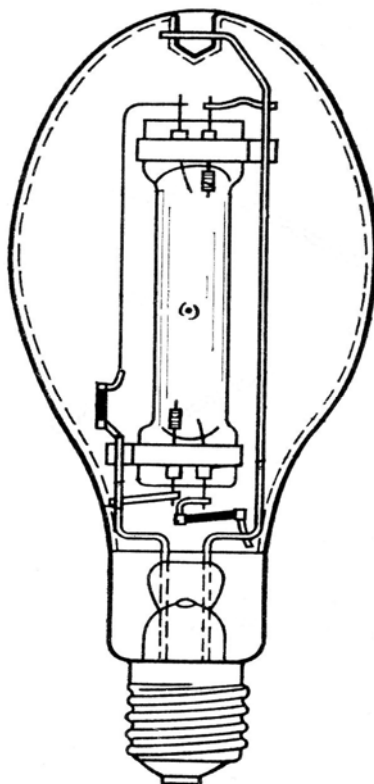


СВЕТОТЕХНИКА



ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Тамбовский государственный технический университет"

СВЕТОТЕХНИКА

Методические указания



Тамбов
◆ Издательство ТГТУ ◆
2005

УДК 628.9 (07)
ББК з294я73-5
ПЗ1

Утверждено Редакционно-издательским советом университета

Рецензент
Доктор технических наук, профессор
Ю.Ю. Громов

Авторы-составители:
Е.А. Печагин,
Т.А. Зарандия

ПЗ1 Светотехника. Метод. указ. / Авторы-сост.: Е.А. Печагин, Ж.А. Зарандия. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. 32 с.

Даны сведения, необходимые для изучения теоретического материала и выполнения лабораторных работ по дисциплине «Светотехника и электротехнология», «Электротехнологические промышленные установки».

Предназначены для студентов 4, 5 курсов специальностей 311400, 100400, 101600 всех форм обучения.

УДК 628.9 (07)

ББК з294я73-5

© Тамбовский государственный
технический университет (ТГТУ),
2005

Учебное издание

СВЕТОТЕХНИКА

Методические указания

Авторы-составители:

ПЕЧАГИН Евгений Александрович

ЗАРАНДИЯ Жанна Александровна

Редактор Е.С. Мордасова

Компьютерное макетирование М.А. Филатовой

Подписано в печать 30.11.05

Формат 60 × 84 / 16. Бумага газетная. Печать офсетная

Гарнитура Times New Roman. Объем: 1,86 усл. печ. л.; 1,75 уч.-изд. л.

Тираж 200 экз. С. 828

Издательско-полиграфический центр
Тамбовского государственного технического университета,
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

ВВЕДЕНИЕ

Студенты специальности 311400 выполняют шесть лабораторных работ по курсу «Электрическое освещение».

Данный цикл лабораторных работ помогает студентам на практике изучить современные источники света, их конструкции, исследовать их параметры и особенности схем включения.

Студенты исследуют факторы, определяющие освещенность рабочей поверхности, приобретают навыки по основам фотометрии, определяют основные светотехнические характеристики светильников.

Приступать к выполнению лабораторной работы можно лишь после теоретического изучения соответствующего раздела в рекомендуемых литературных источниках, список которых приводится в каждой лабораторной работе. Готовность студента к выполнению работы проверяется преподавателем перед началом занятия. К каждому очередному занятию студент представляет преподавателю письменный отчет и отвечает на контрольные вопросы, предлагаемые по данной работе.

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

Студентам запрещается включать стенд без разрешения лаборанта и преподавателя. Любые изменения в схеме лабораторной работы разрешается проводить при снятом со стенда напряжении. При прекращении подачи тока или перерыве в работе стенд необходимо отсоединять от сети. При обнаружении каких-либо неисправностей в работе стенда выполнение лабораторной работы должно быть немедленно приостановлено. Студентам запрещается производить какой-либо ремонт электрооборудования стенда. Запрещается прикасаться руками к проводам электропроводок схемы.

Во избежание временного ослепления присутствующих в лаборатории запрещается длительное время смотреть на действующие источники оптического излучения – газоразрядные лампы и лампы накаливания.

В целях предотвращения случайных ожогов запрещается прикасаться к источникам света после их отключения на стендах.

При необходимости замены лампы в лабораторной установке необходимо:

- обесточить патрон или контактные гнезда лампы;
- дождаться необходимого снижения температуры колбы лампы или пользоваться при ее замене предохранительными средствами – перчатками, ветошью.

Студентам разрешается входить в лабораторию только с преподавателем или лаборантом. Студенты должны занимать рабочие места в соответствии с графиком выполнения лабораторных работ.

Окончив работу, показать полученные результаты преподавателю, привести в порядок рабочее место и только с разрешения преподавателя уйти из лаборатории.

Лабораторная работа 1

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛАМП НАКАЛИВАНИЯ И СВЕТИЛЬНИКОВ К НИМ

Цель работы: изучить электрические и светотехнические характеристики ламп накаливания, конструкции, основные характеристики и кривые светораспределения светильников для ламп накаливания.

Методические указания

Изучить теоретический материал стр. 209 – 217, 251, 252 [1], с. 63 – 67, 124 – 132 [2], с. 54 – 55 [4], с. 8 – 20 [5], по которому при подготовке к выполнению работы сделать эскизы не менее трех конструкций ламп накаливания и изобразить зависимость основных показателей работы ламп накаливания от подводимого напряжения, а также одну кривую силы света любого светильника.

Вычисление основных показателей производится по следующим зависимостям:

а) сопротивление лампы в горячем состоянии, Ом

$$R_{л} = \frac{U_{л}}{I_{л}},$$

где: $U_{л}$, $I_{л}$ – напряжение, ток лампы.

б) световой поток, Лм

$$F_{л} = 4\pi EI^2,$$

где E – освещенность, в зоне фотоэлемента, Лк; l – расстояние от тела накала до фотоэлемента, м.
в) световая отдача, Лм/Вт:

$$\eta_{\text{л}} = \frac{F_{\text{л}}}{P_{\text{л}}},$$

где $P_{\text{л}}$ – мощность лампы, Вт.

г) световой КПД лампы

$$\eta = \frac{\eta_{\text{л}}}{683};$$

д) температуру t нити накала можно выразить из формулы:

$$R_{\text{л}} = R_0 [1 + \alpha(t - t_0)],$$

где R_0 – сопротивление нити накала лампы в холодном состоянии, Ом, измерено тестером; α – температурный коэффициент материала нити накала, $1/^\circ\text{C}$; t_0 – температура нити накала в холодном состоянии, $^\circ\text{C}$;

е) сила света в данном направлении, Кд:

$$I_i = E_i l^2;$$

где E_i – освещение плоскости перпендикулярной рассматриваемому направлению i , Лк; l – расстояние от источника до места замера фотоэлементом, м.

ж) полный световой поток, создаваемый лампой $F_{\text{л}}$ или светильником $F_{\text{св}}$

$$F = I_5 \omega_{0..10} + I_{15} \omega_{10..20} + \dots + I_{175} \omega_{170..180},$$

где ω – зональный телесный угол, ср, табл. 2;

з) КПД светильника:

$$\eta_{\text{св}} = \frac{F_{\text{св}}}{F_{\text{л}}},$$

защитный угол определяется по резкому изменению величины освещенности при снятии кривой силы света люксметре;

и) срок службы лампы в пределах $\Delta U \leq \pm 0,1 U_{\text{н}}$:

$$T = \left(\frac{U}{U_{\text{н}}} \right)^{19} T_{\text{н}};$$

где $T_{\text{н}} = 1000$ ч – средний срок службы лампы; U – напряжение, меняющееся в пределах $\pm 0,1 U_{\text{н}}$.

