

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет среднего профессионального образования

Безик В.А.  
Филин Ю.И.  
Иванюга М.М.

**Учебное пособие для лабораторных работ по МДК 01.01  
«Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования  
сельскохозяйственных организаций»**

Часть 3

для студентов специальности  
35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»

Брянская область  
2018

УДК 621.31:631.171 (076)  
ББК 31.26:40.7  
Б 39

**Безик, В. А. Учебное пособие для лабораторных работ по МДК 01.01 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования сельскохозяйственных организаций». Ч. 3 / В. А. Безик, Ю. И. Филин, М. М. Иванюга. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 45 с.**

Учебное пособие для лабораторных работ по МДК 01.01 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования сельскохозяйственных организаций» разработан в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»

Предназначен для изучения 3 раздела «Монтаж осветительных и облучательных установок» МДК 01.01 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования сельскохозяйственных организаций». Предназначен для студентов среднего профессионального образования по специальности подготовки 35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»

Рецензент:

преподаватель Кирдищев Д.В. (Брянский государственный аграрный университет)

*Рекомендовано к изданию решением Методической цикловой комиссии общепрофессиональных дисциплин, протокол №6 от 20 апреля 2018 г.*

© Брянский ГАУ, 2018  
© Безик В.А., 2018  
© Филин Ю.И., 2018  
© Иванюга М.М., 2018

## Содержание

Введение	4
1. Правила проведения лабораторных работ	6
2. Лабораторные работы	7
2.1 Лабораторная работа №1. Составление и монтаж схем включения светильников с лампами накаливания	7
2.2 Лабораторная работа №2. Составление и монтаж схем включения светильников с газоразрядными лампами низкого и высокого давления	13
2.3 Лабораторная работа №3. Монтаж светильников с газоразрядными лампами низкого и высокого давления	25
2.4 Лабораторная работа №4. Монтаж электроустановок искусственного оптического излучения	31
2.5 Лабораторная работа №5. Исследование защиты осветительной сети	37
Литература	44

## Введение

Учебное пособие для лабораторных работ разработано в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»

Цель данного издания состоит в изучении технологий монтажа осветительных и облучательных установок при подготовке студентов по МДК 01.01 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования сельскохозяйственных организаций».

Представленные в издании теоретические сведения позволят студенту ознакомиться с различными видами ламп и светильников, их маркировкой, конструкцией. Так же в процессе выполнения работ учащиеся познакомятся с режимами работы и способами подключения ламп.

Данный практикум содержит 5 лабораторных работ и предназначен как для проведения учебного процесса, так и для самостоятельной подготовки студентов.

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения профессионального модуля должен:

**иметь практический опыт:**

монтажа и наладки электрооборудования сельскохозяйственных предприятий;

эксплуатации электрооборудования сельскохозяйственных предприятий;

монтажа, наладки и эксплуатации систем централизованного контроля и автоматизированного управления технологическими процессами сельскохозяйственного производства;

**уметь:**

подбирать электропривод для основных сельскохозяйственных машин и установок;

производить монтаж и наладку элементов систем централизованного контроля и автоматизированного управления технологическими процессами сельскохозяйственного производства;

**знать:**

основные средства и способы механизации производственных процессов в растениеводстве и животноводстве;

принцип действия и особенности работы электропривода в условиях сельскохозяйственного производства;

Результатом освоения профессионального модуля, в состав которого входит МДК 01.01, является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности (ВПД) **Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования (в т.ч. электроосвещения), автоматизация сельскохозяйственных предприятий**, в том числе профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

<b>Код</b>	<b>Наименование результата обучения</b>
ПК 1.1	Выполнять монтаж электрооборудования и автоматических систем управления
ПК 1.2.	Выполнять монтаж и эксплуатацию осветительных и электронагревательных установок
ПК 1.3.	Поддерживать режимы работы и заданные параметры электрифицированных и автоматических систем управления технологическими процессами
ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество
ОК 3.	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность
ОК 4.	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития
ОК 5.	Владеть информационной культурой, анализировать и оценивать информацию с использованием информационно-коммуникационных технологий
ОК 6.	Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями
ОК 7.	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий
ОК 8.	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации
ОК 9.	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности

## **1. Правила проведения лабораторных работ**

1. Студент должен явиться на лабораторные занятия подготовленным теоретически.

2. Перед началом проведения лабораторных работ получить инструктаж по технике безопасности, сделать соответствующие отметки в журнале проведения инструктажа. При необходимости преподаватель может проверить усвоение правил техники безопасности.

3. Прежде чем приступить к работе, необходимо внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием и измерительными приборами.

4. По результатам выполнения работ сдается и защищается отчет, оформляемый согласно требований стандартов. Основные расчеты, построения производятся самостоятельно студентом после окончания занятий.

5. Графическая часть выполняется карандашом с применением чертежных принадлежностей.

6. Каждый отчет завершается выводами по работе.

7. К выполнению следующей работы допускается студент успешно сдавший отчет по предыдущей работе.

### **Общие правила техники безопасности**

1. Без разрешения преподавателя или лаборанта лабораторные установки не включать.

2. При обнаружении неисправностей немедленно сообщать преподавателю или лаборанту. Нельзя оставлять включенной неисправную установку.

3. Не допускается загромождать рабочее место посторонними предметами, оборудованием и др. материалами, не относящимися к лабораторной установке.

4. Выполнять лабораторные работы только звеном в составе двух или более человек.

5. Лабораторную установку включать только после проверки и разрешения преподавателя.

6. Все изменения в электрической схеме проводить только при отключенной установке, после проверки на отсутствие напряжения измерительными приборами.

7. Не оставляйте схему под напряжением без наблюдения. По окончании измерений сразу отключайте установку.

8. По окончании выполнения лабораторных работ приведите в порядок рабочее место.

## **2. Лабораторные работы**

### **2.1 Лабораторная работа №1**

#### **Составление и монтаж схем включения светильников с лампами накаливания**

##### **Цель работы:**

Изучить порядок составления схем включения и освоить технологию монтажа светильников с лампами накаливания.

##### **Методические указания**

1. Подготовить титульный лист отчёта и разделы основной части, включающие теоретическое обоснование, обозначения и термины, средства обеспечения и материалы.
2. Повторить тему «Монтаж осветительной сети».

##### **Порядок выполнения работы**

1. Изучить устройство и характеристики лампы накаливания
2. Произвести монтаж светильника с лампой накаливания.
3. Проверить смонтированную схему в работе.

##### **Теоретические сведения**

Лампы накаливания - самые массовые источники оптического излучения. Это объясняется их сравнительной простотой устройства и надежностью в эксплуатации, возможностью непосредственного включения в сеть, отработанностью технологии и дешевизной. Применяется в системе общего освещения.

##### *Устройство и назначение основных частей ламп накаливания*

Разбирая строение лампы накаливания (рисунок 1, а) мы обнаруживаем, что основной частью ее конструкции является тело накала 3, которое под действием электрического тока накаливается вплоть до появления оптического излучения. На этом собственно и основан принцип действия лампы. Крепление тела накала внутри лампы осуществляется при помощи электродов б, обычно удерживающих его концы. Через электроды также осуществляется подвод электрического тока к телу накала, то есть они являются еще внутренними звеньями выводов. При недостаточной устойчивости тела накала, используют дополнительные держатели 4. Держатели посредством впайки устанавливаются на стеклянном стержне 5, именуемым штабиком, который имеет утолщение на конце. Штабик сопряжен со сложной стеклянной деталью – ножкой. Ножка,

она изображена на рисунке 1, б, состоит из электродов 6, тарелочки 9, и штенгеля 10, представляющего собой полую трубочку через которую откачивается воздух из колбы лампы. Общее соединение между собой промежуточных выводов 8, штабика, тарелочки и штенгеля образует лопатку 7. Соединение производится путем расплавления стеклянных деталей, в процессе чего продельвается откачное отверстие 14 соединяющее внутреннюю полость откачной трубки с внутренней полостью колбы лампы. Для подвода электрического тока к нити накала через электроды 6 применяют промежуточные 8 и внешние выводы 11, соединяемые между собой электросваркой.

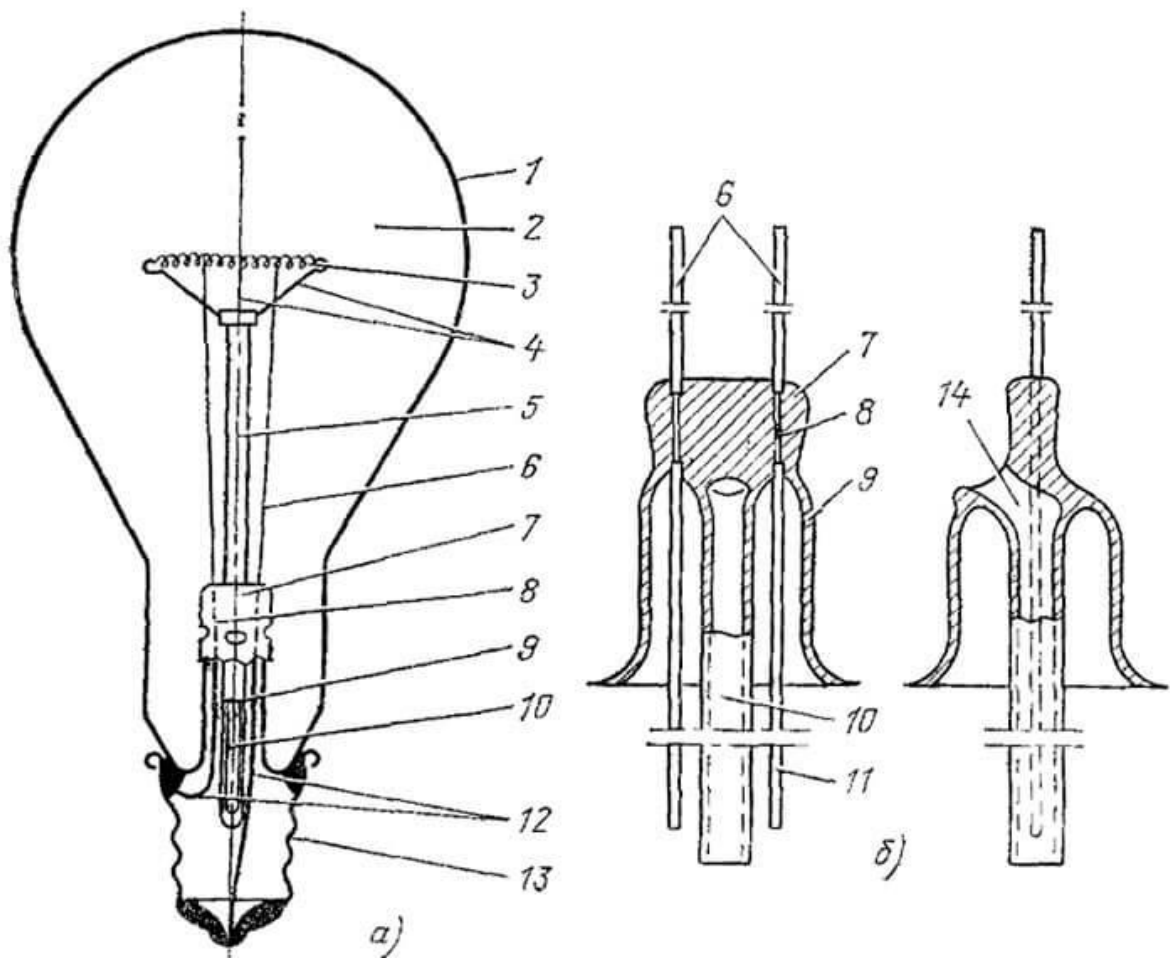


Рисунок 1 - Устройство электрической лампы накаливания (а) и ее ножки (б)

Для изоляции тела накала, а также других частей лампочки от внешней среды, применяется стеклянная колба 1. Воздух из внутренней полости колбы откачивается, а вместо него закачивается инертный газ или смесь газов 2, после чего конец штенгеля нагревается и запаивается.

Для подвода к лампе электрического тока и ее крепления в электрическом патроне лампа оборудуется цоколем 13, крепление которого к горлу колбы 1 осуществляется при помощи цоколевочной мастики. На соответствующие места цоколя припаивают выводы лампы 12.



От того как расположено тело накала и какой оно формы зависит светораспределение лампы. Но касается это только ламп с прозрачными колбами. Если представить, что нить накала представляет собой равнояркий цилиндр и спроецировать исходящий от нее свет на плоскость перпендикулярную наибольшей поверхности светящей нити или спирали, то на ней окажется максимальная сила света. Поэтому для создания нужных направлений сил света, в различных конструкциях ламп, нитям накала придают определенную форму. Примеры форм нитей накала приведены на рисунке 2. Прямая неспирализованная нить в современных лампах накаливания почти не применяется. Связано это с тем, что с увеличением диаметра тела накала уменьшаются потери тепла через газ наполняющий лампу.

