

Лабораторная работа 4

Исследование светильников с лампами накаливания

Цель работы: изучение конструкции и исследование светотехнических характеристик светильников.

Основные теоретические сведения

Светильник — световой прибор, предназначенный для освещения помещений, открытых пространств и отдельных предметов на расстоянии до 20 размеров светильника. Он состоит из источников света и арматуры, предназначенной для рационального перераспределения светового потока, защиты глаз от чрезмерной его яркости, предохранения источников от механических повреждений и загрязнения, а также для крепления источника и подведения к нему электрического тока.

По своим главным признакам светильники классифицируются:

- 1) по распределению светового потока в нижнюю и верхнюю полушеры;
- 2) по светораспределению в пространстве;
- 3) по степени защиты от пыли, воды, взрыва;
- 4) по назначению.

По ГОСТ 17677—82 все светильники подразделяются на пять классов в зависимости от доли светового потока, падающего в нижнюю полусферу. Классификация светильников по этому признаку приведена в таблице 4.1.

Таблица 4.1. Классификация светильников по распределению светового потока в верхнюю и нижнюю полусферы

Условное обозначение класса	Класс светораспределения	Доля светового потока, падающего в нижнюю полусферу, %	Примечание
П	Прямого света	>80	
Н	Преимущественно прямого света	60-80	
Р	Рассеянного света	40-60	
В	Преимущественно отраженного света	20-40	
О	Отраженного света	<20	

Светораспределение в пространстве характеризуется кривыми силы света. Тот же ГОСТ устанавливает семь типовых кривых силы света (таблица 4.2, рис. 4.1).

Таблица 4.2. Классификация светильников по светораспределению в пространстве

Наименование типовой кривой силы света	Обозначение типовой кривой силы света	Зона направления максимальной силы света, град
Концентрированная	К	0-15
Глубокая	Г	0-30, 180-150
Косинусная	Д	0-35, 180-145
Полуширокая	Л	35-55, 145-125
Широкая	Ш	55-85, 123-95
Равномерная	М	0-90, 180-90
Синусная	С	70-90, 110-90