Порядок выполнения работы

1 Установить фотоэлемент люксметра в тубусе под углом 0° , с насадкой максимального коэффициента поглощения.

2 Измерить сопротивление нити накала R_0 тестером, после чего вернуть лампу в патрон светильника. Снять с лампы светильник.

3 Включить питание и ручкой ЛАТРа установить напряжение 250 В.

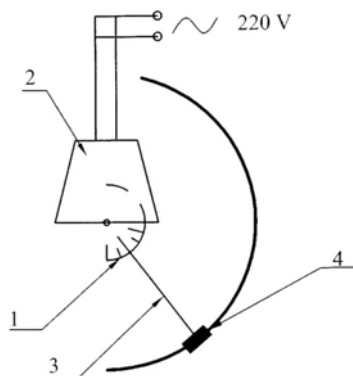


Рис. 1 Стенд для снятия кривых светораспределения:

1 – транспортер; 2 – светильник с лампой накаливания; 3 – поворотная штанга;
4 – тубус с фотоэлементом

$I_{\text{св}}$, КД																			
----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Обработка результатов

- 1 Рассчитать требуемые значения и занести вычисленные величины в табл. 1, 2. При пересчете в относительные единицы ориентироваться на $U_n = 220$ В.
- 2 Построить на миллиметровке в относительных единицах зависимости $I_{\text{л}}$, $P_{\text{л}}$, t , $R_{\text{л}}$, $F_{\text{л}}$, $\eta_{\text{л}}$, T от $U_{\text{л}}$ разными цветами.
- 3 Сравнить полученные результаты с теоретическими зависимостями. Сделать вывод.
- 4 По рассчитанным значениям силы света для лампы и светильника из табл. 2 в полярных координатах построить кривые силы света и сравнить их с теоретическими.
- 5 Определить защитный угол и КПД светильника.

Контрольные вопросы

- 1 Какие требования предъявляют к источникам света?
- 2 Каковы основные законы теплового излучения?
- 3 Что такое световой поток, сила света, освещенность, в каких единицах измеряются?
- 4 Расскажите о конструкции современных ламп накаливания. Лампы с биспиралью.
- 5 Каковы электрические и светотехнические характеристики ламп накаливания?
- 6 Маркировка ламп накаливания.
- 7 Как влияет изменение напряжения на параметры ламп.
- 8 Какова ВАХ спирали ламп и почему?
- 9 Что такое защитный угол?
- 10 Как определить телесный зональный угол?
- 11 Как повысить КПД светильника?
- 12 Классификация светильников по виду КСС?
- 13 С какой целью в галогенных лампах накаливания используется иодный цикл?
- 14 Какие источники инфракрасного излучения используются в сельском хозяйстве?
- 15 Дайте физическое толкование зависимости светоотдачи лампы от температуры нити накала.

Лабораторная работа 2

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ ЛАМПЫ

Цель работы: Ознакомиться с устройством люминесцентной лампы, типами пускорегулирующей аппаратуры (ПРА), схемами включения, условиями пуска, эксплуатации и характеристиками.

Методические указания

Изучить конструкцию лампы и типы пускорегулирующей аппаратуры по с. 217 – 231 [1], с. 82 – 104 [2], с. 38 – 42, 44 – 56 [3], с. 114 – 131, 197 – 221 [7]. Сделать эскиз разрядной лампы низкого давления. Начертить по одной схеме на каждые три основных типа ПРА для люминесцентных ламп и вольт-амперную характеристику электрического разряда. Перечертив принципиальную схему стенда, красным карандашом выполнить соединения по одной из схем для зажигания люминесцентной лампы, при этом чтобы переключением SA1, SA2 можно было добиваться измерения параметров сети и лампы отдельно.

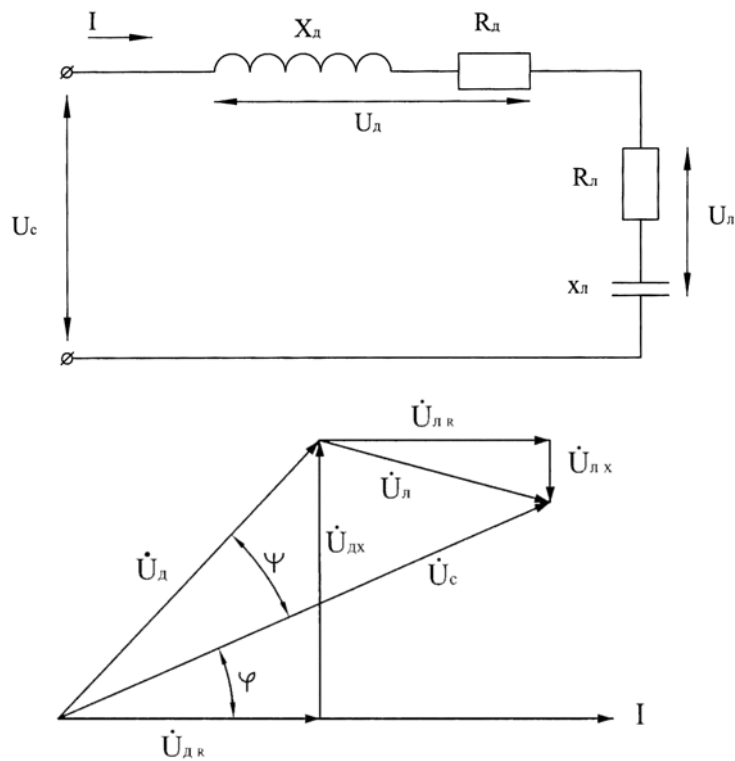


Рис. 3 Схема замещения и векторная диаграмма одноламповой схемы включения люминесцентной лампы

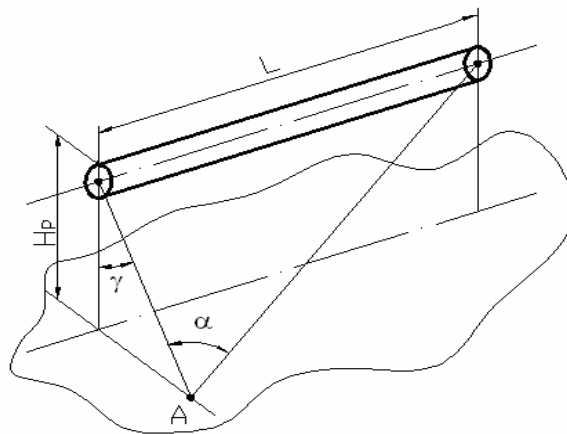


Рис. 4 Геометрия при расчете светового потока

Световой поток лампы может быть определен из геометрии измерений освещенности E_A люксметром в контрольной точке A

$$F_M = \frac{2\pi^2 h_p L}{\left(\alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2}\right) \cos^2 \gamma} E_A,$$

где h_p – высота подвеса лампы над рабочей поверхностью; L – длина лампы.