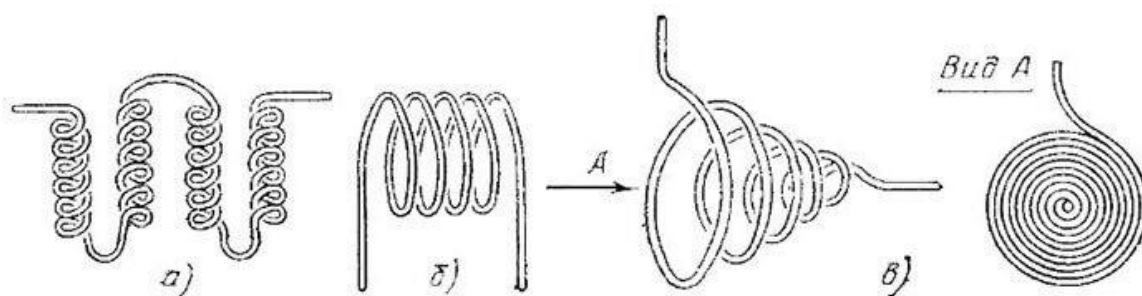


Рисунок 2 - Конструкция тела накала: *a* – высоковольтной проекционной лампы; *б* – низковольтной проекционной лампы; *в* – обеспечивающая получение равнояркого диска

Большое количество тел накала подразделяют на две группы. Первая группа включает в себя тела накала, применяемые в лампах общего назначения, конструкция которых изначально задумывалась как источник излучения с равномерным распределением силы света. Целью конструирования таких ламп является получение максимальной световой отдачи, что достигается путем уменьшения числа держателей, через которые происходит охлаждение нити. Ко второй группе относят так называемые плоские тела накала, которые выполняют либо в виде параллельно расположенных спиралей (в мощных высоковольтных лампах), либо в виде плоских спиралей (в маломощных лампах низкого напряжения). Первая конструкция выполняется с большим числом молибденовых держателей, которые крепятся специальными керамическими мостиками. Длинная нить накала размещается в виде корзиночки, тем самым достигается большая габаритная яркость. В лампах накаливания, предназначенных для оптических систем, тела накала должны быть компактными. Для этого тело накала свертывают в дужку, двойную или тройную спираль. На рисунке 3 приведены кривые силы света, создаваемые телами накала различных конструкций.

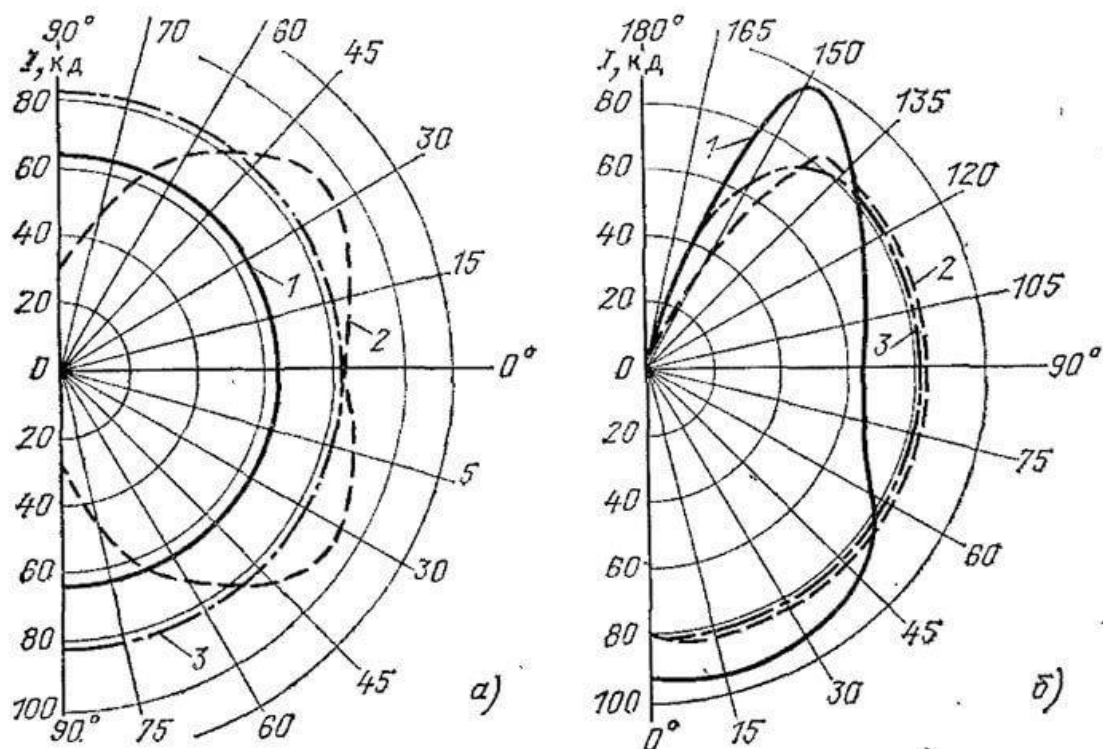


Рисунок 3 - Кривые силы света ламп накаливания с различными телами накала: *а* – в плоскости, перпендикулярной оси лампы; *б* – в плоскости, проходящей через ось лампы; 1 – кольцевая спираль; 2 – прямая биспираль; 3 – спираль, расположенная по поверхности цилиндра

Все накаливания объединены единым физическим принципом получения видимого излучения (нагрев электрическим током вольфрамовой нити до температуры 2200.. 2800 °С) и сходством применяемых во всех конструкциях основных составляющих элементов.

Колба - прозрачное или матовое стекло.

Тело накала – вольфрам, обладает высоким сопротивлением, может быть в виде проволоочки, биспирали, тройной спирали.

Электроды - молибден. Цоколь - как правило резьбовой.

Для уменьшения испарения вольфрама лампы выполняют газонаполненными (аргон + азот или ксенон + криптон).

Марки ламп накаливания: В -вакуумная, Г - газонаполненная (аргон 86% и азот 14%), Б – биспиральная, БК – биспиральная с криптоновым наполнителем (криптон 86% и азот 14%), МТ- с матированной колбой, МЛ - в колбе молочного цвета, О - с опаловой колбой.

Лампы накаливания отличаются между собой электрическими, светотехническими и эксплуатационными характеристиками.

К электрическим характеристикам относят: номинальное напряжение питающей сети(В),номинальную электрическую мощность (Вт), род тока (постоянный или переменный).

Основная светотехническая характеристика ламп накаливания - излучаемый ими световой поток (лм), который зависит от электрической мощности, питающего напряжения и температуры и накала. Эксплуатационными характеристиками, определяющими экономические показатели работы ламп накаливания, являются световая отдача и номинальный срок службы. Световая отдача достигла в настоящее время 7,3 ... 19,1 лм /Вт. Номинальный срок службы ламп накаливания равен 1000 часов.

Отклонения питающего напряжения от номинального значения существенно влияет на характеристики ламп накаливания. При 1% превышения над номинальным напряжением, сокращается срок службы лампы на 6-7%. Для уменьшения этого колебания лампы выпускаются в диапазоне напряжения (от 215 до 225 В).

Для осветительных сетей помещений, жилых, культурно-бытовых, общественных и промышленных зданий и сооружений используют различные схемы соединений выключателей и переключателей и их включения в сеть.

В производственных зданиях применяют местное, централизованное, дистанционное и автоматическое управление освещением, а в ряде случаев и смешанные способы управления.

При *местном управлении* используют выключатели, переключатели или другие простые аппараты, установленные у входа или внутри освещаемых помещений.

*Централизованное управление* освещением применяется для крупных производственных помещений, где нецелесообразно устанавливать большое количество выключателей. Оно осуществляется чаще всего с групповых щитков с помощью автоматических выключателей. Для такого вида управления освещением выбирают место, где организовано постоянное дежурство персонала.

*Дистанционное управление* используется в крупных производственных зданиях, где освещение питается от нескольких подстанций, при этом не требуется управление с нескольких мест. Оно осуществляется магнитными пускателями или контакторами, устанавливаемыми на щитах станций управления (ЩСУ) или в шкафах управления (ШУ) и включенными в цепи линий питающей осветительной сети.

*Автоматическое управление* (без участия человека) осуществляется при изменении световых условий, создаваемых в помещениях с естественным освещением, или по заранее заданному суточному графику с помощью фотоэлектрических автоматов. Принцип действия которых состоит в следующем: на устанавливаемый в помещении вблизи окна выносной фотодатчик падает естественный свет. При изменении естественной освещенности меняется ток в цепи фотодатчика, а, следовательно, и в цепи реле фотоэлектрического авто-

мата. При ее уменьшении ниже определенного уровня реле срабатывает и его контакт замыкается. Для автоматического управления освещением в подъездах, на лестничных клетках, в коридорах жилых и общественных зданий выпускаются вводно-распределительные устройства с фотоэлектрическими датчиками.

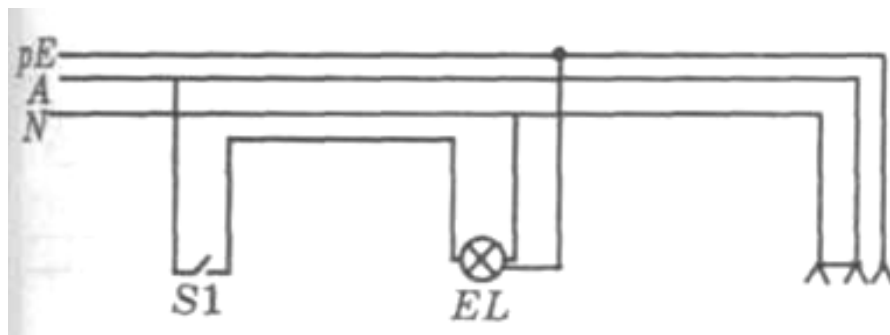


Рисунок 4 - Принципиальная схема включения лампы накаливания и штепсельной розетки в сети 220В

**Включение ламп накаливания** производится непосредственным присоединением к фазному и нулевому проводам питающей сети. Схемы управления предусматривают использование различных выключателей и переключателей в качестве коммутирующих аппаратов. Кроме этого при разработке принципиальных схем осветительных электропроводок необходимо учитывать возможность подключения бытовых электроприборов и электрифицированного инструмента. Это осуществляется при помощи штепсельных розеток, которые подключаются непосредственно к проводам питающей сети. Принципиальная схема включения лампы накаливания и штепсельной, розетки к сети напряжением 220 В приведена на рисунке 4.

### Содержание отчёта

1. Тема, порядок выполнения работы и цель занятия.
2. Краткие сведения по составлению схем включения светильников с лампами накаливания.

### Контрольные вопросы

1. Назовите виды управления электрическим освещением.
2. Устройство лампы накаливания.
3. Для чего применяют различные формы нитей накала?
4. Как подключить светильник с лампой накаливания?
5. Как подключается розетка?

## **2.2 Лабораторная работа №2**

### **Составление и монтаж схем включения светильников газоразрядными лампами низкого и высокого давления**

#### **Цель работы:**

Ознакомиться с устройством люминесцентной лампы, провести исследования стартерной схемы включения. Изучить порядок составления схем включения и освоить технологию монтажа светильников с газоразрядными лампами низкого и высокого давления.

#### **Методические указания**

1. Подготовить титульный лист отчёта и разделы основной части, включающие теоретическое обоснование, обозначения и термины, средства обеспечения и материалы.
2. Повторить тему «Монтаж осветительной сети».

#### **Порядок выполнения работы**

1. Составить и собрать бесстартерную схему включения люминесцентной лампы.
2. Составить и собрать бесстартерную схему включения люминесцентной лампы.
3. Составить и собрать схемы включения газоразрядных ламп типа ДРЛ.
4. Изучить схемы включения ламп ДРИ, ДНаТ, ДРТ.

#### **Теоретические сведения**

Люминесцентная лампа - это газоразрядный источник света низкого давления, световой поток которого определяется в основном свечением люминофоров под воздействием ультрафиолетового излучения электрического разряда. Световая отдача до 85 лм/Вт, срок службы более 10 тыс.ч. Применяются главным образом для общего и местного освещения.