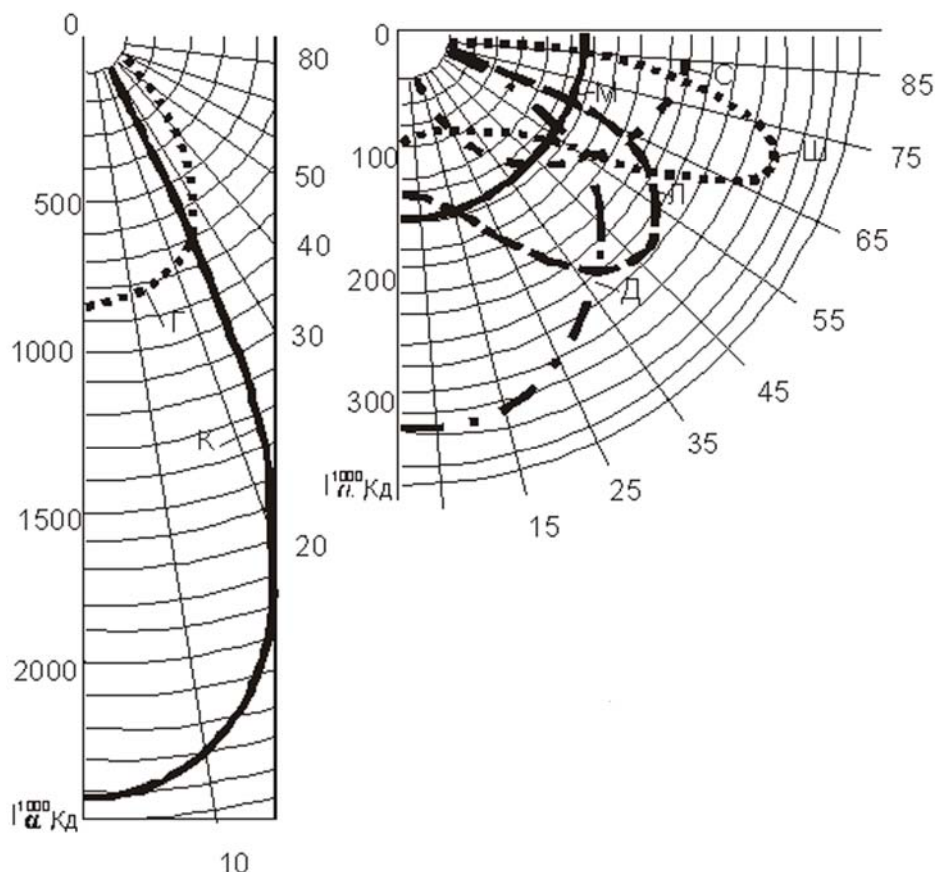


Рис. 4.1. Типовые кривые силы света:
 К — концентрированная; Г — глубокая; Д — косинусная;
 Л — полуширокая; Ш — широкая; М — равномерная;
 С — синусная

По ГОСТ 17677—82, все светильники делятся на шесть классов по степени защиты от пыли и на девять классов по степени защиты от влаги.

Обозначение степени защиты состоит из двух прописных букв латинского алфавита IP (International Protection — Международная защита) и двух цифр, первая из которых обозначает степень защиты от пыли, вторая — от воды (например, IP 53). Для светильников, у которых степень защиты источника света и узла ввода различны, в обозначении отсутствуют буквы IP и присутствует после первой цифры, указывающей степень защиты от пыли, знак «штрих» (например, 5'3).

Первая цифра обозначает:

- 2 — открытый, пыленезащищенный. Токоведущие части и колба лампы не защищены от попадания пыли;
- 2' — перекрытый, пылезащищенный. Попадание пыли ограничивается неуплотненными, светопропускающими оболочками;
- 5' — частично пылезащищенный. Токоведущие части защищены от попадания пыли в количествах, достаточных для нарушения удовлетворительной работы светильника;
- 5 — полностью пылезащищенный. Токоведущие части и колба лампы защищены от попадания пыли в количествах, достаточных для нарушения удовлетворительной работы светильника;
- 6' — частично пыленепроницаемый. Токоведущие части защищены от попадания пыли;
- 6 — токоведущие части и колба лампы полностью защищены от попадания пыли.

Вторая цифра означает:

- 0 — водонезащищенный;
- 2 — каплезащищенный. Защита от попадания капель, падающих под углом к вертикали $< 15^\circ$;
- 3 — дождезащищенный. Защита от попадания капель или струй, падающих сверху под углом к вертикали менее $< 60^\circ$;
- 4 — брызгозащищенный. Защита от попадания капель или брызг;
- 5 — струезащищенный. Защита от попадания воды при обливании водой;
- 7 — водонепроницаемый. Защита от попадания воды при погружении в воду;
- 8 — герметичный. Защита от попадания воды при неограниченно долгом погружении в воду.

К паспортным данным светильников также относятся КПД и защитный угол. КПД светильника определяется отношением светового потока светильника к световому потоку источника. Иногда общий КПД светильника подразделяют на КПД в верхнюю и нижнюю полусферы.

Защитный угол характеризует светильник с точки зрения блескости ярких частей источника света. Его значение определяют по формуле

$$\gamma = \arctg \frac{h}{l}, \quad (4.1)$$

где γ — защитный угол светильника;

h — минимальная высота от края входного отверстия до светящегося тела источника, м;

l — максимальное расстояние от основания высоты до края входного отверстия или между экранирующими элементами решетки (для светильников с люминесцентными лампами), м (рис. 4.2).