Также световой поток можно определить:

$$F_{л2} = F_n \frac{E}{E_n},$$

где E , E_n и $F_{л2}$, F_n – освещенность и световой поток при данном и номинальном напряжении; F_n берется из ГОСТ (ЛД 40 – 2340 Лм, ЛБ 40 – 3120 Лм, ЛДЦ 40 – 2100 Лм, ЛХБ 40 – 3000 Лм, ЛТБ 40 – 3000 Лм).

Светоотдача лампы

$$H_{л} = \frac{F_{л}}{P_{л}}.$$

Светоотдача блока: «Лампа-ПРА»

$$H_{бл} = \frac{F_{л}}{P_c},$$

где $P_{л}$, P_c – мощности лампы и сети.

Полная мощность:

$$S = U_c I,$$

где U_c – напряжение питания.

Коэффициент мощности схемы:

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

Активная мощность, потребляемая ПРА (дросселем):

$$P_d = P_c - P_n.$$

Напряжение на дросселе

$$U_d = \frac{P_d}{I}.$$

Косинус угла сдвига фазы между напряжением сети и падением напряжения в дросселе:

$$\cos \psi = \frac{U^2 + U_d^2 - U_n^2}{2UU_d}.$$

Коэффициент мощности дросселя:

$$\cos \varphi_d = \cos(\varphi + \psi).$$

Активная составляющая падения напряжения на дросселе:

$$U_{dR} = U_d \cos \varphi_d.$$

Таблица 3

Измерено						Вычислено										
$U_c,$ В	$U_n,$ В	$I,$ А	$P_c,$ Вт	$P_n,$ Вт	$E_n,$ Лк	$F_M,$ Лм	$F_{L2},$ Лм	$H_n,$ Лм/Вт	$H_{bl},$ Лм/Вт	$S,$ ВА	$\cos \varphi$	$P_d,$ Вт	$U_d,$ В	$\cos \psi$	$\cos \varphi_d$	$U_{dR},$ В
240																
230																
220																
210																
200																
...																

Таблица 4

Объект исследования и марка	$h_p,$ м	$L,$ м	$\alpha,$ рад	$\gamma,$ рад	$F_n,$ Лм
Лампа тип ПРА					

Порядок выполнения работы

- 1 Измерить и определить необходимые параметры и занести их в табл. 4.
- 2 Собрать на стенде схему по разработанному варианту соединения. При стартерной схеме зажигания исследовать процесс включения вместо стартера выключателя SA3 и кнопки SB1. При исследовании условий зажигания люминесцентной лампы с активным балластом по стартерной схеме использовать лампу накаливания EL2. Длительная работа (более 10 с) с чисто емкостным балластом не рекомендуется, так как происходит ускоренное разрушение электродов лампы. Для этого используется кнопка SB1, которая шунтирует дроссель.
- 3 Зажечь лампу, с помощью ручки TV установить напряжение сети $U_c = 250$ В, ступенчато через 10 В изменяя напряжение, осуществить измерение необходимых величин, при этом элемент люксметра должен быть установлен в контрольной точке на специальном держателе. Измерения производить до погасания лампы.
- 4 При необходимости исследовать схему с поперечной компенсацией реактивной мощности емкостью С2.

5 Измеренные и вычисленные значения запишем в табл. 3.

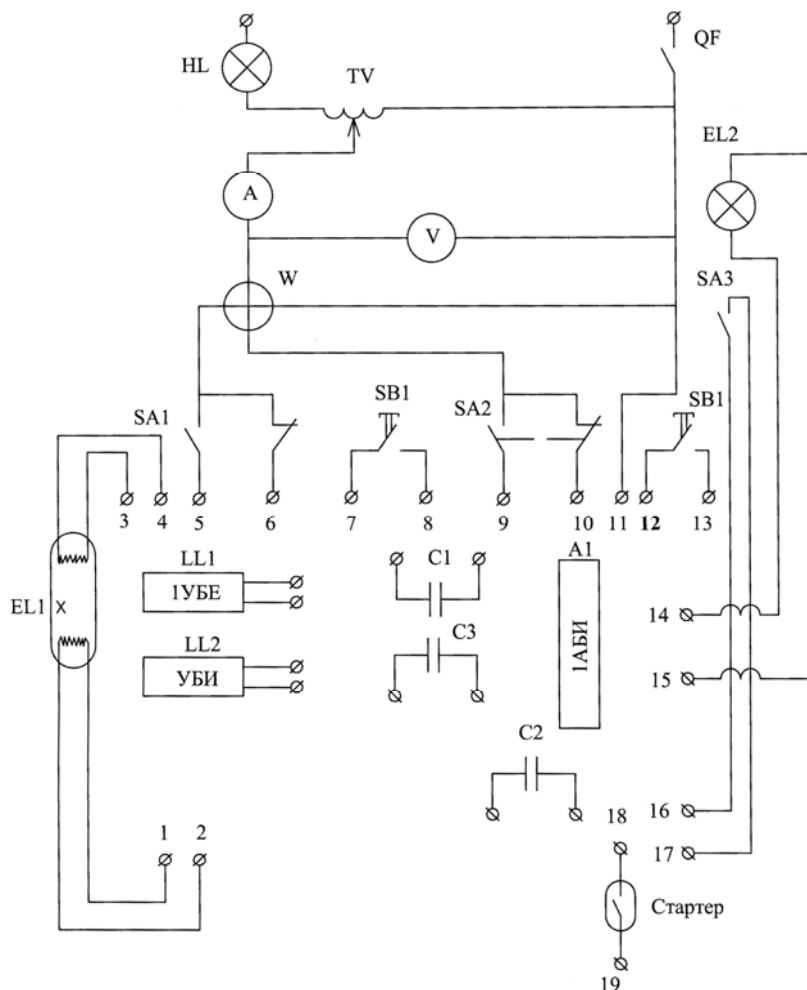


Рис. 5 Принципиальная схема лабораторного стенда

6 По данным таблицы 3 построить следующие свето-энергетические характеристики: I , S , $\cos\varphi$, $F_{л.}$, $H_{л.}$, $H_{бл.}$, от U_c . Сравнить полученные характеристики с теоретическими.

7 По результатам эксперимента построить векторную диаграмму одноламповой схемы включения в масштабе.

Контрольные вопросы

- 1 Устройство люминесцентной лампы и схемы ее включения по типам ПРА.
- 2 Преимущества и недостатки люминесцентных ламп.
- 3 В чем назначение балластного сопротивления в цепи лампы?
- 4 Каково устройство, назначение и работа стартера? Пояснить на примере работы стартерной схемы зажигания.
- 5 Каково процентное соотношение напряжения на лампе и в сети в установившемся режиме горения?
- 6 Каким образом можно увеличить $\cos\varphi$ установки с люминесцентными лампами?
- 7 В каких установках выгодно применять в качестве балластного сопротивления лампы накаливания и почему?
- 8 Каково напряжение зажигания люминесцентных ламп и от чего оно зависит?
- 9 Что такое коэффициент искажения? Его физическое толкование.

ИЗУЧЕНИЕ ДВУХЛАМПОВЫХ СХЕМ ВКЛЮЧЕНИЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП

Цель работы: Приобретение знаний, навыков и умения по эксплуатации светильников с люминесцентными лампами низкого давления.

Методические указания

Изучить разделы литературы с. 94 – 96 [2], с. 48 – 52 [3], с. 200 – 202 [7], стр. 229 – 231 [1]. Основные расчетные соотношения берутся из лабораторной работы № 2.