Принцип действия люминесцентных ламп состоит в использовании электролюминесценции (свечения паров металлов и газов при прохождении через них электрического тока) и фотолюминесценции (свечение вещества люминофора при его облучении другим, например, невидимым УФ светом). В люминесцентной лампе электрический разряд происходит при низком давлении ртути и некоторых инертных газов; электролюминесценция характеризуется очень слабым видимым и сильным УФ излучением. Световой поток лампы создаётся главным образом за счёт фотолюминесценции - преобразования УФ излучения

в видимый свет слоем люминофора, покрывающим изнутри стенки трубка той стеклянной колбы. Таким образом, лампа является своеобразным трансформатором невидимого света в видимый. Энерго экономичность - это основное преимущество люминесцентных ламп. Их световая отдача в зависимости от цветности, качества цветопередачи, мощности и типа ПРА находится в пределах от 50 до 90 лм/Вт. Наименее экономичны лампы небольшой мощности и высоким качеством цветопередачи.

Поскольку лампа не предназначена для непосредственного включения в сеть, значение напряжения на лампе при её маркировке не приводится. В комплекте с ПРА лампы обычно рассчитаны на питание от сети переменного тока промышленной частоты. Для питания от сети постоянного тока требуются специальные ПРА.

Лампы отличаются высоким сроком службы, достигающим 15000 ч. Некоторые производители приводят с учётом оптимизации расходов на освещение рентабельный срок службы, который может быть в два раза меньше. Указанные в технической документации значения срока службы значительно меньше продолжительности жизни лампы до полного отказа. В режиме частых включений срок службы лампы сокращается.

Люминесцентные лампы - наиболее массовый источник света для создания общего освещения в помещениях общественных зданий: офисах, школах, учебных и проектных институтах, больницах, магазинах, банках, предприятиях текстильной и электронной промышленности и др.. Весьма целесообразно их применение в жилых помещениях: для освещения рабочих поверхностей на кухне, общего или местного (около зеркала) освещения прихожей и ванной комнаты. Нецелесообразно применение ламп в высоких помещениях, при температуре воздуха ниже 5°C и при затруднённых условиях обслуживания.

Люминесцентный светильник состоит из арматуры и источника света. Источник света находится внутри арматуры, которая обеспечивает требуемое распределение светового потока и защиту от механических повреждений и воздействий окружающей среды.

В люминесцентном светильнике в качестве источника света служит люминесцентная лампа. Светильник представляет собой корпус, в котором смонтированы пускорегулирующее устройство, ламподержатели, стартеродержатели и соединительные провода. Корпус обычно имеет отражатель для увеличения отдачи светового потока от лампы и защитную прозрачную крышку, который обеспечивает равномерное рассеивание светового потока.

Люминесцентные лампы различают по форме, размерам колбы, мощности и спектральному составу или цветности излучения. Люминесцентные трубчатые лампы низкого давления с дуговым разрядом в парах по цветности излучения делятся на лампы белого света (**ЛБ**, цветовая температура 3500 К), лампы холодного белого света (**ЛХБ** — 4850 К), лампы темно-белого света (**ЛТБ** - 2700 К), лампы дневного света (**ЛД** - 6500 К) и лампы **ЛДЦ** — дневного света

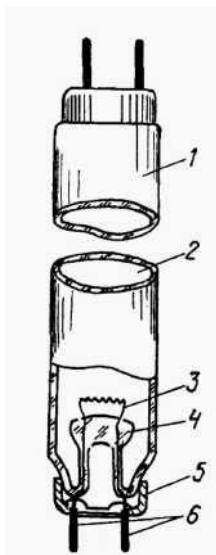


Рисунок 1 - Устройство люминесцентной трубчатой лампы низкого давления:

- 1— герметически закрытая стеклянная трубка;
- 2 — слой люминофора; 3 — электроды;
- 4 — стеклянная ножка; 5— цоколь;
- 6 — контактные штыри.

60% номинальных величин.

Средняя яркость люминесцентных ламп колеблется от 5 до 10 кд/м<sup>2</sup> в зависимости от мощности. Вследствие большой яркости люминесцентных ламп открытая их установка (без светильников), как правило, не допускается. Люминесцентные лампы работают нормально при температурах окружающей среды от 5 до 55°С, поэтому их установка в помещении с температурой воздуха ниже 5°С не допускается без специальных приспособлений.

#### Достоинства люминесцентных ламп:

1. Очень высокая световая отдача, которая может достигать 75 лм/Вт;
2. Длительный срок службы, у стандартных ламп достигающий до 10 тысяч часов;
3. Возможности обладать источниками света разного спектрального состава при наилучшей цветопередаче;
4. Благоприятный спектр излучения.

для правильной цветопередачи, обеспечивающие сохранение цвета объекта таким же, каким он был при естественном освещении.

Наиболее широко применяются лампы типа **ЛБ**. При повышенных требованиях к цветопередаче применяются лампы типов **ЛХБ**, **ЛД**, **ЛДЦ**. Лампы типа **ЛТБ** применяются для правильной цветопередачи человеческого лица. При маркировке мощность ламп указывается цифрой, например, **ЛДЦ-40**, **ЛБ-80** и т. д.

Средняя продолжительность горения всех типов люминесцентных ламп не менее 12 000 ч. Средний световой поток после 4000 ч горения должен быть не менее 65%, а к концу срока службы (после 10 000 ч горения) — не менее

### Недостатки:

Из недостатков можно выделить ограниченную единичную мощность лампы при больших размерах для такой мощности, относительную сложность подключения, отсутствие возможности питания лампы постоянным током. Люминесцентная лампа и ее характеристики довольно сильно зависят от уровня температуры окружающей среды. Так, для обыкновенной люминесцентной лампы наиболее оптимальной температурой окружающего воздуха является диапазон от +18 до +25 С. Если есть отклонение температуры от указанного показателя, оптимальный световой поток, световая отдача лампы значительно снижаются. Более того, когда в помещении отмечена температура ниже +10 С, зажигание лампы вообще не гарантируется. Поэтому люминесцентные лампы используются лишь там, где их эксплуатация оправдана и предполагает получение эффекта, который невозможно создать при помощи других типов ламп.

Дороже, требуют дополнительных устройств (ПРА), возможен стробоскопический эффект(создается иллюзия неподвижного состояния вращающихся частей каких-то механизмов).Для устранения этого эффекта лампы равномерно располагают по фазам в системах освещения , тем самым сглаживаются пульсации и применяются антистробоскопические ПРА, при температуре ниже +10С лампа с трудом зажигается .

Для подключения люминесцентной лампы необходим стартер, который представляет собой миниатюрную неоновую лампочку внутри которой находится биметаллические (один или два) электроды **1** и **2**, параллельно контакту стартера включается конденсатор **3**, который устраняет радиопомехи. Лампочка заполнена смесью 60% аргона,28,8% неона и 11,2% гелия. Колба лампы стартера помещена в металлический корпус цилиндрической формы **5**. $U_{\text{зажиг}} = 128 \text{ В}$  для стартера на 220В.

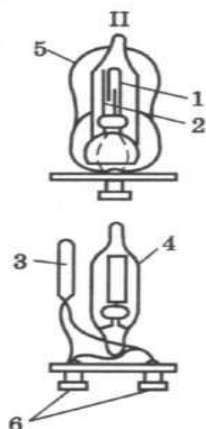


Рисунок 2- Стартер:1,2-электроды; 3-конденсатор; 4-колба ;5-металлический корпус; 6- контактные электроды



### Функции стартера:

Замыкая свой контакт, стартер способствует разогреву электродов лампы (увеличивается эмиссия электронов, снижается  $U$  зажигания лампы), размыкая свой контакт стартер способствует наведению ЭДС самоиндукции дросселе, тем самым сглаживаются пульсации.

### Функции дросселя:

Ограничивает  $I$  лампы в момент подачи  $U$  на лампу, генерирует ЭДС самоиндукции до **1000 в**, что обеспечивает зажигание лампы, стабилизирует горение дуги (лампы).

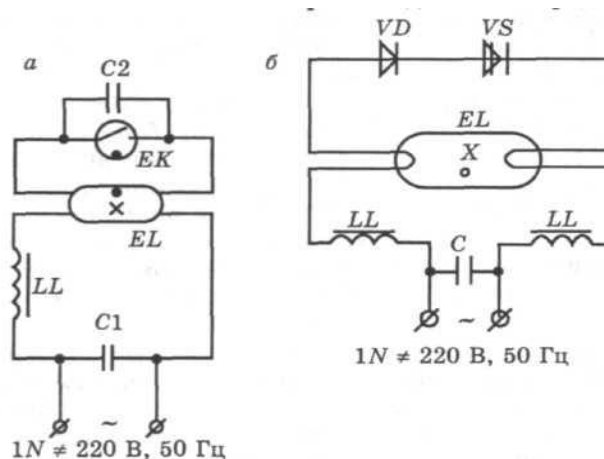


Рисунок 3 - Схемы включения газоразрядных ламп: а – со стартером тлеющего разряда; б – с полупроводниковым стартером.

В настоящее время широко используются электронные ПРА, основанные на преобразовании частоты, позволяющие снизить потери в ПРА на 40...50%, уменьшить массу дросселей и повысить качество освещения.

Основные элементы схемы включения с использованием стартера тлеющего разряда — это люминесцентная лампа, дроссель в качестве балластного сопротивления и стартер.

При подаче напряжения на схему ток через люминесцентную лампу не проходит, так как газовый промежуток в достаточной степени не ионизирован и является изолятором. В таком состоянии для его пробоя необходимо напряжение, превышающее напряжение сети в несколько раз. В стартере же возникает тлеющий разряд, сопровождающийся протеканием тока (20...50 мкА) в электрической цепи, образованной дросселем, нитями накала электродов люминесцентной лампы и самим стартером. Тлеющий разряд нагревает биметаллические электроды стартера, и они, изгибаясь, накоротко соединяются один с другим и замыкают цепь накала электродов люминесцентной лампы через дроссель на напряжение сети. Проходящий при этом ток, равный 0,9...2,0 номинального тока люминесцентной лампы, обеспечивает интенсивный по-

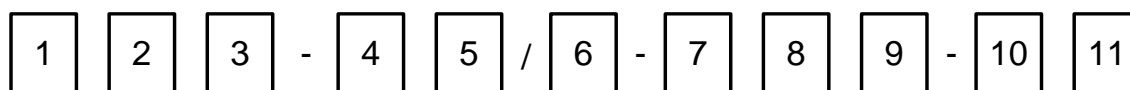
догрев электродов. Тлеющий разряд в стартере прекращается, так как электроды замкнуты.

За 1...2 с электроды люминесцентной лампы разогреваются до 800.. 1000 °С, вследствие чего увеличивается электронная эмиссия, ионизируется газовый промежуток и облегчаются условия его пробоя. После прекращения тлеющего разряда в стартере его электроды охлаждаются и, возвращаясь в исходное положение, разрывают цепь накала электродов люминесцентной лампы. В момент разрыва цепи возникает электродвижущая сила (ЭДС) самоиндукции в дросселе. Образовавшийся за счет ЭДС самоиндукции импульс повышенного напряжения (700... 1000 В) прикладывается к электродам, обеспечивает пробой межэлектродного промежутка люминесцентной лампы и ее зажигание. К стартеру, включенному параллельно работающей люминесцентной лампе, прикладывается приблизительно половина напряжения сети. Этого недостаточно для возникновения в нем тлеющего разряда и он автоматически отключается. Однако если люминесцентная лампа по какой-либо причине не зажглась, то весь процесс зажигания повторяется.

В рассмотренной схеме самый ненадежный элемент — стартер тлеющего разряда с подвижными биметаллическими электродами. Надежность схем можно повысить путем использования различного рода полупроводниковых стартеров или бесстартерных ПРА. Пример фрагмента простейшей схемы с полупроводниковым стартером приведен на рисунке 10.2, б. Во время зажигания люминесцентной лампы в один полупериод изменения переменного напряжения электроды разогреваются, а в другой — по дается импульс напряжения. Динистор подбирают таким образом, чтобы напряжение его включения было меньше номинального напряжения сети, но больше амплитудного значения рабочего напряжения на лампе. Диод защищает динистор по обратному напряжению.

