l'}{L_{опт}} + 1,$$

где A и B – соответственно длина и ширина помещения (габаритные размеры A и B задаются преподавателем), м;

l' и l'' – соответственно расстояние от стены до ряда светильников и от торцевой стены до последнего (первого) светильника в ряду, м.

Общее число светильников в помещении N можно определить как

$$N = n_a \cdot n_b$$

8. Коэффициент полезного действия светильника $\eta_{св}$ определяют как отношение светового потока светильника $\Phi_{св}$ к световому потоку лампы Φ_u , выраженный в процентах, т.е.

$$\eta_{св} = \frac{\Phi_{св}}{\Phi_u} \cdot 100\%,$$

где $\Phi_{св}$ – световой поток светильника, лм;

Φ_u – световой поток лампы, лм.

Световые потоки исследуемых лампы и светильника могут быть определены с использованием известных значений силы света. В таблице 1 по итогам вычислений занесены значения силы света I_α для углов α , равных 5, 15, 25, ... 85 градусов. Эти значения углов α являются средними для отдельных зон. Так угол $\alpha = 5^\circ$ является средним для зоны с углами $\alpha_1 = 0^\circ$ и $\alpha_2 = 10^\circ$, угол $\alpha = 15^\circ$ является средним для зоны с углами $\alpha_1 = 10^\circ$ и $\alpha_2 = 20^\circ$, а угол $\alpha = 25^\circ$ является средним для зоны с углами $\alpha_1 = 20^\circ$ и $\alpha_2 = 30^\circ$ и т. п.

Известно [1], что световой поток зоны, ограниченный углами α_1 и α_2 можно определить по формуле

$$\Delta\Phi_{\alpha_1-\alpha_2} = I_\alpha \cdot \Omega_{\alpha_1-\alpha_2}$$

P - мощность схемы, Вт;

U_L - напряжение на лампе, В;

U_c - напряжение в сети, В.

$$2. \Delta P_{\text{бл}}^* = 1 - \frac{U_L}{U_c}$$

$$3. \gamma_c = \frac{1}{1 - \frac{U_L}{U_c}}$$

Таблица 2

Пусковые характеристики лампы типа ДРТ

Данные опыта						Расчетные данные		
U_c	t	I	U_c	P	$U_{\text{бл}}$	$\cos \varphi$	γ_c	$\Delta P_{\text{бл}}^*$
В	мин	А	В	Вт	В	-	-	-

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Схема лабораторной установки (рис.1).
3. Таблица.
4. Формулы, используемые при расчетах.
5. Графики снятых зависимостей: ДРЛ – I , U_L , $U_{\text{бл}}$, $P_{\text{сх}}$, P_L , $\Delta P_{\text{бл}}^* = f(U_c)$.
6. Выводы по работе.

С этой целью с момента пуска через каждую минуту необходимо записывать показания приборов до установившегося режима работы лампы. Процесс разгорания лампы считается законченным при неизменных показаниях всех измерительных приборов.

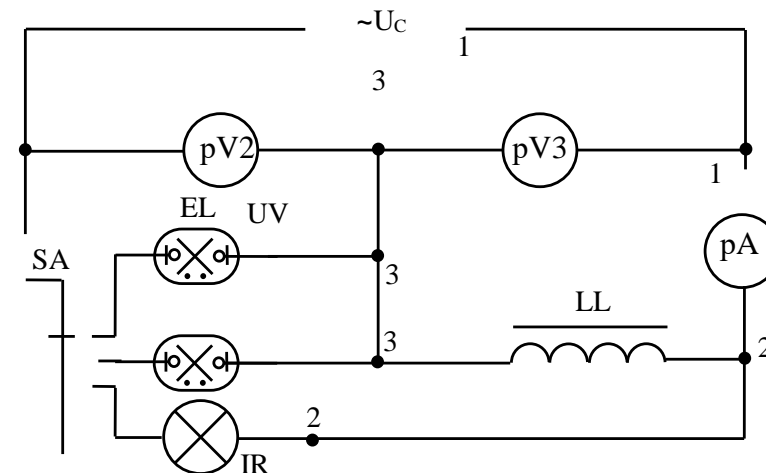


Рисунок 1 – Схема установки

5. Рассчитать и занести в таблицу 2 коэффициент нестабильности γ_c и мощность потерь в относительных единицах в балластном сопротивлении $\Delta P_{\text{бл}}^*$ для установившегося режима, используя выражения:

$$1. \Delta P_{\text{бл}}^* = P \left(1 - \frac{U_L}{U_c} \right)$$

где $\Delta P_{\text{бл}}$ -мощность потерь в балласте, Вт;

P - мощность схемы, Вт;

где $\Delta\Phi_{\alpha_1-\alpha_2}$ – световой поток зоны, лм;

I_α – сила света для угла α , который является *средним* для зоны, ограниченной углами α_1 и α_2 , кд;

$\Omega_{\alpha_1-\alpha_2}$ – значение телесного угла, соответствующего зоне, которая ограничена плоскими углами α_1 и α_2 , стерadian (ср).

Значения телесных углов $\Omega_{\alpha_1-\alpha_2}$ для различных зон приведены в таблице 4.

Далее вычисляют световые потоки для отдельных зон $\Delta\Phi_{\alpha_1-\alpha_2}$, результаты вычислений заносят в соответствующую строчку таблицы 1.

Зная значения световых потоков отдельных зон $\Delta\Phi_{\alpha_1-\alpha_2}$, можно определить световые потоки лампы и светильника как сумму световых потоков всех зон отдельно для лампы и светильника, т.е.

где n – число принятых зон, $n = 18$.

Результаты расчётов световых потоков лампы и светильника занести в

соответствующую *строчку* графы $\sum_{n=1}^{n=18} \Delta\Phi_{\alpha_1-\alpha_2}$ таблицы 1.

По известным значениям световых потоков лампы и светильника определить коэффициент полезного действия светильника η_{ce} .

9. Для определения защитного угла γ исследуемого светильника можно использовать формулу

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{h'}{R+r},$$

где h' – расстояние от уровня выходного отверстия светильника до центра лампы (до нити накаливания), м;

R – радиус выходного отверстия светильника, м;

r – радиус светящегося тела (окружности, образованной нитью накаливания), м.

Таблица 4

Значение телесных углов для различных зон

Пределы зоны α_1 и α_2 , градусы	Середина зоны, градусы	Телесный угол Ω_α зоны, стерadianы	Пределы зоны α_1 и α_2 , градусы	Середина зоны, градусы	Телесный угол Ω_α зоны, стерadianы
0-10	5	0,095	90-100	95	1,091
10-20	15	0,283	100-110	105	1,058
20-30	25	0,463	110-120	115	0,992
30-40	35	0,628	120-130	125	0,897
40-50	45	0,774	130-140	135	0,774
50-60	55	0,897	140-150	145	0,628
60-70	65	0,992	150-160	155	0,463
70-80	75	1,058	160-170	165	0,283
80-90	85	1,091	170-180	175	0,095

На рисунке 4 показаны параметры светильника, которые используют для определения защитного угла светильника γ .

Лабораторная работа № 3

ИССЛЕДОВАНИЕ ДУГОВОЙ РТУТНОЙ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ ЛАМПЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Цель работы: исследовать электротехнические и светотехнические характеристики люминесцентной лампы высокого давления типа ДРЛ.

Общие сведения

В качестве источников видимого излучения - света широко распространены лампы ДРЛ (дуговые ртутные люминесцентные).

Дуговая ртутная лампа (ДРЛ) предназначена для наружного освещения, закрытых помещений и объектов, где не требуется высокого качества цветопередачи.