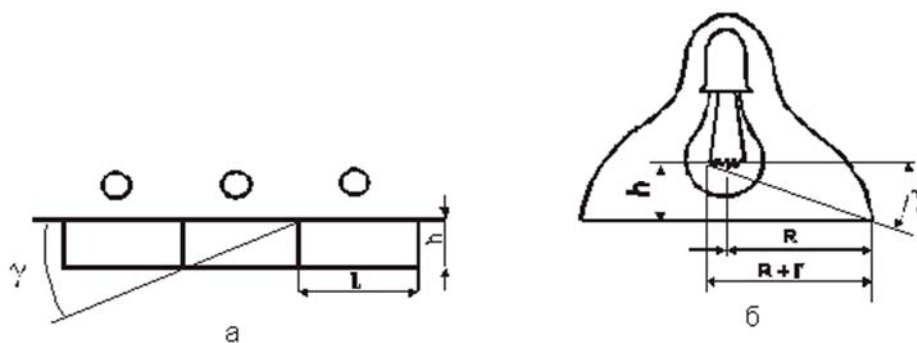


Рис. 4.2. Защитный угол, создаваемый экранирующей решеткой (а) и отражателем (б)

Каждому светильнику присваивают шифр. Структура условного обозначения светильников, по ГОСТ 17677—82, такова:

1
2
3
4
-
5
×
6
-
7
-
8

где 1 — буква, обозначающая *источник света*:

- Н — лампа накаливания,
- Р — ртутная лампа,
- Л — люминесцентная лампа,
- И — галогенная лампа,
- Г — металлогалогенная лампа,
- Ж — натриевая лампа,
- Ф — фигурная люминесцентная лампа;

2 — буква, обозначающая *способ установки светильника*:

- С — подвесные,
- П — потолочные,
- Б — настенные,
- В — встраиваемые,
- К — консольные,
- Т — напольные и венчающие,
- Р — ручные сетевые,
- Ф — ручные аккумуляторные и т.д.;

3 — буква, обозначающая *основное назначение*:

- П — промышленные,
- О — общественные,
- У — наружные,
- Б — бытовые,
- Р — рудничные;

4 — двузначное число 01-99 — *номер серии*;

5 — число, обозначающее *количество ламп в светильнике* (число 1 не указывается);

- 6 — цифра, обозначающая *мощность лампы*, Вт;
7 — трехзначное число 001-999, обозначающее *номер модификации*;
8 — буква и цифра, обозначающие *климатическое исполнение и категорию размещения светильника*:
У — умеренный климат,
УХЛ — умеренный и холодный климат,
ХЛ — холодный климат,
Т — тропический климат и т.д.;
1 — на открытом воздухе;
2 — под навесом;
3 — в закрытых неотапливаемых помещениях,
4 — в закрытых отапливаемых помещениях,
5 — в сырых помещениях.

Пример обозначения: НСП 01 100 02-У1 — светильник с лампой накаливания, подвесной, для промышленных помещений, с одной лампой мощностью 100 Вт, второй модификации, рассчитанный для работы в умеренном климате, на открытом воздухе.

Программа работы

1. Изучить конструкцию светильников с лампами накаливания.
2. Ознакомиться с классификацией и маркировкой светильников.
3. Освоить методику измерения светотехнических характеристик светильника.
4. Экспериментально снять кривые светораспределения светильника и лампы накаливания.
5. Расчетным путем определить световой поток светильника и лампы, КПД светильника и защитный угол.
6. По результатам исследований классифицировать светильники по светотехническим характеристикам.
7. Сравнить расчетные данные со справочными.

Методика выполнения работы

1. Изучить конструкцию, классификацию и маркировку светильников по литературным источникам [1-4], по имеющимся в лаборатории светильникам и пособию к работе. Эскизы светильников выполняются с натуры.