### ***Маркировка ПРА***

Каждому ПРА присваивается шифр условного обозначения, который характеризует его назначение, устройство, исполнение и параметры. Структура условного обозначения ПРА:



где 1 - цифра, указывающая число одновременно присоединяемых к ПРА ламп;

2 - буквы, обозначающие состав и назначение входящих в аппарат балластных элементов (ДБ - дроссели балластные, УБ - устройства стартерные, АБ - аппараты бесстартерные горячего зажигания, МБ - аппараты мгновенного зажигания и т.д.);

3 - буква, характеризующая коэффициент мощности потребляемого из сети тока (И - индукционный, Е - емкостный, К - компенсированный);

4 - цифры, указывающие мощность присоединенной лампы в ваттах;

5 - буква, указывающая тип лампы в случае непрямых люминесцентных ламп и ламп высокого давления (К - кольцевые, У - U-образные, ДРЛ, ДРИ, ДНаТ - соответственно лампы типов ДРЛ, ДРИ, ДНаТ и т.д.);

6 - цифры, указывающие напряжение сети, на которое включается ПРА (127, 220 и 380 В);

7 - буква, характеризующая наличие (ставится буква А) или отсутствие (не обозначается) сдвига между токами многолампового аппарата;

8 - буква, характеризующая конструктивное использование аппарата (В - встроенные в осветительный прибор, Н - независимые);

9 - буквы, характеризующие уровень шума, создаваемого аппаратом (П - с пониженным уровнем шума, ПП - с особо низким уровнем шума и аппараты с нормальным уровнем шума не обозначаются);

10 - трехзначная цифра, указывающая номер серии разработки ПРА;

11 - буква и цифры, указывающие климатическое исполнение и категорию размещения.

Пример условного обозначения ПРА: 2УБИ-3(Ш/220-АВПП/928-УЗ — устройство балластное стартерное индукционное для двух U-образных ламп мощностью 30 Вт каждая на напряжение 220 В с элементами для сдвига между токами ламп и особо низким уровнем шума серии разработки 928, встраиваемое в осветительный прибор, для эксплуатации в умеренном климате в закрытых неотапливаемых помещениях.

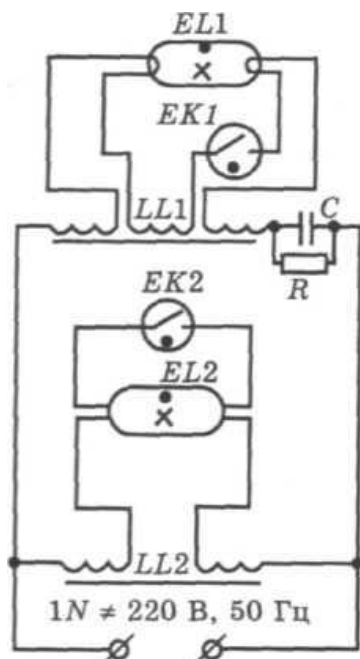


Рисунок 4 - Схема включения двух люминесцентных ламп с использованием стартеров.

Двухламповая стартерная схема включения трубчатых люминесцентных ламп (рисунок 4) применяется для уменьшения возможности появления стробоскопического эффекта, улучшения компенсации индуктивного сопротивления дросселей  $LL1$  и  $LL2$  и ослабления помех радиоприему. Дроссели имеют фазную индуктивность, кроме того, в цепь дросселя  $LL1$  по следовательно включены конденсатор  $C$  и разрядный резистор  $R$ , в результате чего ток лампы  $EL1$  отстает по фазе от напряжения, а ток лампы  $EL2$  опережает его. Следовательно, свет и все потоки обеих ламп смещаются во времени, а их суммарный световой поток практически постоянен. При использовании пускорегулирующих аппаратов коэффициент мощности таких схем достигает 0,92. В настоящее время более 80% всех выпускаемых ламп включается в электрическую сеть по стартерным схемам зажигания.

### **Схемы включения газоразрядных ламп высокого давления**

Включение ламп типа ДРЛ в сеть, как и большинство газоразрядных источников оптического излучения, возможно только путем последовательного соединения с ним специального пускорегулирующего аппарата. В зависимости от конструктивных модификаций различают и схемы включения ламп ДРЛ в сеть (двухэлектродные или четырехэлектродные).

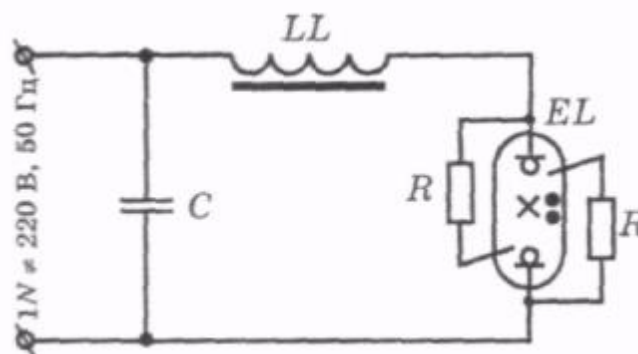
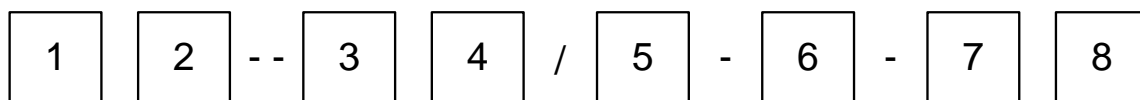


Рисунок 5- Принципиальная схема включения четырехэлектродных ламп типа ДРЛ в сеть:  $LL$  – дроссель,  $C$  – конденсатор,  $EL$  – лампа,  $R$  – токоограничивающий резистор.

Зажигание электрического разряда в кварцевой горелке двухэлектродных ламп ДРЛ не может быть осуществлено рабочим напряжением сети, так как напряжение зажигания ламп значительно выше сетевого. Для первоначального пробоя газового промежутка к электродам лампы должен быть приложен кратковременный импульс напряжения в несколько киловольт. Его можно получить только при помощи специальной схемы включения лампы содержащей специальное поджигающее устройство, в частности устройство импульсное зажигающее универсальное (УИЗУ).

В четырехэлектродных лампах ДРЛ зажиганию основного разряда между рабочими электродами предшествует возникновение тлеющего разряда между рабочими и поджигающими электродами, который затем переходит на основные электроды. Для четырехэлектродных ламп ДРЛ зажигание электрического разряда в кварцевой горелке может быть произведено от сетевого напряжения 220 или 380 В. В схеме включения таких ламп (рисунок 1) последовательно с лампой включается одно- или двухобмоточный дроссель. Так как при индуктивном балласте коэффициент мощности ПРА составляет 0,45...0,6, то для его повышения до требуемого значения при индивидуальной компенсации в схему вводится конденсатор С. Емкость конденсатора определяется мощностью лампы.

Условное обозначение ПРА для ламп ДРЛ, как и для других газоразрядных ламп высокого давления, раньше имело некоторые отличия от обозначения ПРА для люминесцентных ламп. Структура условного обозначения была такова:



где 1 — число включаемых с ПРА ламп; 2 — буквы ДБИ — дроссель балластный индукционный; 3 — номинальная мощность, Вт; 4 — буквы, обозначающие тип лампы ДРЛ, ДРИ, ДНаТ; 5 — номинальное напряжение подключения ПРА, В; 6 — буква, обозначающая конструктивное исполнение (В — встроенные; Н — независимые); 7 — номер серии ПРА; 8 — буква и цифры, указывающие на климатическое исполнение и категорию размещения.

В последнее время все чаще встречаются условные обозначения ПРА газоразрядных ламп высокого давления, идентичные по структуре с вышеприведенными новыми обозначениями ПРА для люминесцентных ламп.

Разновидностью ламп ДРЛ являются ртутно-вольфрамовые лампы типа ДРВ (В - вольфрамовая). Лампы ДРВ подключают к сети переменного тока напряжением 220 В без каких-либо дополнительных ПРА. В качестве активного балластного сопротивления таких ламп используется смонтированная в колбе вольфрамовая спираль, которая одновременно генерирует видимое излучение. Их световая отдача 18...28 лм \* Вт<sup>-1</sup> при «красном отношении» до 10...13%, средняя продолжительность горения - 3...5 тыс.ч.

Внешне ртутно-вольфрамовые лампы почти не отличаются от ламп типа ДРЛ, но в сравнении с последними имеют некоторые преимущества: более благоприятный для правильной цветопередачи состав излучения; отсутствие достаточно металлоемкого и дорогого ПРА. К недостаткам следует отнести снижение в 1,8...2 раза световой отдачи, срока службы и возрастание коэффициента пульсации.

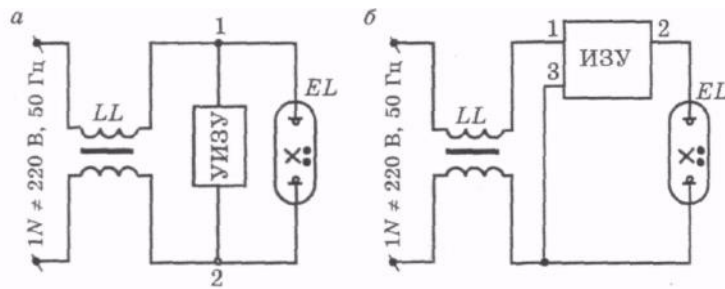


Рисунок 6 - Принципиальная электрическая схема включения ламп типов ДРИ и ДНаТ с зажигающим устройством типов УИЗУ (а) и ИЗУ (б).

Металлогалогенные лампы типа ДРИ включают в сеть переменного тока частотой 50 Гц напряжением 220 и 380 В с со ответствующим пускорегулирующим аппаратом и импульсным зажигающим устройством типов УИЗУ или ИЗУ, которые обеспечивают надежное зажигание ламп при температуре окружающей среды до - 40 °С. Зажигающие устройства УИЗУ и ИЗУ относятся к генераторам параллельного (УИЗУ) и последовательного (ИЗУ) поджига с емкостным накопителем энергии и полупроводниковым ключом.

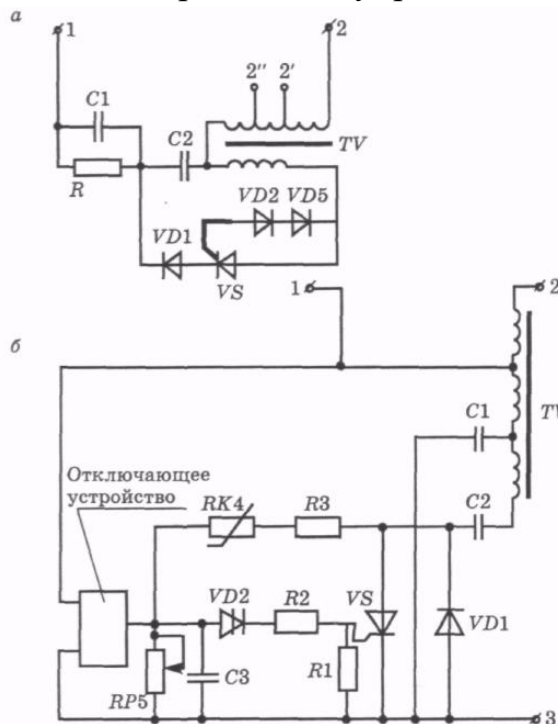


Рисунок 7 - Принципиальная электрическая схема импульсных зажигающих универсальных устройств типа УИЗУ (а) и ИЗУ (б).

При подключении питания к УИЗУ заряжается конденсатор С2 (рисунок 7, а) через цепочку R,С1 и вторичную обмотку импульсного трансформатора TV. Когда напряжение С2 достигает напряжения стабилизации стабилитрона VD2, в цепи управляющего электрода тиристора VS появляется ток, тиристор открывается и конденсатор С2 разряжается на первичную обмотку

импульсного трансформатора ТУ через тиристор и диод VD1. Во вторичной обмотке появляются импульсы напряжения (на полуволну около 5 импульсов) в 1900...6000 В, обеспечивающие зажигание лампы. Значение амплитуд импульсов определяется положением переключателя 2 (2', 2"). Амплитуда и длительность импульсов зависят также от значений R, C1. Диод VD1 предназначен для защиты тиристора VS по обратному напряжению.

Схема включения лампы ДНаТ аналогична схеме ламп типа ДРИ и содержит пускорегулирующий аппарат в виде дросселя и зажигающего устройства УИЗУ или ИЗУ. Однако следует отметить, что у ламп ДНаТ начальное напряжение горения на 25...30% ниже, чем у ламп типов ДРЛ или ДРИ той же мощности. Поэтому для стандартных ламп ДНаТ нельзя использовать балласты от ламп ДРЛ или ДРИ.

Схема включения ламп ДРТ в сеть (рисунок 8) содержит балластный дроссель, размыкающий ключ и два конденсатора. Если подать на схему напряжение и замкнуть ключ SB, то в электрической цепи SB, LL, C1 появится ток, значение которого ограничивается сопротивлением дросселя и конденсатора. Резкий разрыв цепи ключом SB вызывает индуктирование в дросселе ЭДС самоиндукции, которая прикладывается к лампе и пробивает газовый промежуток. Металлическая полоска облегчает пробой лампы. Конденсатор C2 предназначен для повышения коэффициента мощности цепи. Время разгорания лампы - 3...10 мин.

