

**ЮЛ «Kj 01-0**

**Полезные t советы, справочная информация и многое другое ...**

**издание 2-е**

*о м. а ш. ни й al а а т е ji*

**>ИНиТ**

Х^здотёльство^^

С.Л. Корякин-Черняк

**краткий**

**справочник**

ДОМАШНЕГО

электрика

**Ремонт своими руками домашней электросети. Выбор и расчет про­водов и кабелей. Установка све­тильников. Организация пра­вильного освещения. Учет и эко­номия электроэнергии. Электро­безопасность вашего дома.**

<• < ч к

С КС

С. Л. Корякин-Черняк

Краткий

справочник  
**домашнего электрика**

**Издание второе**



с-НиТ

**Наука и Техника  
Санкт-Петербург  
2006**

***scan: The Stainless Steel Cat***

Корякин-Черняк С. Л.

Краткий справочник домашнего электрика. Изд. 2-е. — СПб.: Наука и Техника, 2006. — 272 с.: ил.

ISBN 5-94387-176-4

Серия «Домашний мастер»

Современный дом уже не может существовать без электроприборов и сети освещения. Электрическая сеть должна всегда работать надежно и безопасно. Эта книга поможет домашнему мастеру поддерживать в полной исправности электросеть своего дома, дачи или квартиры. Книга также бу­дет полезна опытным мастерам, позволяя систематизировать свои знания и навыки.

Приводится много интересных примеров, полезных советов, важных предупреждений, рисунков и таблиц. По мере изложения материала даются ссылки на наиболее интересные ресурсы Интернет или печатные источники, из которых можно почерпнуть более подробную информацию по данному вопросу. В ряде случаев полезно пользоваться подробным «Справочником домашнего электрика», 4-е издание которого вышло в издательстве «Наука и Техника» в 2006 году. В нем автор наиболее подробно рассматривает до­машнюю электросеть.

Книга предназначена для широкого круга читателей. Информация будет интересна как для «продвинутых» электриков, так и для начинающих, желаю­щих овладеть искусством домашнего мастара-электрика.

Автор и издательство че несут ответственности за возможный ущерб, причиненный входе использования материалов данной книги.

ISBN 5-94387-176-4

Контактные телефоны издательства (812)567-70-25,567-70-26

(044)516-38-66

Официальный сайт: [www.nit.com.ru](http://www.nit.com.ru)

© С. Л. Корякин-Черняк

© Наука и Техника (оригинал-макет), 2006

ООО «Наука и Техника».

198097, г. Санкт-Петербург, ул. Маршала Говорова, д. 29.

Подписано в печать 13.03.06. Формат 60x88/16.

Бумага газетная. Печать офсетная. Объем 17 п. л.

Тираж 5000 экз. Заказ № 563 .

Отпечатано с готовых диапозитивов в ОАО «Техническая книга»

190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29

Содержание

Предисловие или что делать, если погас свет и обесточилась квартира.

Советы, как этого не допускать. 4

Глава 1. Все о домашней электропроводке ........................7

1. [Устройство, монтаж, ремонт электропроводки 8](#bookmark38)
2. [Искатели скрытой проводки 27](#bookmark129)
3. [Элементы электропроводки 32](#bookmark145)
4. Материалы и общие характеристики 32
5. Провода 37
6. [Соединительные шнуры 46](#bookmark194)
7. Кабели 49
8. [Как выбрать нужный провод 52](#bookmark215)

[Глава 2. Электроустановочные изделия в вашем доме..... 59](#bookmark239)

1. [Маркировка электроустановочных изделий 60](#bookmark245)
2. [Электрические соединители 64](#bookmark279)
3. [Выключатели и светорегуляторы 67](#bookmark308)

[Глава 3. Электросеть вашего дома и квартиры 74](#bookmark343)

* 1. [Подключение квартиры к электросети 75](#bookmark349)
  2. [Электросчетчики и экономия электроэнергии 81](#bookmark365)
  3. [Как обеспечить элекгробезопасность вашей квартиры 94](#bookmark415)
  4. [Плавкие предохранители 100](#bookmark437)
  5. [Применение автоматических выключателей 109](#bookmark477)
  6. Современные устройства защиты от превышения

[и «скачков» напряжения 118](#bookmark508)

* 1. [Устройства защиты от поражения человека током 136](#bookmark564)

[Глава 4. Применение ламп накаливания 159](#bookmark633)

1. [Знакомство с лампами накаливания 160](#bookmark636)
2. [Патроны для ламп накаливания 174](#bookmark694)
3. [Светильники с лампами накаливания 177](#bookmark718)

[Глава 5. Применение галогенных ламп 185](#bookmark760)