2. Экспериментальные кривые светораспределения снимаются при помощи распределительного фотометра. Распределительный фотометр (рис. 4.3) состоит из штанги 1 с закрепленным на конце селеновым фотоэлементом 2. При снятии кривых светораспределения на фотоэлемент надевается тубус 3. Штанга поворачивается в секторе от 0 до 180° с помощью исполнительного механизма 4. Для измерения угла поворота с лицевой стороны исполнительного механизма укреплен транспортир 5. Светильник или лампа укрепляются так, чтобы нить накала лампы находилась против центра вращения штанги.

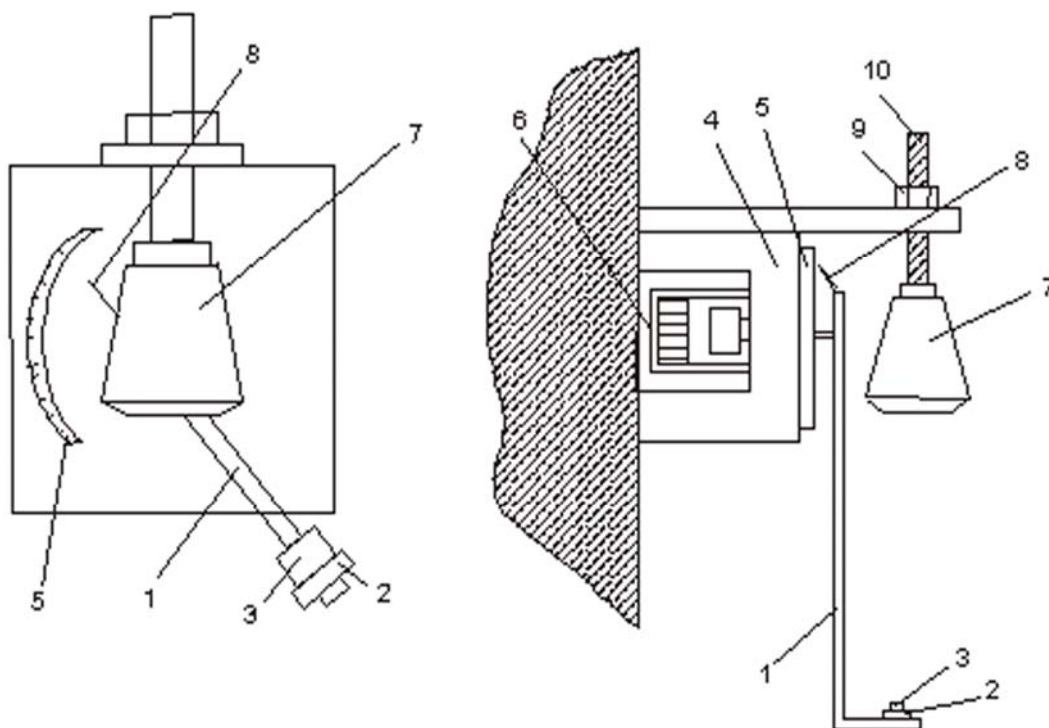


Рис. 4.3. Распределительный фотометр

Электрическая схема фотометра (рис. 4.4) состоит из блока регулирования напряжения на источнике света, блока измерения оптического излучения и поста управления конденсаторным электродвигателем исполнительного механизма 4 (см. рис. 4.3).