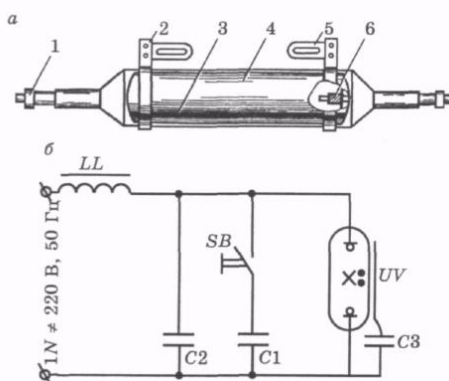


Рисунок 8 - Конструкция лампы ДРТ (а) и схема включения её в сеть(б): 1 – ввод; 2 – металлические хомутики; 3 – металлическая полоска; 4 – трубка из кварцевого стекла; 5 – держатель; 6 – самокалящиеся электроды; LL – дроссель; SB – замыкающий ключ; UV – лампа ДРТ; C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> и C<sub>3</sub> – конденсаторы.

### Содержание отчёта

1. Тема, порядок выполнения работы и цель занятия.
2. В отчет занести краткие сведения об устройстве и назначении газоразрядных ламп, схемы подключения газоразрядных ламп (рис2,3,4), последова-

тельность сборки и монтажа

3. Краткое описание элементов схем

### **Контрольные вопросы**

1. Устройство и принцип действия газоразрядной лампы.
2. Достоинства и недостатки газоразрядных ламп.
3. Функции стартера.
4. Функции дросселя.
5. Вычертите стартерную схему включения люминесцентной лампы.
6. Маркировка газоразрядных ламп.
7. Схемы включения газоразрядных ламп.



## 2.3 Лабораторная работа №3

### Монтаж светильников с газоразрядными лампами низкого и высокого давления

#### Цель работы:

Изучить устройство и назначение газоразрядных ламп.

#### Методические указания

1. Подготовить титульный лист отчёта и разделы основной части, включающие теоретическое обоснование, обозначения и термины, средства обеспечения и материалы.
2. Повторить тему «Монтаж осветительной сети».

#### Порядок выполнения работы

1. Изучить схемы монтажа газоразрядных ламп их назначение и требования к монтажу.
2. Собрать и проверить светильник с газоразрядной лампой низкого и высокого давления.

#### Теоретические сведения

К газоразрядным лампам относятся лампы, свечение которых возникает при прохождении тока через газонаполненную среду. К лампам низкого давления относятся люминесцентные лампы марок ЛБ, ЛТС, ЛДС, SL и SW. К газоразрядным лампам высокого давления относятся лампы марок ДРЛ (дуговая ртутная лампа), ЛВД (А), ЛВД (К), ЛВД (Г), что означает лампа высокого давления аргоновая, ксеноновая и галогеновая соответственно.

На рисунке 1 представлен настенный светильник с U-образной люминесцентной лампой. На рисунке 1а рассеиватель установлен на отбортованное основание 3 и закреплен винтом 1 и съемной крышкой 4. На рисунке 1б удалены рассеиватель и лампа, и хорошо видно патрон 12, в который вставлен стартер 11, конденсатор 9, колодка 8 для присоединения к сети и пружинный ламподержатель 6. Снизу лампа прикреплена перемычкой 14, а та в свою очередь привинчена к патрону винтом 15.

На рисунке 1 д показаны четыре гнезда 16 для включения лампы и два гнезда 17 для стартера. На рис. 8.1в лампа 13 показана отдельно. На рисунке 1г показано присоединение винтами 18 внешних проводов. Внутренние провода припаяны к лепесткам 19. На рисунке 1ж показано соединение элементов светильника. Сетевые провода вводятся через отверстие 7 и присоединяются к зажимам (рисунки 1е).

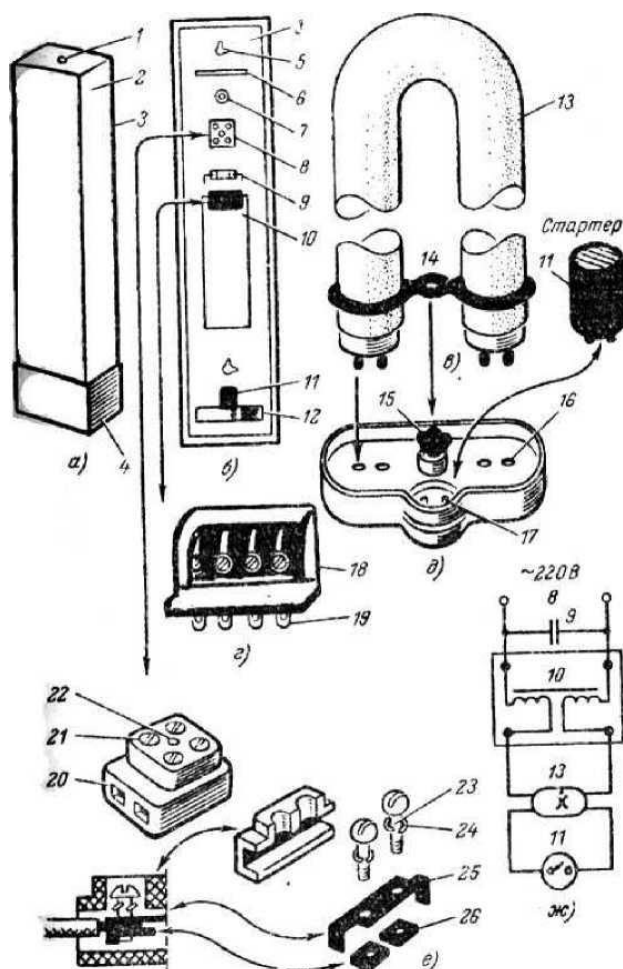


Рисунок 1 - Светильник с U - образной газоразрядной лампой

Основание светильника так выдавлено, что между ним и стеной провода проходят свободно. Отверстия в колодке служат 20 — для ввода проводов; 21 — для отвертки; 22 — для крепления к основанию светильника. На рис. 29е справа показано устройство контактов. Провода зажимают между пластинами 25 и 26. Пластины 26 имеют насечку и отверстия с резьбой для винтов 23. На винты надеты пружинящие (разрезные) шайбы 24. Для крепления к стене служат два отверстия 5.

Светильник для равномерного или общего локального освещения помещений общественных и жилых зданий показан на рисунке 2. К основанию 1 винтами 2 привинчен рассеиватель 3.

Форма отверстий 4 (рисунок 2а) дает возможность устанавливать светильник вертикально и горизонтально. В светильнике установлены патроны 5, стартеродержатель 14 со стартером 6, колодка 7 с зажимами, ПРА 9 (привинчивается винтами 11) и конденсатор 8. Лампа 10 показана отдельно.

Люминесцентные лампы имеют большую длину и не совсем одинаковы. Из-за этого лампа может не поместиться, а может и выпасть, если расстояние

между патронами не соответствует ее длине. Чтобы правильно установить патрон (рисунок 2д) в них сделаны продольные прорези 12. Винты 13 с шайбами ввинчиваются в отверстия планок 15 (рисунок 2а).

Верхний патрон непосредственно укреплен на планке, при варенной к основанию, под нижний патрон подложена изогнутая скоба 16, на которой установлен стартеродержатель 14.

Устройство патрона показано на рисунке 2б. В полый корпус 17 вдвинуты снизу — контактный узел, спереди — поворотный вкладыш 19. В контактном узле в колодку 18 из изолирующего материала вставлены контактные пружины 21, ход которых ограничен упорами 20. Провода 22 (рис. 8.2в) зажимают между торцами винтов 23 и контактными пружинами 21. Винты ввинчивают в пластинки 24; положение их зафиксировано пазами колодки 18

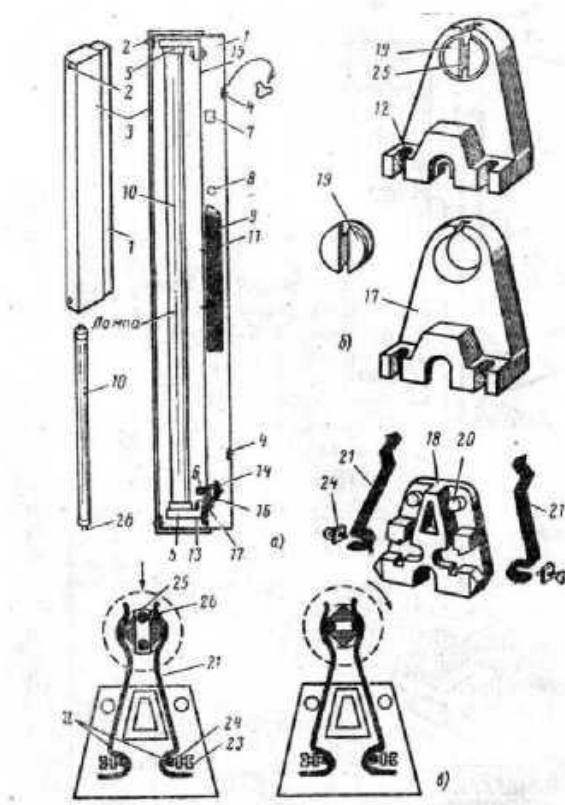


Рисунок 2 - Светильник общего освещения серии ЛПО 95

Лампу вставляют в прорезь 25 (рисунок 2в слева), а затем поворачивают на 90° (рисунок 2в справа). При этом соединяются штифты 26 с контактными пружинами 21.

Общепринятые обозначения люминесцентных ламп следующие: ЛБ — лампы белого цвета; ЛХБ — лампы холодно белого цвета; ЛТБ — лампы тепло белого цвета. Для осветительных установок, в которых требуется правильная цветопередача, вы пускаются лампы ЛЕЦ, ЛТБЦ, ЛДЦ соответственно есте-

ственной (Е), тепло белой (ТБ) и дневной (Д) цветопередачи. Цифры после букв указывают мощность лампы в ваттах. Например, ЛБ-20 обозначает: люминесцентная лампа белого цвета мощностью 20 Вт.

Продолжительность горения люминесцентной лампы значительно больше продолжительности горения ламп накаливания (1000 ч) и в зависимости от типа составляет несколько тысяч часов. Световой поток после 70% средней продолжительности горения снижается до 70% среднего номинального потока. Наиболее долго лампы служат при комнатной температуре и номинальном напряжении. Повышение и понижение напряжения снижают срок службы, но к повышениям напряжения люминесцентные лампы значительно менее чувствительны, чем лампы накаливания. (Вспомните, лампы накаливания ведут себя совсем иначе: при повышении напряжения срок службы резко уменьшается, при снижении напряжения резко возрастает).

Люминесцентные лампы включаются в сеть совместно с пускорегулирующими аппаратами — ПРА. Срок службы дросселей и конденсаторов в ПРА примерно 10 лет.

На рисунке 3 показано устройство дуговой ртутной лампы высокого давления.

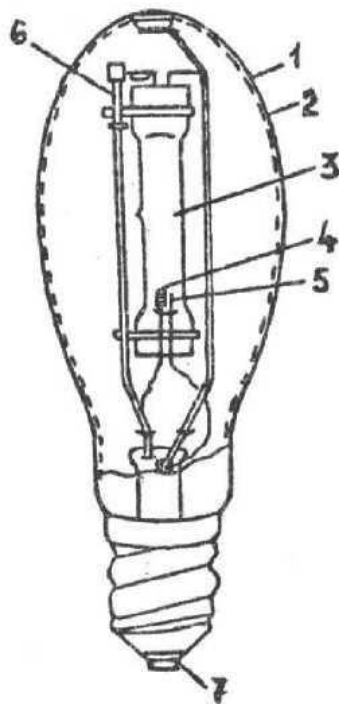


Рисунок 3 - ДРЛ - лампа высокого давления: 1 стеклянная колба, 2 слой люминофора, 3 кварцевая трубка, 4 вольфрамовый электрод, 5 поджигающий электрод, 6 резистор, 7 цоколь.

Промышленность выпускает восемь типоразмеров ламп ДРЛ мощностью 50, 80, 125, 250, 400, 700, 1000 и 2000 Вт рассчитанные на напряжение 220 и 380 В промышленной частоты с цоколями Е-27, Е - 32 и Е- 42 «Голиаф».

Конденсаторы С1 в цепи питания предназначены для снижения радиопомех при включении ламп, поскольку при зажигании лампы происходят импульсные толчки.

Кроме того, в двухламповых светильниках специального назначения в цепи на вторую лампу монтируется колебательный контур с помощью дополнительного конденсатора С2 и резистора R1,

В цепи питания ламп ДРЛ и других лампах высокого давления при мощности лампы более 400 Вт устанавливается плавкий предохранитель FU на каждую лампу.