Перед выполнением лабораторной работы, подготовить самостоятельно по литературе графики изменения тока, напряжения и светового потока при трех основных балластных сопротивлениях: активном, индуктивном, емкостном. Представить принципы маркировки и основные типы ПРА.

Порядок выполнения работы

1 Собрать схему параллельного включения двух люминесцентных ламп с $U_n = 220$ В и $P_n = 40$ Вт (EL1, EL4) с одинаковыми индуктивными балластами тока 1УБИ-40. Установить датчик люксметра в контрольной точке.

2 Измерить значения U , I , P , потребляемые схемой, а также E . Результаты измерений занести в табл. 5.

3 Исследовать возможность работы схемы в отсутствии одной из ламп. Для этого вынуть из держателей одну из ламп.

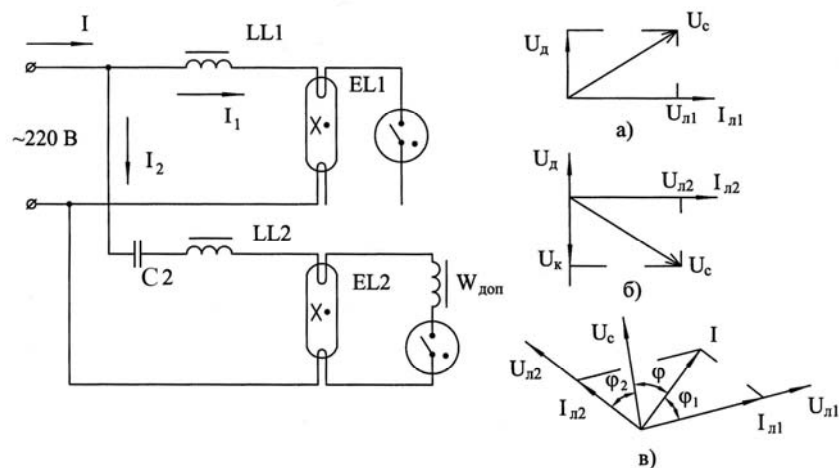


Рис. 6 Двухламповая схема включения люминесцентных ламп с расщепленной фазой и векторные диаграммы: а – отстающая ветвь; б – опережающая ветвь; в – контур

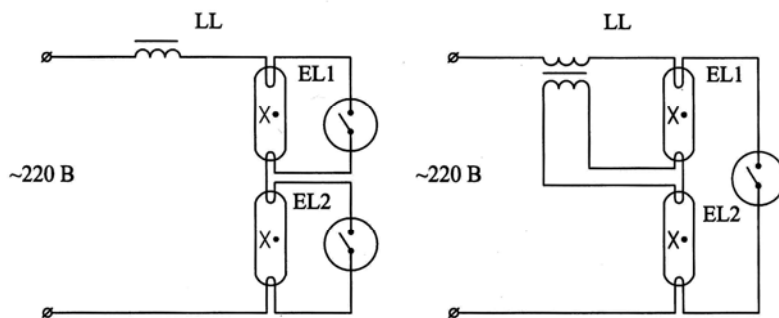


Рис. 7 Схема последовательного включения люминесцентных ламп с двумя и одним стартером

4 Собрать схему последовательного включения двух люминесцентных ламп $U_n = 127$ В, $P_n = 20$ Вт (EL2, EL3) с двумя стартерами.

5 Выполнить пп. 2, 3 данной работы. Результаты занести в табл. 5.

6 Собрать схему последовательного включения двух люминесцентных ламп $U_n = 127\text{ В}$, $P_n = 20\text{ Вт}$ (EL2, EL3) с одним стартером и дополнительной обмоткой дросселя.

7 Выполнить для собранной схемы пп. 2, 3 данной работы. Результаты занести в табл. 5.

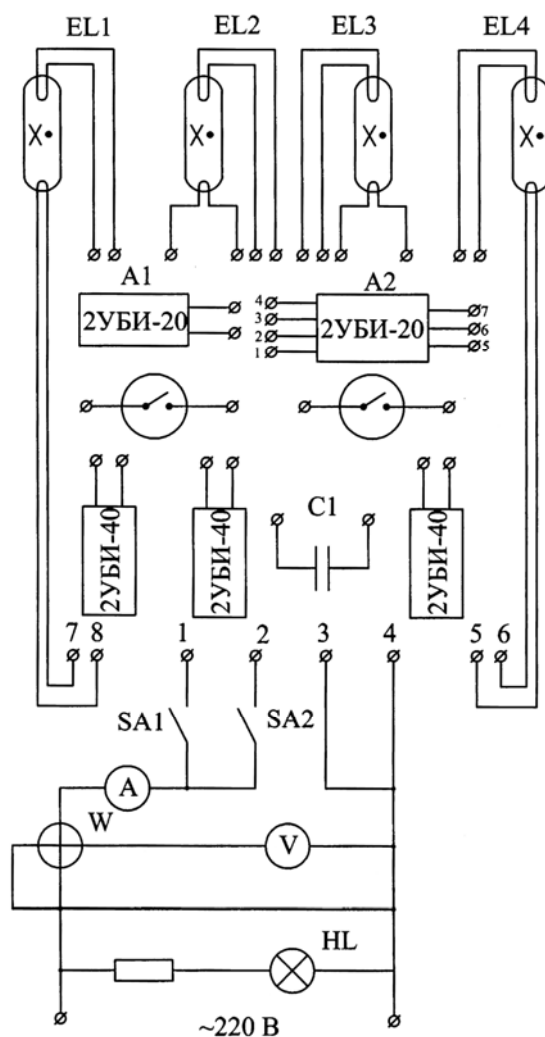


Рис. 8 Схема лабораторного стенда двухламповых исследований

8 Собрать схему компенсированного включения двух ламп EL1, EL4. Индуктивный и индуктивно-емкостной балласты должны быть подключены к разным клеммам источника с возможностью измерения параметров отдельных ветвей.

9 Выполнить для собранной схемы пп. 2, 3 данной работы. Результаты занести в табл. 5.

10 Осуществить вычисление необходимых величин в табл. 5.

11 Сравнить характеристики двухламповых схем включения и сделать выводы о их достоинствах и недостатках.

Таблица 5

Тип ПРА, вид балласта, схема включения	Измерено				Вычислено		
	U , В	I , А	P , Вт	E , Лк	F , Лм	H , Лм/Вт	$\cos\varphi$

Контрольные вопросы

- 1 Что такое стробоскопический эффект?
- 2 Какая из двух ветвей параллельной компенсированной схемы работает экономичнее и почему?

- 3 В чем преимущества двухламповой схемы?
- 4 Почему при включении второй лампы мощность увеличивается вдвое, а ток почти не меняется?
- 5 Почему при выходе из строя одной из ламп $U_n = 127$ В, включенных по последовательной схеме с двумя стартерами, вторая также не работает?
- 6 Какие схемы включения ламп $U_n = 127$ В позволяют работать каждой лампе в независимом режиме?
- 7 Как изменятся $\cos\phi$ и коэффициенты пульсации, если в цепи индуктивно-емкостной балласт заменить активным?
- 8 Как изменится работа блока из двух ламп, если заменить ПРА типа 1УБЕ на тип 1УБИ?
- 9 Почему двухламповая схема включения с расщепленной фазой при использовании двух аппаратов 1УБИ и 1УБЕ предпочтительнее аппарата 2УБК?
- 10 Каково номинальное напряжение стартеров при работе последовательной схемы включения двух ламп $U_n = 127$ В?