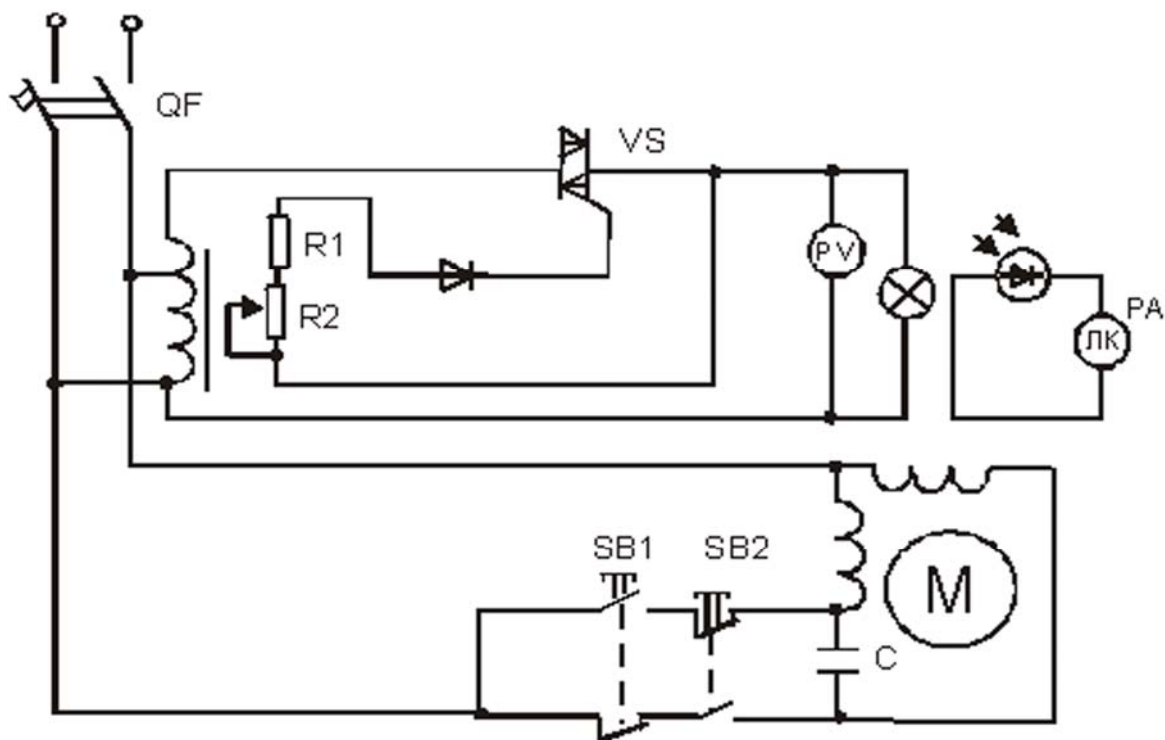


Рис. 4.4. Схема электрическая принципиальная для измерения силы света

Блок измерения оптического излучения состоит из селенового фотоэлемента и микроамперметра, шкала которого проградуирована в люксах.

Схема управления электродвигателем исполнительного механизма, служащего для поворота штанги фотометра, состоит из кнопочной станции электродвигателя с редуктором. При нажатии на кнопку SB1 штанга поднимается, а при нажатии на кнопку SB2 — опускается.

Последовательность выполнения работы

1. Ознакомиться с программой работы и лабораторным оборудованием.
2. Заполнить таблицы 4.3 и 4.4.

Таблица 4.3. Технические характеристики приборов, используемых в работе

Наименование прибора	Тип	Пределы измерения	Род тока	Класс точности	Примечания

Таблица 4.4. Характеристика электрооборудования

Наименование, тип	Номинальные величины				Примечание
	мощность P_n , Вт	напряжение U_n , В	ток I_n , А	световой поток Φ_n , лм	

3. Выполнить пункт 1 программы работы.
4. Изучить пункт 2 программы работы.
5. Снять кривую светораспределения лампы накаливания.
6. Определить тип лампы и ее характеристики.
7. Поместить патрон на подвесной крюк и вернуть лампу.
8. Вилку лампы вставить в розетку блока регулирования напряжения и установить с помощью автотрансформатора напряжение на лампе, равное номинальному.
9. Снять тубус 3 с фотоэлемента 2 и, используя образцовый люксметр, проградуировать микроамперметр. Надеть тубус.
10. Измерить освещение $E_{\alpha \text{ изм}}$ при значениях меридианного угла 0, 5, 15, ..., 165, 175°. При каждом измерении освещенности необходимо определить освещенность, создаваемую посторонним источником $E_{\text{нос}}$, путем выключения лампы. В таблицу 4.5 занести истинную освещенность, создаваемую источником: $E_{\alpha} = E_{\alpha \text{ изм}} - E_{\text{нос}}$.
11. Аналогично снять светораспределение светильника.
12. Измерить h и R светильника (см. рис. 4.2).
13. Рассчитать значения I_{α} , $\Delta\Phi$, Φ , I_{α}^{1000} , η , γ и результаты занести в таблицу 4.5.