Следует помнить, что газоразрядные лампы низкого давления устанавливаются на высоте 2,5 - 2,8 м от уровня пола, лампы высокого давления на высоте 4 - 6 м от уровня пола. Все отработанные газоразрядные лампы сдаются на утилизацию в специализированную фирму «Меркурий».

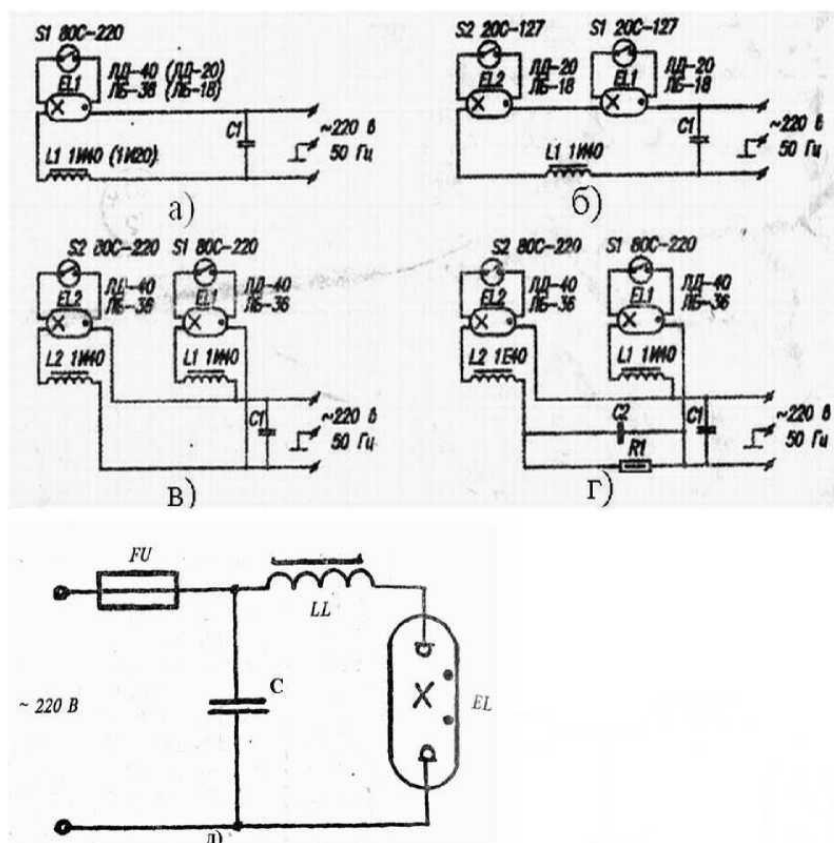


Рисунок 4 - Схемы подключения газоразрядных светильников: а - одноламповый светильник, б - светильник с последовательным соединением ламп, в - двухламповый светильник общего назначения, г - двухламповый светильник специального назначения, д - светильник ДРЛ.

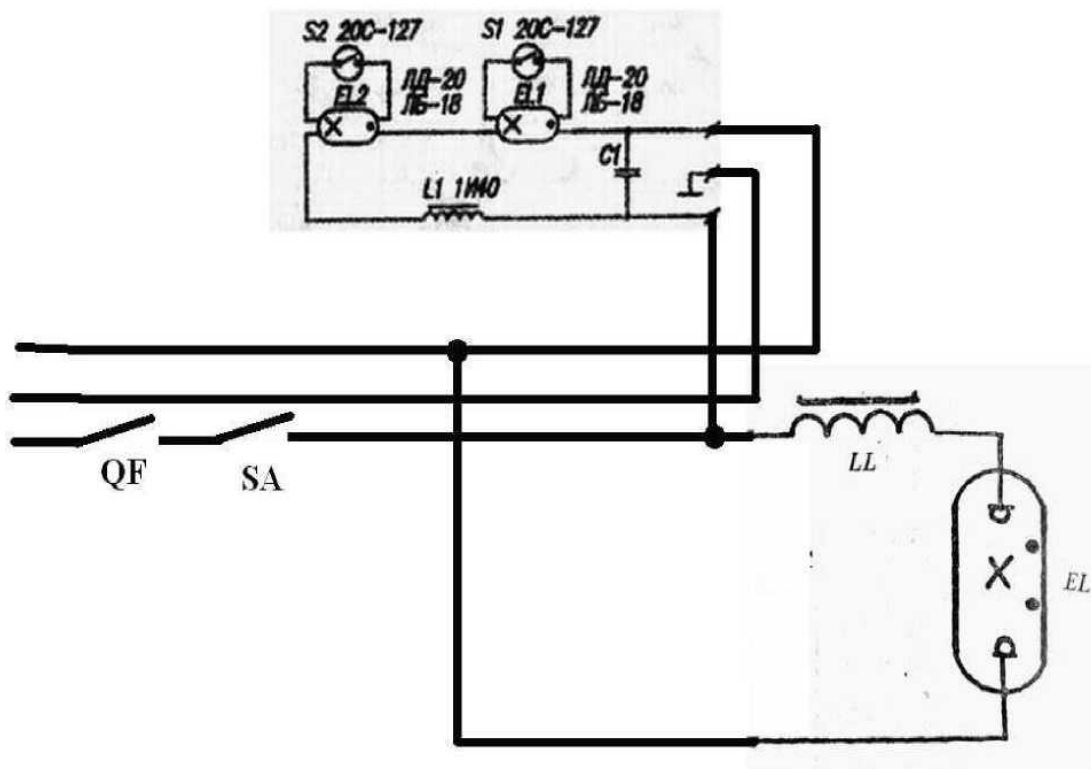


Рисунок 5 - Принципиальная схема газоразрядных ламп

### Порядок выполнения работы

Соберите по принципиальным схемам светильник с лампами низкого и высокого давления. Схемы указаны на рисунке 4 и 5. После сборки светильников и подключения к сети проверьте их работоспособность.

### Содержание отчёта

1. Тема, порядок выполнения работы и цель занятия.
2. В отчет занести краткие сведения об устройстве и назначении газоразрядных ламп, схемы подключения газоразрядных ламп (рис.8.4), последовательность сборки и монтажа

### Контрольные вопросы

1. Какие типы газоразрядных ламп вы знаете?
2. Расскажите об устройстве газоразрядных ламп.
3. Расскажите об устройстве лампы ДРЛ.
4. Для чего в цепи питания газоразрядных ламп устанавливаются конденсаторы и резисторы?
5. Каковы требования к эксплуатации газоразрядных ламп?

## 2.4 Лабораторная работа №4

### Монтаж электроустановок искусственного оптического излучения

#### Цель работы:

Изучение устройства, схем включения осветительных и облучательных установок, приобретение навыков монтажа светильников и облучателей.

#### Методические указания

1. Подготовить титульный лист отчёта и разделы основной части, включающие теоретическое обоснование, обозначения и термины, средства обеспечения и материалы.
2. Повторить тему «Монтаж осветительной сети».
3. Изучить устройство, схем включения осветительных и облучательных установок.
4. Ознакомится с характеристиками осветительных и облучательных устройств.

#### Порядок выполнения работы

1. Разработать принципиальные электрические схемы включения люстры с двумя лампами накаливания, стартерной схемы включения лампы ЛБ-40 и лампы ДРЛ-250 (или ДРЛ 400).
2. Составить монтажные электрические схемы включения люстры с двумя лампами накаливания, стартерной схемы включения лампы ЛБ-40 и лампы ДРЛ-250 (или ДРЛ 400).
3. Собрать схему на монтажном стенде.
4. После проверки преподавателем выполнить пробное включение схемы с люстрой и люминесцентной лампой.
5. Произвести пробное включение лампы ДРЛ.

#### Теоретические сведения

Промышленные осветительные и облучательные электроустановки в соответствии с назначением, конструкцией и светотехническими характеристиками делятся на три группы:

- установки с лампами накаливания;
- установки с газоразрядными лампами высокого давления;
- установки с газоразрядными лампами низкого давления.

Они состоят из корпуса с отражателем, рассеивателем, преломлителем, экранирующей решеткой, защитными стеклами и сетками, а также вводный узел, служащий часто и узлом крепления аппаратов.

Светильники с лампами накаливания самые распространенные так, как они просты в устройстве, надежны в эксплуатации, недорогие и включаются в сеть непосредственно.

В газоразрядных источниках оптического излучения необходимо последовательно с ними включать балластное сопротивление для стабилизации режима электрического разряда. В качестве балластного сопротивления в цепях переменного тока наибольшее распространение на практике получили индуктивное и индуктивно-емкостное сопротивления, отличающиеся сравнительно незначительными потерями электрической энергии и пульсацией потока излучения источников.

Схема включения газоразрядных источников оптического излучения должна обеспечивать необходимый режим зажигания и разгорания, стабилизацию электрического разряда, подавление радиопомех, возникающих при зажигании и работе, а также улучшение коэффициента мощности и снижение пульсации светового потока. Совокупность всех элементов схемы включения, обеспечивающая выполнение вышеуказанных функций и конструктивно оформленная в виде единого устройства или нескольких отдельных блоков, называется пускорегулирующим аппаратом (ПРА). В сеть люминесцентные лампы включают при помощи ПРА импульсного зажигания с предварительным подогревом электродов и использованием полупроводникового или тлеющего стартера, ПРА горячего зажигания с постоянным подогревом электродов, ПРА мгновенного зажигания при холодных электродах лампы.

Основные элементы схемы включения с использованием стартера, тлеющего разряда- люминесцентная лампа, дроссель в качестве балластного сопротивления

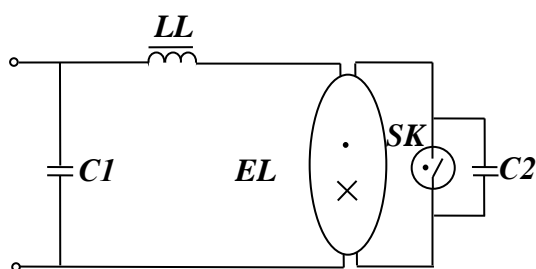


Рисунок 1 Принципиальная электрическая схема включения люминесцентной лампы с использованием стартера тлеющего разряда

конденсатор для повышения коэффициента мощности и стартер рисунок 1.

Стартер тлеющего разряда представляет собой миниатюрную газоразрядную лампу с биметаллическими (одним или двумя) электродами, заполненную смесью инертных газов (аргона, неона, гелия и др.).

В одном корпусе со стартером расположен конденсатор C2, предназначенный для подавления радиопомех.

Люминесцентная лампа представляет собой стеклянную трубку, внутренняя поверхность которой покрыта слоем люминофора, внутрь лампы вводят дозированное количество ртути. Трубка герметически закрыта вваренными в ее концы стеклянными ножками, на которых смонтированы вольфрамовые спира-



ли. На концах лампы имеются цоколи с полыми штырьками, к которым припаяны выводы электродов.

Схема работает следующим образом, при подаче напряжения на схему ток через люминесцентную лампу не проходит, так как газовый промежуток в достаточной степени не ионизирован и является изолятором. В таком состоянии для его пробоя необходимо напряжение, превышающее напряжение сети в несколько раз. Тлеющий разряд в стартере нагревает биметаллические электроды, и они, изгибаясь, накоротко соединяются один с другим и замыкают цепь накала электродов люминесцентной лампы через дроссель на напряжение сети. Проходящий при этом ток, обеспечивает интенсивный подогрев электродов. Электроды люминесцентной лампы разогреваются до 800... 1000 °С, вследствие чего увеличивается электронная эмиссия, ионизируется газовый промежуток и облегчаются условия его пробоя. Тлеющий разряд в стартере прекращается, так как разность потенциалов на его электродах равна нулю. После прекращения тлеющего разряда в стартере его электроды охлаждаются и, возвращаясь в исходное положение, разрывают цепь накала электродов люминесцентной лампы. В момент разрыва цепи возникает ЭДС самоиндукции в дросселе. Образовавшийся за счет ЭДС самоиндукции импульс повышенного напряжения (700... 1000 В) прикладывается к электродам, обеспечивает пробой межэлектродного промежутка люминесцентной лампы и ее зажигание. К стартеру, включенному параллельно работающей люминесцентной лампе, прикладывается приблизительно половина напряжения сети, которого недостаточно для возникновения в нем тлеющего разряда, и поэтому он автоматически отключается. Если люминесцентная лампа по какой-либо причине не зажглась, то весь процесс зажигания повторяется.