Лабораторная работа 4

ГАЗОРАЗРЯДНЫЕ ЛАМПЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Цель работы: Ознакомление с устройством, типами ПРА, схемами включения, условиями пуска и эксплуатации, светотехническими и энергетическими характеристиками газоразрядных ламп высокого давления.

Методические указания

Изучить теоретический материал по литературе с. 231 – 238 [1], с. 104 – 112 [2], с. 42 – 44 [3], с. 58 – 61 [4], с. 8 – 52 [5], с. 7 – 53 [6], с. 132 – 156 [7].

На основании изученного материала показать в виде эскиза устройство ламп ДРЛ, ДНаТ, ДРИ, ДРВЛ и схемы их включения. Показать графики изменения I , U_l , P , F лампы ДРЛ в процессе разгорания, а также зависимости F , P , I , U_l , H_l , T , срок службы при изменении питающего напряжения.

Световой поток лампы:

$$F_l = \frac{F_n E}{E_n},$$

где E – освещенность в режиме питания лампы, отличной от номинального; F_n – номинальный световой поток лампы берется из справочных данных (ДРЛ 80...3400 Лм, ДРД 125...6000 Лм, ДРЛ 250...13000 Лм, ДРЛ 400... 23 000 Лм, ДРЛ 700...40 000 Лм, ДРЛ 1000...57 000 Лм, ДРЛ 2000... 120 000 Лм, ДРИ 400...33 000 Лм, ДНаТ 360...35 000 Лм).

Световая отдача лампы:

$$H_l = \frac{F}{P_l}.$$

Световая отдача блока «лампа-ПРА»:

$$H_{\text{бл}} = F / P_c.$$

Срок службы лампы:

$$T = T_n (U / U_n)^{3,2}.$$

где $T_n = 10\ 000$ ч – номинальный срок службы лампы, 3,2 – рекомендованный коэффициент с. 9 [6].

Коэффициент мощности:

$$\cos \phi = P_c / (U_c I).$$

ПРА для ламп типа ДРЛ делятся на три группы:

- 1 балластные дроссели для 4-х электродных ламп;
- 2 импульсного зажигания для 2-х электродных, в том числе ДНаТ, ДРИ. Состоят из балласта и специального зажигающего устройства;
- 3 мгновенного зажигания по схеме с автотрансформатором с рассеиванием применяют в условиях отрицательных температур.

Импульсные зажигающие устройства можно разделить на четыре группы:

- 1 прерыватели – энергия, запасенная в индуктивности дросселя (по принципу стартера);
- 2 резонансные – разряд в резонансном контуре;

- 3 конденсаторные – накопительный конденсатор разряжается на первичную обмотку импульсного трансформатора;
- 4 комбинированные.

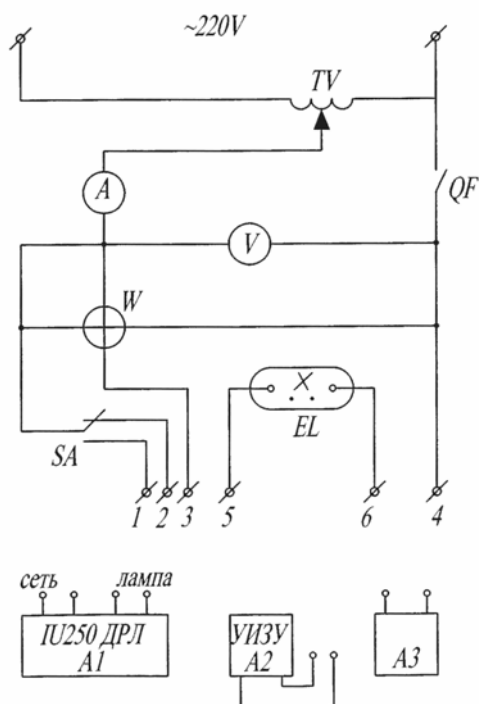


Рис. 9 Принципиальная схема лабораторного стенда разрядных ламп высокого давления

Порядок выполнения работы

- 1 При подготовке работы необходимо выполнить соединение элементов стенда рис. 9 в соответствии со схемой которая будет исследоваться. Например для зажигания 4-х электродной лампы ДРЛ, при этом схема должна иметь возможность измерения сетевых и ламповых параметров при переключении выключателя SA.
- 2 Собрав схему, включить питание и установить 220 В автотрансформатором. В момент включения и через 1 мин произвести измерения величин табл. 6 до установившегося режима. (После этого лампу не отключать!)
- 3 Уменьшая напряжение ручкой TV, через 10 В до момента погасания измерить величины табл. 6. Отключить стенд.
- 4 Осуществить расчет величин в таблице 6, по которым построить светотехнические и энергетические зависимости $E, F, H, H_{\text{бл}}, I, U_{\text{л}}, P_{\text{с}}, T, P_{\text{л}}, \cos\phi$ от времени разгорания τ и от изменения $U_{\text{с}}$.
- 5 Сравнить полученные графики с теоретическими зависимостями.

Таблица 6

Лампа ПРА	Измерено								Вычислено				
	$\tau, \text{с}$	$U_{\text{с}}, \text{В}$	$I, \text{А}$	$U_{\text{л}}, \text{В}$	$P_{\text{с}}, \text{Вт}$	$P_{\text{л}}, \text{Вт}$	$E, \text{Лк}$	$F_{\text{н}}, \text{Лм}$	$F, \text{Лм}$	$H_{\text{л}}, \text{Лм/Вт}$	$H_{\text{бл}}, \text{Лм/Вт}$	$\cos\phi$	$T, \text{ч}$

Контрольные вопросы

- 1 Устройство ламп ДРЛ, ДРИ, ДНаТ.

- 2 Характер спектра излучения ламп ДРЛ, ДРИ, ДНаТ.
- 3 Устройство лампы ДРВЛ, достоинства и недостатки по сравнению с ДРЛ.
- 4 Типы пускорегулирующей аппаратуры для ламп ДРЛ, ДРИ, ДНаТ.
- 5 Работа схем включения ламп типа ДРЛ, ДРИ, ДНаТ.
- 6 Каковы эксплуатационные особенности работы разрядных ламп высокого давления.

Лабораторная работа 5

ИСТОЧНИКИ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Цель работы: ознакомление с устройством, типами ПРА, схемами включения, условиями пуска и эксплуатации, характеристиками газоразрядных источников ультрафиолетового излучения.

Методические указания

Изучить теоретический материал с. 232 – 238 [1], с. 116 – 120 [2], 179 – 182 [3]. Зарисовать устройство ламп ДРТ, ДКсТВ, ДРВЭД. Изобразить схему включения лампы ДРТ. Начертить схему лабораторного стенда, при этом соединения выполнить красным карандашом, таким образом, чтобы была возможность измерения ламповых и сетевых параметров V , W при переключении выключателя SA.

Эффективные потоки лампы $F_{эр}$ – эритемный, $F_{бакт}$ – бактерицидный, $F_{св}$ – световой при отличном от номинального режима определяется:

$$F_{эр} = F_{эр.н} E_{эр} / E_{эр.н}, \quad F_{бакт} = F_{бакт.н} E_{бакт} / E_{бакт.н}, \quad F_{св} = F_{св.н} E_{св} / E_{св.н}.$$

Номинальные потоки $F_{эр.н}$, $F_{бакт.н}$, $F_{св.н}$ находятся по литературе [2].