Достоинствами ламп ДРЛ являются: сравнительно высокая светоотдача (до 55лм/Вт), большой срок службы (больше 10000 часов), компактность, нечувствительность к условиям окружающей среды. Недостатки: неудовлетворительная цветопередача из-за отсутствия в спектре красных лучей, большие пульсации светового потока к концу срока службы, чувствительность к снижению питающего напряжения. На основе ламп ДРЛ созданы лампы типа ДРЛФ, ДРФ, ДРИ.

Методика выполнения работы

1. Изучить конструкцию лампы ДРЛ.
2. Изучить лабораторную установку и собрать электрическую схему для исследования лампы ДРЛ.
3. Установить напряжение 220 В. Включить схему в сеть.

4. Снять пусковые характеристики: напряжение лампы U_l , ток I , мощность схемы $P_{сх}$, напряжение балласта $U_{бл}$ в функции времени.

Содержание отчета.

1. Название и цель работы.
2. Схема лабораторной установки.
3. Таблицы 1, 2.
4. Графические зависимости $I, P_{сх}, P_l, U_l, E, \cos \varphi = f(U_c)$.
5. Расчет величины емкости C .
6. Векторная диаграмма токов при включенном конденсаторе C и без него.
7. Краткие выводы по работе.
- 8.

Контрольные вопросы.

1. Устройство и принцип действия люминесцентной лампы.
2. Работа стартерной схемы включения люминесцентной лампы.
3. Как повысить коэффициент мощности установок с люминесцентными лампами? Показать векторными диаграммами снижение реактивной составляющей тока при включении конденсатора C .
4. Как изменяются основные электрические и светотехнические характеристики люминесцентных ламп при изменении напряжении сети и почему?

Литература.

1. Козинский В. А. Электрическое освещение и облучение. – М.: Агропромиздат, 1991.
Жилинский Ю. М., Кумин В.Д. Электрическое освещение и облучение. – М.: Колос, 1982. – 272 с.

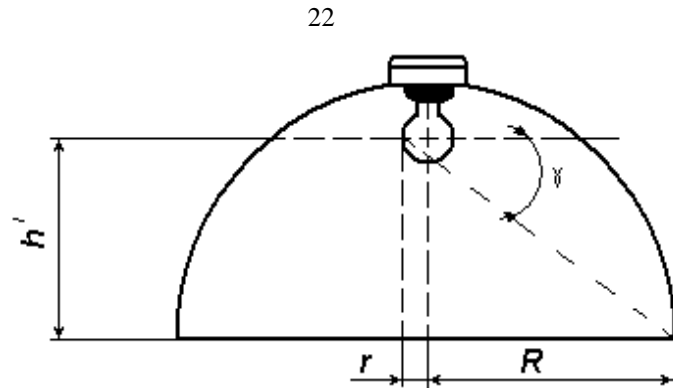


Рисунок 4 - к расчету защитного угла светильника.

Содержание отчёта

1. Название и цель работы.
2. Основные электротехнические данные светильника.
3. Основные эксплуатационные данные светильника.
4. Основные светотехнические данные светильника.
5. Таблица 1.
6. Кривая силы света (КСС) светильника и лампы в относительных единицах.
7. Расчёт числа светильников для помещения.
8. Расчёт к.п.д. светильника.
9. Расчёт защитного угла светильника.
10. Выводы по работе.
11. Список использованной литературы.

Контрольные вопросы

1. Дать определение светотехническим характеристикам светильника.

2. Дать определение основным эксплуатационным характеристикам светильника.
3. Дать определение основным электротехническим характеристикам светильника.