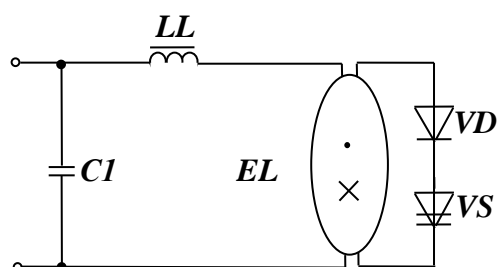


Рисунок 2 Принципиальная схема люминесцентной лампы с использованием полупроводникового стартера

В рассмотренной схеме самый ненадежный элемент - стартер тлеющего разряда с подвижными биметаллическими электродами. Надежность схем можно повысить путем использования различного рода полупроводниковых стартеров или бесстартерных ПРА. Пример фрагмента простейшей схемы с полупроводниковым стартером приведен на рисунке 2.

Во время зажигания люминесцентной лампы в один полупериод изменения переменного напряжения электроды разогреваются, а в другой - подается импульс напряжения. Динистор подбирают таким образом, чтобы напряжение его включения было меньше но-

минального напряжения сети, но больше амплитудного значения рабочего напряжения на лампе. Диод защищает динистор по обратному напряжению.

В четырехэлектродных лампах ДРЛ зажиганию основного разряда между рабочими электродами предшествует возникновение тлеющего разряда между рабочими и поджигающими электродами, который затем переходит на основные электроды.

Для четырехэлектродных ламп ДРЛ электрический разряд в кварцевой горелке может быть зажжен от сетевого напряжения 220 или 380 В. В схему включения таких ламп рисунок 2 последовательно с лампой включают дроссель.

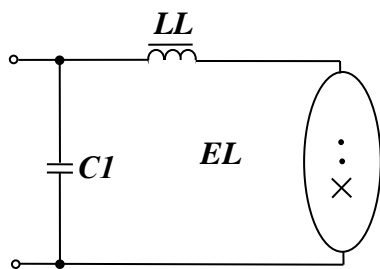


Рисунок 3 Принципиальная электрическая схема включения 4-электродной лампы высокого давления ДРЛ

Так как при индуктивном балласте коэффициент мощности ПРА составляет 0,45...0,6, то для его повышения до требуемого значения при индивидуальной компенсации в схему вводят конденсатор С1. Разгорание лампы в зависимости от мощности длится от 3 до 7 мин. Повторное зажигание ее возможно лишь через 10 – 15 мин.

Светильники люминесцентных ламп, как правило, имеют металлический корпус, к которому крепятся патроны для ламп и стартеров. Внутри корпуса размещены дроссель и другие элементы пускорегулирующей аппаратуры, колодка или штепсельные соединители. Отражатели, рассеиватели, преломлители, экранирующие решетки, защитные стекла и сетки имеют, как правило, плоскую конструкцию.

Светильники с лампами высокого давления имеют специальную форму и также снабжены пускорегулирующей аппаратурой. Наибольшее распространение имеют светильники с ртутными ДРЛ, ДРЛИ и с натриевыми ДнаТ дуговыми лампами высокого давления.

Инфракрасное излучение с длиной волны 760 нм...1мм называется тепловым, так как вызывает нагрев облучаемых объектов. Оно используется для обогрева молодняка животных и птицы, сушки зерна, овощей, фруктов, сушки лакокрасочных покрытий автомобилей, тракторов, обмоток электрических машин, пастеризации молока и соков и т.д.. Источниками инфракрасного излучения являются лампы типа ИКЗ.

Для облучения с.х. животных и птицы используется ультрафиолетовое излучение эритемной области с диапазоном волн 280...315 нм.

Это излучение оказывает благоприятное воздействие на рост, развитие и продуктивность животных и птицы. Под воздействием этого излучения в организме вырабатывается витамин D из провитамина D. Источником эритемного

излучения служат ртутные газоразрядные лампы низкого давления типа ЛЭ. Но лучшее биологическое воздействие оказывает комбинированное излучение ультрафиолетовое и инфракрасное, для этого промышленностью серийно выпускаются установки ИКУФ, «Луч», «СОЖ» и другие.

Облучатели типа ИКУФ содержит две лампы ИКЗК 220-250 и одну эртемную ЛЭ-15, которые по отдельности могут включаться при помощи выключателей (рисунок 4)

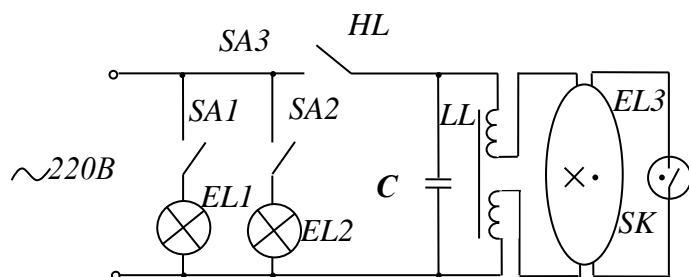


Рисунок 4 принципиальная электрическая схема ИКУФ

Монтаж светильников включает следующие операции:

- зарядка светильника, т.е. подключение проводов внутри светильника;
- крепление светильника на месте монтажа;
- присоединение светильника к проводам групповой сети через клеммные колодки.

Для зарядки светильников следует применять гибкие медные провода с термостойкой изоляцией. Провода монтируют без натяжения с запасом длины по обе стороны для возможности повторного соединения.

В сетях с глухозаземленной нейтралью винтовая гильза патрона присоединять к нулевому проводнику, а центральный контакт патрона к фазному.

Металлические части конструкции светильников в нормальном состоянии не находящихся под напряжением, необходимо занулить, а нулевой проводник повторно заземлить. В помещениях без повышенной опасности светильники не зануляют, поэтому крюки для подвеса светильников необходимо изолировать.

### Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Однолинейная электрическая принципиальная схема включения люстры и люминесцентной лампы
3. Принципиальная схема включения 4-электродной лампы ДРЛ
4. Монтажная электрическая схема освещения люстры с 2-мя лампами накаливания и люминесцентной лампой ЛБ-40
5. Монтажная электрическая схема лампой ДРЛ
6. Оборудование, материалы и инструмент
7. Характеристика мер безопасности
8. Выводы по работе.

### **Контрольные вопросы**

1. Расскажите устройство лампы накаливания.
2. Расскажите устройство газоразрядной лампы низкого давления.
3. Расскажите устройство газоразрядной лампы низкого давления.
4. Расскажите работу схемы газоразрядной лампы низкого давления со стартером тлеющего разряда.
5. Расскажите работу схемы газоразрядной лампы высокого давления.
6. С какой целью в стартере тлеющего разряда устанавливают конденсатор?
7. Для чего в схемах с газоразрядными лампами параллельно сети включают конденсаторы?
8. Почему металлические корпуса светильников зануляют?
9. Какой провод подсоединяют к резьбовой части патрона?

## 2.5 Лабораторная работа №5

### Исследование защиты осветительной сети

#### Цель работы:

Изучить аппараты защиты осветительной сети, исследовать основные характеристики автоматического выключателя.

#### Методические указания

1. Подготовить титульный лист отчёта и разделы основной части, включающие теоретическое обоснование, обозначения и термины, средства обеспечения и материалы.
2. Повторить тему «Защита осветительной сети».

#### Порядок выполнения работы

1. Изучить схемы монтажа элементов осветительной сети их назначение и требования к монтажу.
2. Собрать и проверить сеть с осветительной арматурой исследовать основные характеристики автоматического выключателя АП-50Б.

#### Теоретические сведения

В последнее время вместе с ростом спроса людей усложняется обслуживание различного приборов, как в бытовом плане, так и в производственном. В большинстве случаев различные приборы потребляют электричество, а это означает, что какая-либо авария или сбой в сети может порой вызвать долгий простой работы, отыскивание необходимых запчастей и т.д. Именно из-за этого каждая поломка встает перед потребителями со временем в более значительную сумму. В этом плане существует оптимальный вариант сохранения различных приборов, финансов и времени – специальное устройство, предохраняющее приборы от последствий аварий, главным условием которого станет надежность и долговечность.

Практически все вышеперечисленные свойства идеально сочетает в себе автоматический выключатель. Автомат - это специальный коммутационный прибор, главным свойством которого является проведение и переключение тока в ординарном положении электросети. Во время форс-мажорных обстоятельствах этот прибор обесточивает клиентов через некоторое время или при увеличении тока до критической точки (короткого замыкания). Автоматические выключатели считаются специальной разработкой для защиты приборов от перегрузок, скачков напряжения, которые могут вызвать выход различных прибо-

ров из строя. Время от времени с помощью такого прибора следует делать перезагрузку подачи питающего напряжения.

Конструкция такого прибора отличается простотой, так как автоматический выключатель предполагает наличие корпуса из диэлектрика, рычаг, пару контактов, а также расцепители.

В качестве аппаратов защиты в осветительных сетях широко применяются предохранители (типа ПРС-10, в которые устанавливаются плавкие вставки типа ПВД) и автоматические выключатели различных типов. Разновидностью автоматического выключателя можно считать и автоматическую пробку. Но в отличие от автоматов она имеет лишь тепловой расцепитель, в то время как автоматы также еще имеют и электромагнитный расцепитель, который обеспечивает защиту от токов короткого замыкания. Автоматическая пробка применяется в бытовых осветительных сетях с традиционными электрическими щитками в комплекте со счетчиком электроэнергии. В современных бытовых сетях со все возрастающими нагрузками, обусловленными внедрением в быт огромного количества бытовой техники автоматические выключатели завоевывают все большее применение ввиду их невысокой стоимости и большого выбора по номинальным токам, что обеспечивает эффективную селективную защиту от перегрузок и коротких замыканий.

Автоматический воздушный выключатель (автомат) аппарат, предназначенный для автоматического размыкания электрических цепей. Как правило, автоматические выключатели выполняют функции защиты при коротких замыканиях, перегрузках, снижении или исчезновении напряжения, изменения направления передачи мощности или тока и т.п. Независимо от назначения автоматы состоят из следующих основных узлов:

- а) контактной системы;
- б) дугогасительной системы;
- в) привода;
- г) механизма свободного расцепления расцепителей;
- д) коммутатора с блок-контактами.

Контактная система автоматов должна находиться под током, не отключаясь весьма длительное время, и быть способной выключать большие токи короткого замыкания. Широкое распространение получили двухступенчатые (главные и дугогасительные) и трехступенчатые (главные, промежуточные и дугогасительные) контактные системы.

Дугогасительная система должна обеспечивать гашение дуги больших токов короткого замыкания в ограниченном объеме пространства. Задача дугогасительного устройства заключается в том, чтобы ограничить размеры дуги и

обеспечить ее гашение в малом объеме. Распространение получили камеры с широкими щелями и камеры с дугогасительными решетками.

Привод в автомате служит для включения автомата по команде оператора. Отключение автоматов осуществляется отключающими пружинами.

Механизм свободного расцепления предназначен:

а) исключить возможность удерживать контакты автомата во включенном положении (рукояткой, дистанционным приводом) при наличии ненормального режима работы защищаемой цепи;

б) обеспечить моментальное отключение, т.е. не зависящую от операторов, рода и массы привода скорость расхождения контактов.

Механизм представляет собой систему шарнирно связанных рычагов, соединяющих привод включения с системой подвижных контактов, которые связаны с отключающей пружиной. Механизм свободного расцепления позволяет автомату отключаться в любой момент времени, в том числе и в процессе включения, когда включающая сила воздействует на подвижную систему автомата.

При отключении автомата первыми размыкаются главные контакты, и весь ток переходит в параллельную цепь дугогасительных контактов с накладками из дугостойкого материала. На главных контактах дуга не должна возникать, чтобы они не обгорели. Дугогасительные контакты размыкаются, когда главные контакты расходятся на значительное расстояние. На них возникает электрическая дуга, которая выдувается вверх и гасится в дугогасительной камере.

Расцепители элементы, контролирующие заданный параметр цепи и воздействующие через механизм свободного расцепления на отключение автомата при отклонении заданного параметра за установленные пределы.

В зависимости от выполняемых функций защиты расцепители бывают:

а) токовые максимальные мгновенного или замедленного действия;

б) напряжения минимальное, для отключения автомата при снижении напряжения ниже определенного уровня;

в) обратного тока срабатывает при изменении направления тока;

г) тепловые работают в зависимости от величины тока и времени его протекания (применяются обычно для защиты от перегрузок);

д) комбинированные срабатывают при сочетании ряда факторов.

Блок-контакты служат для производства переключения в цепях управления блокировки, сигнализации в зависимости от коммутационного положения автомата.

Блок-контакты выполняются нормально открытыми (замыкающие) и нормально закрытыми (размыкающие).