Эффективна отдача лампы:

$$H_{эр} = F_{эр} / P_{л}, \quad H_{бакт} = F_{бакт} / P_{л}, \quad H_{св} = F_{св} / P_{л}.$$

Аналогично определяется отдача блока лампы ПРА, см. лаб. раб. 4.

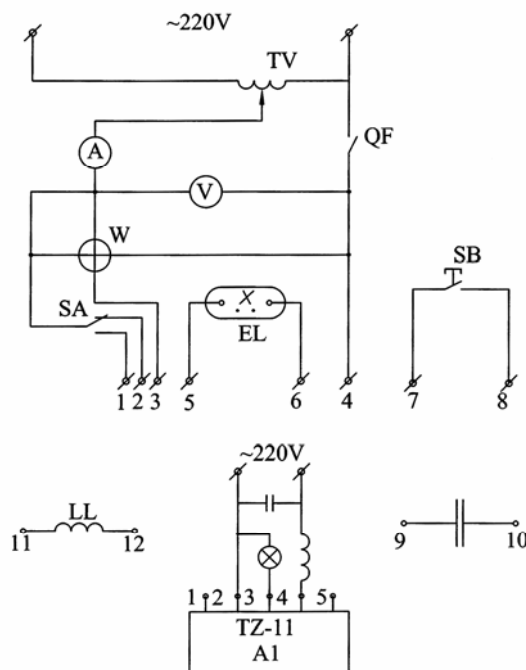


Рис. 10 Принципиальная схема лабораторного стенда по изучению источников УФ-излучения
Порядок выполнения работы

- 1 Собрать резонансную схему запуска лампы. Изучить процесс разгорания лампы. Подать напряжение 220 В и с интервалом в одну минуту снять излучательные и энергитические характеристики (табл. 7). После исследования лампу не отключать.

2 Исследовать характеристики лампы в зависимости от отклонения напряжения сети, ступенями в 5 В до погасания лампы. Результаты записать в табл. 7, продолжая ее после первого пункта. После погасания попробовать зажечь лампу снова и дать об этом заключение.

Таблица 7

Лампа ПРА	Измерено											
	τ , с	U_c , В	I , А	U_l , В	P_c , Вт	P_l , Вт	$E_{эр}$, Эр/м ²	$E_{бакт}$, Бакт/м ²	$E_{св}$, Лк			
Вычислено												
$F_{эр}$, Эр	$F_{бакт}$, бакт	$F_{св}$, Лк	$H_{л св}$, Лм/Вт	$H_{бл св}$, Лм/Вт	$H_{эр л}$, Эр/Вт	$H_{бл эр}$, Эр/Вт	$H_{л бакт}$, Бакт/Вт	$H_{бл бакт}$, Бакт/Вт	$\cos\varphi$	$F_{эр н}$, Эр	$F_{бакт н}$, Бакт	$F_{св н}$, Лк

3 Собрать схему с использованием импульсного зажигающего устройства (по указанию преподавателя) и выполнить пп. 1, 2.

4 Выполнить вычисления характеристик в табл. 7.

5 Построить графики: $F_{эр}$, $F_{бакт}$, $F_{св}$, $H_{эр л}$, $H_{бакт л}$, $H_{св л}$, $H_{эр бл}$, $H_{бакт бл}$, $H_{св бл}$, I , U_l , P_c , P_l , $\cos\varphi$, $E_{св}$ от времени разгорания лампы τ и от изменения напряжения сети U_c в установившемся режиме.

Контрольные вопросы

- 1 Устройство ламп ДРТ, ДКсТВ.
- 2 Схемы включения ламп ДРТ в сеть.
- 3 Область применения и спектр излучения ламп ДРТ.
- 4 Причина изменения энергетических параметров лампы ДРТ в процессе разгорания.
- 5 Можно ли использовать лампу ДРТ для освещения? Что для этого нужно сделать и почему?
- 6 Чем объяснить надежное зажигание лампы ДРТ при использовании параллельной цепи с емкостью и кнопкой?
- 7 Может ли лампа типа ДРТ работать от сети постоянного тока? Что надо изменить в схеме?

Лабораторная работа 6

МЕТОДЫ РАССЧЕТА ОСВЕЩЕНИЯ

Цель работы: научиться рассчитывать электрическое освещение существующих и проектируемых осветительных установок тремя основными методами расчета.

Методические указания

Изучить теоретический материал по литературе: с. 96 – 139 [1], с. 202 – 233 [8], с. 3 – 31 [10].

Выписать основные зависимости по трем основным методам расчета электрического освещения.

Порядок выполнения работы

- 1 По заданию преподавателя произвести замеры размещения светильников и габаритов помещения, а так же установить типы поверхностей стен, потолка, пола. Начертить соответствующий план с выбранными двумя контрольными точками. Переписать марку светильников, мощность и тип лампы.
- 2 Люксметром измерить реальное освещение в контрольных точках. При этом естественное освещение должно быть устранено затемняющими шторами.
- 3 Произвести расчеты освещенности тремя методами: точечным, коэффициента использования светового потока, удельной мощности. При этом использовать литературу [9], [10].
- 4 Сравнить полученные теоретически данные с экспериментально измеренной освещенностью и сделать выводы об уровне освещения в помещении и причинах его отклонения.
- 5 В отчете должен быть план помещения с размещением светильников и контрольных точек.

Контрольные вопросы

- 1 Расскажите о трех основных методов расчета электрического расчета.
- 2 Какой из методов расчета освещения является более точным и почему?
- 3 Что такое изолуксы? Имеют ли они различие для светильников с лампами накаливания и люминесцентными лампами?
- 4 В чем смысл расчета точечным методом по кривым силы света светильников?
- 5 В чем различие расчета точечным методом для светящихся линий по сравнению с лампами накаливания?
- 6 Что такое нормы освещенности и как их выбирают?
- 7 Что такое коэффициент пульсации светового потока?

Лабораторная работа 7

ИЗУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАНОВОК ЛУЧИСТОГО ЭЛЕКТРОНАГРЕВА

Цель работы: изучить устройство, электрические схемы, назначение и применение инфракрасных обогревателей: электробрудеров для обогрева цыплят БИ-5000, БИ-4000 (БП-1) и электрообогревателей для поросят ССПОх250, конструкцию излучателей, способы управления режимом обогрева. Экспериментальным путем получить основные характеристики инфракрасного обогревателя.

Методические указания

Технические характеристики некоторых инфракрасных обогревателей представлены в табл. 8.

Изучить основной теоретический материал по литературе [11], [12], [13]. Основные преимущества установок лучистого обогрева: быстрое действие, малые капитальные затраты, легкость регулирования тепловых режимов изменением высоты подвеса нагревателей и др.

К недостаткам следует отнести: малый срок службы излучателей, повышенная жароопасность, высокий удельный расход электрической энергии и др.

Эксплуатационные показатели инфракрасных обогревателей определяются лучистым и энергетическим КПД, энергетической облученностью и равномерностью ее распределения на поверхности облучения.

Работа обогревателя без защитной сетки запрещена! Перед включением необходимо проверить сопротивление изоляции обогревателя относительно корпуса мегомметром на 1000 вольт, которое должно быть не менее 0,5 Мом.