Таблица 4.5. Результаты экспериментальных и расчетных исследований

Среднее значение меридианного угла α	Телесный угол $\Delta\omega_{CP}$, рад											$\Sigma\Phi_i = \Phi_L$			$\Sigma\Phi_i = \Phi_{св}$						
		5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	135	145	155	165	175		
Светотехнические показатели	Лампа накаливания	E_∞ , лк																			
		I_α , Кд																			
		$\Delta\Phi$, лм																			
		Γ_α^{1000} , Кд																			
		E_∞ , лк																			
	Светильник	I_α , Кд																			
		$\Delta\Phi$, лм																			
		Γ_α^{1000} , Кд																			
		Γ_α^{1000} , Кд																			
		Γ_α^{1000} , Кд																			
		0,095	0,283	0,463	0,628	0,744	0,897	0,993	1,058	1,091	1,091	1,309	0,993	0,897	0,774	0,628	0,463	0,283	0,095		

14. По справочнику для используемого типа светильника определить значение I_{α}^{1000} табль, $\eta_{\text{табль}}$, $\gamma_{\text{табль}}$.
15. Построить экспериментальные кривые силы света лампы, светильника.
16. Определить класс светораспределения светильника и тип КСС.

Указанные в пункте 13 величины определяются нижеследующим образом.

Сила света при произвольном значении угла α вычисляется по формуле

$$I_{\alpha i} = E_{\alpha i} l^2,$$

где l — расстояние между телом накала и фотоэлементом, м;
 $E_{\alpha i}$ — освещенность фотоэлемента при произвольном значении угла α , лк.
 Световой поток, заключенный в любом зональном телесном угле $\Delta\omega_i$:

$$\Delta\Phi_i = I_{\alpha i} \Delta\omega_i.$$

Суммарный поток источника излучения:

$$\Phi = \sum_{i=1}^{i=n} \Delta\Phi.$$

В светильнике реальные кривые светораспределения заменяют кривыми светораспределения от условного источника со световым потоком в 1000 лм. Сила света реального источника I_{α} переводится в силу света условного источника I_{α}^{1000} по формуле

$$I_{\alpha}^{1000} = I_{\alpha} \frac{1000}{\Phi_{\text{л}}},$$

где $\Phi_{\text{л}}$ — световой поток источника света (лампы), лм.

КПД светильника определяется по формуле

$$\eta = \frac{\Phi_{\text{св}}}{\Phi_{\text{л}}},$$

где $\Phi_{\text{св}}$ — световой поток светильника, лм.

Защитный угол светильника γ определяется по резкому изменению освещенности при изменении радиального угла α , а также может быть вычислен по формуле (4.1).

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Паспортные данные используемого оборудования и измерительных приборов.
3. Эскиз исследуемого светильника.

4. Схема лабораторного стенда
5. Примеры расчетов
6. Таблицы с экспериментальными и расчетными данными
7. Кривые светораспределения лампы и светильника (опытные и паспортные)
8. Выводы по работе

Контрольные вопросы

1. Что называется светильником?
2. Каково назначение светильника и его арматуры?
3. Что называется защитным углом светильника и как его экспериментально определить?
4. Как определить световой поток внутри зонального телесного угла?
5. Дайте расшифровку маркировки светильника.
6. Дайте классификацию светильников.
7. Какой физический смысл кривой светораспределения?
8. Что называется фотометрическим телом?
9. Дайте определение телесного угла.
10. Что такое зональный телесный угол?