15

4. На каком этапе проектирования осветительной установки необходима информация о КСС светильника, о защитном угле светильника?
5. С какой типовой формой КСС целесообразно использовать светильник в относительно низком и широком производственном помещении? А в относительно высоком и узком помещении?
6. С какой степенью защиты от вредного воздействия окружающей среды следует использовать светильник в помещении для содержания животных? Приведите пример светильника.
7. К какому классу по светораспределению между верхней и нижней полусферой должен относиться светильник, который будет использоваться в производственном помещении с очень тёмными (запылёнными) потолком и стенами? А в помещении с очень высокими значениями (не менее 70%) коэффициентов отражения потолка и стен?
8. Приведите марку светильника, который будет установлен во взрывоопасное производственное помещение.
9. Приведите марку светильника, который будет установлен в пожароопасное помещение.

Литература

1. Справочная книга по светотехнике /Под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М.: Энергоатомиздат, 1995.- 528с.

2. Козинский В.А. Электрическое освещение и облучение. - М.: Агропромиздат, 1991. – 239с.
3. Баев В.И. Практикум по электрическому освещению и облучению. – М.: Агропромиздат, 1991. – 175с.

16

Таблица 2

Зависимость характеристик лампы от изменения напряжения сети

Измерить								Вычислить		
U _с , В	I _{сх} , А	U _л , В	U _{др} , В	P _{сх} , Вт	P _л , Вт	P _{др} , Вт	E, лк	cos φ	Φ, лм	η _{уст} , лм/Вт

1. Для определения светового потока лампы необходимо воспользоваться выражением 3:

$$\Phi_x = \Phi_n \frac{E_x}{E_n}, \quad (3)$$

- где Φ_x – световой поток при данном напряжении, лм;
 Φ_n – световой поток при номинальном напряжении, лм;
 E_n – освещенность при номинальном напряжении, лк;
 E_x – освещенность при данном напряжении, лк.

Световой поток при номинальном напряжении Φ_n определяется по справочникам для данного типа светильников.

1. Световая отдача установки определяется по формуле:

$$\eta_{уст} = \frac{\Phi_x}{P_l + P_{др}}, \quad (4)$$

- где Φ_x – световой поток лампы, лм;
 P_l – мощность на лампе, Вт;
 $P_{др}$ – мощность на дросселе, Вт.

21

1. Построить векторные диаграммы токов для схемы до и после компенсации реактивной мощности.

Порядок выполнения работы

2. С помощью автотрансформатора установить номинальное напряжение. Собрать схему, изображенную на рисунке 1.
3. Включить стенд, снять показания приборов для таблицы 1. При этом переключатель SA должен быть в положении 2, при котором конденсатор C отключен.
4. Включить конденсатор C в сеть, снять показания приборов и заполнить таблицу 1. При этом переключатель SA должен быть в положении 1, если измеряется мощность лампы. Для измерения мощности схемы переключить SA в положение 3.
5. По данным таблицы 1, используя формулу (1), определить величину C, сделать соответствующую запись в таблице 1.
6. Используя выражение (1), рассчитать величину компенсирующей емкости для повышения коэффициента мощности схемы $\cos\varphi$ до 0,96.
7. Установить напряжение с помощью автотрансформатора, равное 1,1 U_н и, понижая его до 0,8 U_н через каждые 10 В, получить экспериментально данные для построения графических зависимостей, указанных в пункте 4 программы работы, результаты измерений записать в таблицу 2.

Таблица 1

Данные для расчета компенсирующей ёмкости

Измерить					Вычислить			
$U_{сх}$	$I_{сх}$	$P_{сх}$	$U_{л}$	$P_{л}$	E	$\cos\varphi$	C	Примечани е
В	А	Вт	В	Вт	лк		мкФ	
								С откл.
								С вкл.

20

Лабораторная работа № 2

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Цель работы: исследовать влияние изменения подводимого напряжения на показатели работы люминесцентной лампы низкого давления.

Общие сведения

Люминесцентная лампы низкого давления представляет собой цилиндрическую трубку с запаянными в торце электродами, представляющими собой вольфрамовые биспирали. Трубка заполняется инертным газом (аргоном), в нее помещается капля ртути, которая после разряда превращается в пар.