Таблица 8

Источник излучения	Технические характеристики обогревателей						Количество одновременно обогреваемых животных и птиц, голов
	Тип излучателя	Мощность, Вт	Напряжение, В	Тип арматуры	Количество излучателей, шт	Срок службы излучателей, ч	
1 Светлый излучатель:	УКЗ	500	220	ИКО-2	1	2000	Поросята двух опоросов в

а) лампа нака- ливания с зер- кальной колбой							смежных стан- ках
б) лампа нака- ливания с зер- кальной колбой, окрашенная	УКЗК	250	220	ИКО-2	1	5000	Поросята одного опороса
в) – // –	УКЗК	250	220	ССПО	1	5000	– // –
2 Темный из- лучатель: а) трубчатый излучатель	ТЭН	250	220	ОКБ-3295	1	3000	– // –
б) трубчатый излучатель	ТЭН	500	220	ОКБ-3296	1	3000	Поросята двух опоросов в смежных стан- ках
в) – // –	ТЭН	1000	220	БП-1	4	3000	500 цыплят

В работе исследуется инфракрасный обогреватель для поросят ССПОІх250, оснащенный приборами для измерения напряжения и тока (рис. 11).

Для измерения высоты подвеса обогреватель закреплен не подвижно на тросе с противовесом. Высота подвеса измеряется линейкой длиной 150 м.

Распределение энергетического облучения исследуется на специальной плите с координатной сеткой.

Для измерения энергетической облученности на поверхности обогрева используется теплостолбик с милливольтметром.

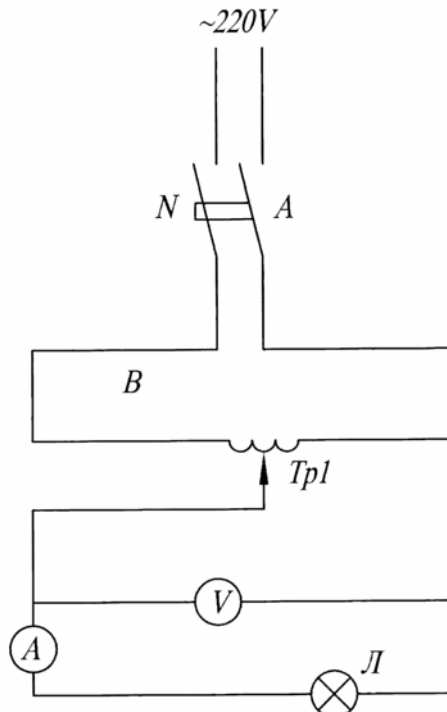


Рис. 11 Принципиальная электрическая схема подключения обогревателя ССПОІх250

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить конструкцию и выполнить эскизы обогревателей, подобрать необходимые измерительные приборы, собрать и зарисовать схему питания исследуемого обогревателя.
- 2 Исследовать зависимость экспериментальной облученности и энергетического КПД обогревателя от напряжения питания и высоты подвеса.
- 3 Исследовать интенсивность распределения энергетической облученности на плите с координатной сеткой.
- 4 Провести проверочный расчет обогревателя.
- 5 Величины, подлежащие измерению и вычислению при выполнении пп. 2 и 3, приведены в табл. 9.

Таблица 9

Высота подвеса, h	Напряжение, U	Измерения									Вычисления			
		Ток, I	Энергетическая облученность E и расстояние от центра координатной сетки – Вт/см ²									P	$\Phi_{\text{изл}}$	β
0	10		20	30	40	50	60	70	Вт	Вт				
См	В	А												
60	Номинальное													
80														
100														
120														
60	110 В													
80														
100														
120														

$$\beta = \left(\frac{P}{\Phi} \right)^{-i},$$

где P – электрическая мощность излучения, Вт; $\Phi_{\text{изл}}$ – полный поток излучения, Вт; β – энергетический КПД.

Коэффициент перевода показаний милливольтметра в энергетическую облученность

$$K = 28,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{МВ}).$$

Для вычисления используются зависимости: $P = UI$, Вт

$$\Phi_{\text{изл}} = \sum_{n=1}^{n=i} E_{i-1} \pi (r_i^2 - r_{i-1}^2),$$

где E_i – среднеэнергетическая облученность кругооблучаемой поверхности с внутренним и наружным радиусами r_{i-1} и r_i соответственно.

По результатам исследования построить зависимости E , $\Phi_{\text{изл}}$, β в функции h при номинальном напряжении и при условии $r = 0$ (в центре круга) и E функции r при различной h и номинальном напряжении.

Проверочный расчет

Основными параметрами лучистого обогревателя являются оптимальная энергетическая облученность $E_{\text{опт}}$ и площадь облучаемой поверхности F_0 . Для порослят одного опороса, обогреваемых излучателям

ИКЗК-220-250, в среднем $E_{\text{опт}} = 180 \dots 250 \text{ Вт}/\text{м}^2$, а $F_0 = 0,5 \text{ м}^2$.

Следовательно, исходя из результатов исследования (табл. 9), определяется необходимая высота подвес обогревателя $h_{\text{опт}}$ при оптимальной $E_{\text{опт}}$ и проверяется площадь облучаемой поверхности по формуле:

$$F = \pi r_i^2 \leq F_0,$$

где r_i – максимальный радиус поверхности обогрева, при которой $E = E_{\text{опт}}$.

Контрольные вопросы

- 1 Особенности, преимущества и недостатки лучистого обогревателя.
- 2 Отличие светлых и темных источников излучения.
- 3 Конструкция светлых и темных излучателей.
- 4 Что такое энергетическая облученность и энергетический КПД?
- 5 От чего зависит мощность и количество излучателей в облучательной установке?

ПРИЛОЖЕНИЕ

1 Люминесцентные рубчатые разрядные лампы низкого давления

Тип лампы	Мощность лампы, Вт	Напряжение на лампе, В	Номинальный световой поток, лм	Длина лампы, мм	Диаметр колбы, мм	Средняя продолжительность горения, ч
ЛБ 15-1	15	54	835	451,6	27	15000
ЛБ 20-1	20	60	1200	604,0	40	15000
ЛБ 30-1	30	96	2180	908,8	27	15000
ЛБ 36	36	109	3050	1213,6	26,5	15000
ЛБ 40-1	40	109	3200	1213,6	40	15000
ЛБ 65-1	65	110	4800	1514,2	40	15000
ЛБ 80-1	80	102	5400	1514,2	40	12000
ЛБР 20	20	57	1050	604,0	40	7500
ЛБР 40	40	103	2700	1213,6	40	11000
ЛБР 65	65	110	4400	1514,2	40	11000
ЛБР 80	80	102	4550	1514,2	40	11000
ЛД 30	30	104	1800	908,8	27	15000
ЛД 40-1	40	109	2600	1213,6	40	15000
ЛД 65	65	110	4000	1514,2	40	13000
ЛД 80	80	102	4300	1514,2	40	12000
ЛДЦ 30-1	30	104	1500	908,8	27	15000
ЛДЦ 36	36	109	2200	1213,6	26,5	15000
ЛДЦ40-1	40	109	2200	1213,6	40	15000
ЛДЦ 65	65	110	3160	1514,2	40	13000
ЛДЦ 80	80	102	3800	1514,2	40	12000
ЛЕЦ 20	20	88	865	604,0	27	13000
ЛЕЦ 36	36	109	2150	1213,6	26,5	13000
ЛЕЦ 40	40	109	2190	1213,6	40	13000
ЛЕЦ 65	65	110	3400	1514,2	40	13000
ЛТБ 30	30	96	2020	908,8	27	15000
ЛТБ 40-1	40	109	3150	1213,6	40	15000
ЛТБ 65	65	110	4650	1514,2	40	13000
ЛТБ 80	80	102	5200	1514,2	40	12000
ЛХБ 30	30	96	1940	908,8	27	15000
ЛХБ 40-1	40	109	3100	1213,6	40	15000
ЛХБ 65	65	110	4400	1514,2	40	13000
ЛХБ 80-1	80	102	5200	1514,2	40	13000
ЛБК 32	32	82	1900	311	34	7500
ЛБК 40	40	107	2600	412	34	7500
ЛБ 30	30	104	1980	465	26	15000