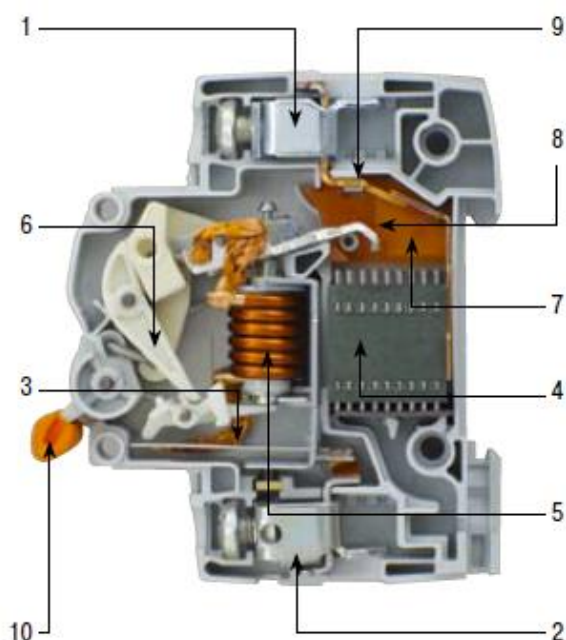
Номинальный ток, защищающего от перегрузки электромагнитного теплового или комбинированного расцепителя автоматов  $I_{н.з.}$  выбирается по дли-

тельному расчетному току линии  $I_{н.з.} = I_{дл.}$ ; ток срабатывания (отсечки) электромагнитного расцепителя  $I_{ср.}$  определяется из соотношения:

$$I_{ср.} = 1,25 I_{кр.},$$

где  $I_{кр.}$  - максимальный кратковременный ток линии, который при отвлении к одиночному электродвигателю равен его пусковому току. Коэффициент 1,25 учитывает неточность в определении максимального кратковременного тока линии и разброс характеристик расцепителей.

Автоматические выключатели серии АЗ700 рассчитаны на напряжение до 440В постоянного тока и до 660В переменного тока и номинальную силу тока 160, 250, 400 и 630А. Установки токов срабатывания выключателей составляют десятикратную величину их номинальных токов. Серийно изготавливаются также автоматические выключатели типов АЕ2000 на номинальный ток до 100А; АК63 на номинальный ток до 63А; А63 на номинальный ток до 25А и т.п.



Устройство автоматического выключателя ВА63

- 1 – верхняя клемма
- 2 – нижняя клемма
- 3 – би-металлическая пластина (тепловой расцепитель)
- 4 – дугогасительная камера
- 5 – электромагнитный расцепитель
- 6 – механизм взвода
- 7 – накладная пластина из газогенерирующей пластмассы
- 8 – подвижный контакт
- 9 – неподвижный контакт
- 10 – рукоятка взвода

Рисунок 1 – Устройство автоматического выключателя ВА63

Составляющие магнитного расцепителя сделаны в виде соленоида - при помощи сердечника они размыкают цепь при повышении максимально доз-



ленной величины тока. Для более оперативной сработки ему нужен ток, которые превышает номинальное значение в два или десять раз. Тепловой расцепитель включается в том случае, если влияние повышенного тока довольно-таки долгое, но возрастание тока в таком случае может доходить только до полутора раз больше номинала. В этот период обычно нагревается биметаллическая пластинка, которая под воздействием температуры становится длиннее и таким способом размыкает цепь. С течением времени пластина остывает, и автоматический выключатель снова становится готовым к использованию.

Автоматические выключатели можно разделить на несколько групп по следующим особенностям:

1. По типу тока. Значение тока в основном колеблется в больших пределах - от 6,3 ампер до 6,3 килоампер;
2. По объёму полюсов - обычно от 1 до 4 полюсов;
3. По наличию/отсутствию токоограничения;
4. По видам расцепителей;
5. По типу переключения цепей;
6. По типу герметичности корпуса, благодаря которому достигается защита от негативного воздействия окружающей среды и многим другим особенностям.

Также автоматы классифицируются и по скорости срабатывания:

Нормальные. Время сработки обычно составляет до 0,1 секунды;

Селективные. Срабатывание занимает примерно 1 секунду;

Быстродействующие. Помимо наиболее быстрого отключения (примерно 0,005 секунды), такие выключатели обладают токоограничивающим эффектом.

Обозначение автоматических выключателей серии ВА

ВА - X1X2X3X4 - X5X6 X7X8X9X10 - X11X12 X13X14ВА

X1, X2 - номер серии

X3, X4 - максимальный номинальный ток: 25 - 50 А 29 - 63 А; 31 - 100 А; 35 - 250 А; 37 - 400 А; 39 - 630 А; 41 - 1000 А; 43 - 2000 А

X5 - число полюсов и количество расцепителей тока: 3 - 3 полюса с максимальным расцепителем тока в каждом полюсе; 6 - выключатели постоянного тока; 8 - 3 полюса с максимальным расцепителем тока в каждом из двух полюсов

X6 - исполнение максимальных расцепителей тока в зоне защиты: 0 - отсутствуют; 2 - расцепитель в зоне токов короткого замыкания; 3 - расцепитель в зоне токов короткого замыкания; 4 - расцепитель в зоне токов короткого замыкания и перегрузки;

X7, X8 - исполнение по дополнительным сборочным единицам

X9 - вид привода и способ установки выключателя: 1 - ручной привод, стационарное исполнение; 3 - электромагнитный привод, стационарное испол-

нение; 5 - ручной дистанционный привод, выдвижное исполнение; 7 - электромагнитный привод, выдвижное исполнение

X10 - исполнение по дополнительным механизмам: 0 - дополнительные механизмы отсутствуют; 5 - ручной дистанционный привод для оперирования через дверь предустройства; 0 - без регулировки номинального тока тепловых расцепителей и температурной компенсации; 6 - устройство для блокировки положения "Отключено" выключателя стационарного исполнения

X11, X12 - степень защиты (00 - IP00; 20 - IP20)

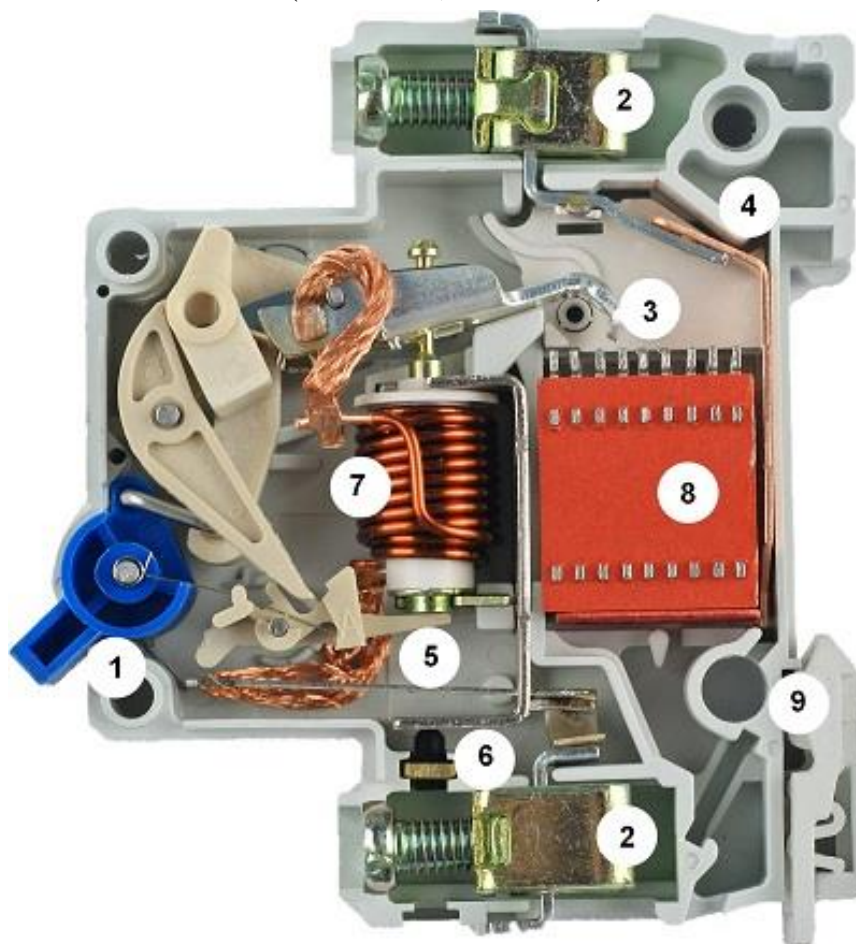


Рисунок 2 - Схема автоматического выключателя

### Схема автоматического выключателя (рисунок 2)

Рычаг выключателя (1) — служит для ручного включения или выключения. Клеммы расположенные в нижней и верхней части автоматического выключателя (2) служат для подключения кабеля. На задней части «автомата» расположена защелка (9) для установки автомата на DIN-рейку. Такими защелками оснащено большинство автоматических выключателей на небольшие токи (до 125 А). Коммутацию цепи выполняют два контакта - подвижный (3) и неподвижный (4). Подвижный контакт для быстрого расцепления оснащен пружиной.

Все автоматические выключатели оснащены двумя типами расцепителей: тепловым и магнитным.

Магнитный расцепитель (он же мгновенный расцепитель) представлен соленоидом (7), подвижный сердечник которого способен приводить в движение механизм расцепителя. Когда через соленоид протекает электрический ток выше номинального, электромагнитный поток, действуя на сердечник выталкивает его. Последний, в свою очередь, действует на подвижный контакт и размыкает цепь протекания тока.

Тепловой расцепитель представлен биметаллической пластиной (5), через которую протекает электрический ток, за счет которого она нагревается. Если через пластинку протекает ток выше номинального, она начинает изгибаться, чем приводит в действие механизм расцепителя. Ток срабатывания теплового расцепителя настраивается в процессе производства регулировочным винтом (6). После остывания, пластина приходит в исходное положение и автоматический выключатель снова готов к использованию.

Магнитный расцепитель способен отключать токи при резком возрастании тока (на практике – при коротком замыкании). Тепловой расцепитель способен отключать ток при плавном росте (на практике – нагрев проводников). Во время расцепления может возникнуть электрическая дуга, для того чтобы её погасить, а автомат устанавливают дугогасительную решетку (8).

### **Содержание отчёта**

1. Тема, порядок выполнения работы и цель занятия.
2. В отчет занести краткие сведения об устройстве и назначении автоматических выключателей
3. Краткое описание элементов автоматического выключателя

### **Контрольные вопросы.**

1. Какие аппараты применяют для защиты осветительной сети?
2. Какие виды расцепителей автоматических выключателей существуют? Каково их назначение?
3. Каковы условия выбора аппаратов защиты осветительной сети?
4. Расскажите устройство и принципе действия автоматических выключателей.
5. Для чего предназначена биметаллическая пластина?

## Литература

1. Сибикин Ю.Д. Безопасность труда при монтаже, обслуживании и ремонте электрооборудования предприятий: справочник. М.: КНОРУС, 2016. 288 с.
2. Монтаж электрооборудования и средств автоматизации: учеб. для вузов / А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева, С.И. Юран, И.Р. Владыкин. М.: КолосС, 2007. 351 с.
3. Макарова Г.В., Ипатов А.Н. Лабораторный практикум по дисциплине «Монтаж электрооборудования и средств автоматизации». Великие Луки: Изд-во ФГОУ ВПО «Великолукская ГСХА», 2010.
4. Нестеренко В.М., Мысьянов А.М. Технология электромонтажных работ: учеб. для НПО. М.: Академия, 2007.
5. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Технология электромонтажных работ: учеб. пособие для НПО. М.: Высш. шк., 2007.
6. Акимова Н.А., Котеленец Н.Ф., Сентюрихин Н.И. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования: учеб. пособие. М.: Академия, 2011.
7. Полуянович Н.К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий: учеб. пособие для вузов. СПб.: Лань, 2012.
8. Илюхин В.В., Тамбовцев И.М., Бурлев М.Я. Монтаж, наладка, диагностика, ремонт и сервис оборудования предприятий молочной промышленности: учеб. пособие для вузов. М.: ГИОРД, 2006.
9. Технология электромонтажных работ: лабораторный практикум / А.Н. Баран и др. Мн.: Дизайн ПРО, 2000. 208 с.
10. Ботян А.М. Монтаж электрооборудования в сельскохозяйственном производстве. Мн.: «Ураджай», 1980. 29 с.

Учебное издание

Безик В.А.  
Филин Ю.И.  
Иванюга М.М.

**Учебное пособие для лабораторных работ по МДК 01.01  
«Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования  
сельскохозяйственных организаций»**

Часть 3

для студентов специальности  
35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»

Редактор Лебедева Е.М.

---

Подписано к печати 18.04.2018 г. Формат 60x84. 1/16.  
Бумага офсетная. Усл. п. 2,61. Тираж 25 экз. Изд. № 5817.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