Промышленностью выпускаются лампы на различные номинальные напряжения и мощности. Номинальная мощность в ваттах может быть: 15, 20, 30, 40, 65, 80.

Спектральный состав света (цветность) люминесцентной лампы определяется в основном составом люминофора. Наибольшее распространение получили люминесцентные лампы следующих типов, отличающихся по цвету: ЛБ, ЛД, ЛТБ, ЛХБ и т. п.

Работа люминесцентной лампы заключается в следующем. Для снижения напряжения пробоя газа, при котором можно получить разряд в трубке, электроды предварительно нагревают до температуры 900°-1000°С. Для этого

их на короткий промежуток времени (1-2с) включают в цепь тока с помощью стартера.

Предварительный нагрев электродов обеспечивает термоэлектронную эмиссию, способствующую снижению напряжения пробоя газа и начала разряда в аргоне. Затем разряд переходит в пары ртути. В процессе электрического разряда в парах ртути генерируется энергия оптического излучения, главным образом ультрафиолетовой части спектра. Опытным путем установлено, что максимальная спектральная чувствительность применяемых лю-

17

минофоров лежит в области 250-265 нм, т. е. вблизи линии излучения ртути.

Поэтому в современных осветительных лампах используют ртуть.

Таким образом, преобразование электрической энергии в энергию оптического излучения видимой части спектра в люминесцентной лампе происходит в два этапа:

- генерирование энергии ультрафиолетовой части спектра в процессе электрического разряда в парах ртути;
- преобразование этой энергии в слое люминофора в энергию видимой части спектра.

Устройство, принцип работы остальных элементов, обеспечивающих работу схемы, описано в литературе /1/.

Для повышения коэффициента мощности установки до $0,96 \div 0,98$ в схеме включается конденсатор С.

Подсчитать величину емкости, требующейся для компенсации сдвига фаз, можно по формуле:

(1)

где C – величина емкости, Ф;

P_{cx} – активная мощность схемы, Вт;

f – частота тока сети, Гц;

U_{cx} – напряжение на зажимах схемы, В;

φ – угол сдвига фаз между током и напряжением сети до

компенсации (C отключен);

φ' – то же с компенсацией (C подключен).

Углы φ и φ' можно определить по их косинусам.

Косинус угла сдвига фаз между током и напряжением подсчитывается по формуле:

18

(2)

P_{cx} – мощность схемы, измеренная ваттметром, Вт;

U_{cx} – напряжение, приложенное к схеме, В;

I – ток схемы, А.

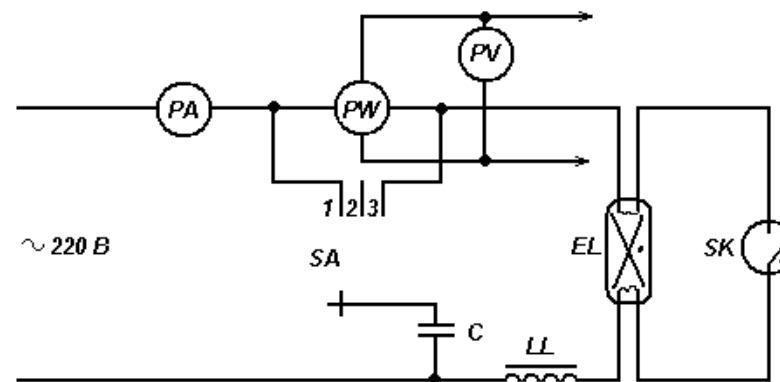


Рисунок 1 – Схема лабораторной установки

Программа работы

2. Ознакомиться с устройством, основными светотехническими, электрическими и эксплуатационными характеристиками люминесцентной лампы низкого давления.
3. Снять необходимые данные для определения коэффициента мощности $\cos\varphi$ и построения векторной диаграммы токов при компенсации реактивной мощности и без компенсации.
4. Исследовать изменение основных параметров схемы при отклонении напряжения сети от номинального значения.
5. Построить графические зависимости

19