2 Ртутные лампы высокого давления

Тип лампы	Мощность лампы, Вт	Напряжение на лампе, В	Световой поток, лм	Средняя продолжительность горения, ч
ДРЛ 50(15)	50	96	1900	10000
ДРЛ 80(15)	80	115	3600	12000
ДРЛ 125(6)	125	125	5900	12000
ДРЛ 125(10)	125	125	6200	12000
ДРЛ 125(15)	125	125	6300	12000
ДРЛ 250	250	130	13000	12000
ДРЛ 250(15)	250	130	13500	12000
ДРЛ 250(6)-4	250	130	13500	12000
ДРЛ 400	400	230	23000	8000
ДРЛ 250(10)-4	400	135	24000	15000
ДРЛ 250(14)-4				
ДРЛ 400(10)-3				
ДРЛ 400(12)-4				
ДРТ 125-1	125	95	12,0 ¹	1000
ДРТ 240	240	70	24,6 ²	2200
ДРТ 400	400	135	39,0 ³	2700
ДРТ 1000	1000	145	128,0 ²	2200

3 Разрядные металлогалогенные лампы

Тип лампы	Мощность лампы, Вт	Напряжение на лампе, В	Световой поток, лм	Средняя продолжительность горения, ч
ДРИ 125	125	110	8300	3000
ДРИ 175	175	110	12000	4000
ДРИ 250-2	250	110	30000	700
ДРИ 250-5	250	130	19000	10000
ДРИ 250-6	250	130	19000	3000
ДРИ 400-1	400	125	25200	1000
ДРИ 400-5	400	130	36000	10000
ДРИ 400-6	400	130	33000	3000
ДРИ 700	700	120	59500	5000
ДРИ 1000	1000	130	90000	3000
ДРИЗ 125	125	110	4500	2000
ДРИЗ 175	175	110	5800	2500
ДРИЗ 250	250	130	13700	7500
ДРИЗ 250-2	250	130	13700	7500
ДРИЗ 400-2	400	130	24000	7500
ДРИЗ 400-3	400	130	24000	7500

¹ Поток излучения (240...340 нм), Вт.

² Поток излучения (240...320 нм), Вт.

³ Поток излучения (240...340 нм), Вт.

4 Натриевые лампы высокого давления

Тип лампы	Мощность лампы, Вт	Напряжение на лампе, В	Световой поток, лм	Средняя продолжительность горения, ч
ДНаТ 70	70	90	5800	10000
ДНаТ 100	100	100	9500	10000
ДНаТ 150	150	100	15000	15000
ДНаТ 210	210	115	18000	12000
ДНаТ 250-4	250	97,5	23000	10000
ДНаТ 250-7	250	97,5	26000	20000
ДНаТ 360	360	120	35000	16000
ДНаТ 400-4	400	102,5	47000	15000
ДНаТ 400-7	400	102,5	50000	20000

Тип лампы	Мощность лампы, Вт	Световой поток при расчетном напряжении, лм
Б 125-135-40	40	485
БК 125-135-40		520
Б 215-225-40		415
БК 215-225-40		460
Б 220-230-40		415
БК 220-230-40		460
Б 230-240-40		410
БК 230-240-40		450
Б 125-135-60	60	810
БК 125-135-60		875
Б 215-225-60		715
БК 215-225-60		790
Б 220-230-60		715
БК 220-230-60		790
Б 230-240-60		705
БК 230-240-60		775
Б 235-245-60	700	
Б 215-225-75	75	950
БК 215-225-75		1020
Б 220-230-75		950
Б 230-240-75		935
Б 125-135-100	100	1540
БК 125-135-100		1630
Б 215-225-100		1350
БК 215-225-100		1450
Б 220-230-100		1350
БК 220-230-100		1450
Б 230-240-100		1335
БК 230-240-100		1430
Б 235-245-100		1330

5 Лампы накаливания общего назначения

Тип лампы	Мощность лампы, Вт	Световой поток при расчетном напряже- нии, лм
Г 125-135-150	150	2280
Б 215-225-150		2100
Г 215-225-150		2090
Г 220-230-150		2090
Г 230-240-150		2065
Г 235-245-150		2060
Г 125-135-200	200	3200
Б 215-225-200		2920
Г 215-225-200		2920
Г 220-230-200		2920
Г 230-240-200		2890
Г 125-135-300	300	4900
Г 215-225-300		4610
Г 220-230-300		4610
Г 230-240-300		4560
Г 125-135-500	500	8700
Г 215-225-500		8300
Г 220-230-500		8300
Г 230-240-500		8225
Г 215-225-750	750	13001
Г 220-230-750		13100
Г 125-135-1000	1000	19100
Г 215-225-1000		18600
Г 220-230-1000		18600
Г 230-240-1000		18450

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Живописцев Е.Н., Косицын О.А. Электротехнология и электрическое освещение. М.: Агропромиздат, 1990. 301 с.
- 2 Жилинский Ю.М., Кумин В.Д. Электрическое освещение и облучение. М.: Колос, 1982. 272 с.
- 3 Лямцов А.К., Тищенко Г.А. Электроосветительные и облучательные установки. М.: Колос, 1983. 224 с.
- 4 Кнорринг Г.М. Осветительные утановки. Л.: Энергоиздат, 1981. 83 с.
- 5 Кунгс Я.А. Автоматизация управления электрическим освещением. М.: Энергоатомиздат, 1989. 108 с.

- 6 Ефимкина В.Ф., Софронов Н.Н. Светильники с газоразрядными лампами высокого давления. М.: Энергоатомиздат, 1984. 101 с.
- 7 Афанасьева Е.И., Скобелев В.М. Источники света и пускорегулирующая аппаратура. М.: Энергоатомиздат, 1986. 272 с.
- 8 Пособие по расчету и проектированию естественного, искусственного и совмещенного освещения (к СНиП II-4-79)/НИИСФ. М.: Стройиздат, 1985. 384 с.
- 9 Кнорринг Г.М. Справочная книга для проектирования электрического освещения. М.: Энергоиздат, 1976.
- 10 Электрическое освещение и облучение: Методические указания к курсовой работе / Печагин Е.А., Ж.А. Зарандия. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. 32 с.
- 11 Кудривуев И.Ф., Карасенко В.А. Электрический нагрев и электротехнология. М.: Колос, 1975.
- 12 Карасенко В.А. Электрификация тепловых продуктов в животноводстве. Мн.: Урожай, 1976.
- 13 Гуревич В.З. Электрически инфракрасные облучатели. М.: ГЭИ. 1963.