1. [Знакомство с галогенными лампами 186](#bookmark764)
2. [Светильники с галогенными лампами 194](#bookmark791)

[Глава 6. Применение люминесцентных ламп... 199](#bookmark797)

1. [Знакомство с люминесцентными лампами 200](#bookmark800)
2. [Светильники с люминесцентными лампами 218](#bookmark816)

[Глава 7. Правильно выбираем светильник 232](#bookmark820)

1. [Коротко о свойствах света 233](#bookmark823)
2. [Современные светильники 250](#bookmark829)

[Список литературы 267](#bookmark848)

Предисловие  
**или что делать, если погас свет и обесточилась квартира.  
Советы, как этого не допускать.**

Такое, к сожалению, случается. Но это не беда, если вы зна­комы с тем, о чем написана эта книга.

Прежде всего, нужно выяснить, при каких обстоятельствах это произошло. Если, например, свет погас в момент включения элек­троприбора, значит, причина, по всей вероятности, в нем. Прибор нужно немедленно отключить и без проверки больше не включать. Если это произошло при включении люстры, то чаше всего при этом перегорела лампа, а от броска тока выбило пробку.

Если причина выбивания пробок осталась пока неизвестной, следует вынуть вилки из всех розеток, а выключатели перевести в другое положение. Этими действиями нужно отсоединить участок с поврежденной изоляцией.

■

I

■

и

Помня о наличии зон защиты, разберитесь, какие же пробки перегорели (какие автоматические выключатели отключились). При этом нужно руководствоваться следующими соображениями: если в квартире несколько групп, но погасли не все лампы, а толь­ко лампы, относящиеся к одной группе, значит, трогать пробки на лестнице не нужно — они наверняка целы; если в квартире несколько групп и все погасли, с пробками в квартире делать не­чего, а искать нужно на лестнице или же в начале стояка. А также разобраться, где именно? Дтя этого нужно знать, исправен ли свет в других квартирах, питающихся от этой же фазы стояка. Если ис­правен, ищите на своей площадке. Если погас свет в нескольких квартирах, дело в предохранителях в начале стояка.

На лестничных клетках ни в коем случае нельзя проверять предохранители контрольной лампой, потому что легко попасть на «чужую» фазу, а напряжение между фазами 380 В (в сети 380/220 В), т.е. значительно выше, чем между фазой и нейтралью (нулем) 220 В, вводимых в квартиры.

Никогда не вставляйте в предохранители, даже на мгнове­ние, отвертки, гвозди или другие металлические предметы. Если в сети имеется короткое замыкание, то в лучшем случае от таких испытаний перегорят следующие предохранители, и вместо одной группы (квартиры) погаснет свет во всех группах (квартирах). Но может окончиться и хуже — ослепительный свет электрической дуги обожжет глаза.

Перед сменой предохранителей в бытовом электроприборе, ра­диоприемнике, телевизоре необходимо выключить штепсельную вилку. Под напряжением заменять предохранители запрещается.

Выполняя какие-нибудь электротехнические работы, соблю­дайте правила техники безопасности.

Для исправления контактов в винтовых соединениях необ­ходимо плотно затянуть винты и гайки. Если нет шайб, нужно их подложить. Если контакт плох потому, что провод окислен, грязен или с него недостаточно тщательно удалена изоляция, нужно провод зачистить.

Если нагреваются контакты и участки проводов, располо­женные вблизи контактов, значит соединение неплотное и его нужно подтянуть.

Если поврежден какой-нибудь один прибор, а остальные ис­правны, значит искать повреждение нужно именно в нем. Если исправная лампа не горит, плитка, утюг, чайник и т.п. не на­греваются, пылесос не работает, то дело в нарушении контакта: лампа не доходит до контактов патрона, перегорела спираль, штырек вилки не касается гнезда, обломан провод.

Если появился запах горелой резины, немедленно ищите плохой контакт, а найдя его — исправьте. Плохой контакт — ис­точник пожара.

Имейте в виду, что обычно повреждаются либо контакты, либо изоляция.

Нарушение изоляции приводит к коротким замыканиям и перегоранию предохранителей.

Не выдергивайте штепсельную вилку за провод. Распрямляй­те перекрученные провода и шнуры.

Не красьте и не белите арматуру, шнуры и провода, проло­женные на роликах.

Не оставляйте в эксплуатации разбитые основания и крыш­ки штепсельных розеток, разбитые ролики, оголенные провода; патроны с металлическими корпусами надо заменить.

Ни при каких обстоятельствах проводки различного назна­чения не должны соприкасаться. Ведь в квартире есть разные проводки: телефонная, радиотрансляционная, ввод от антенны. Они требуют бережного обращения.

Никогда не забивайте гвозди и не сверлите стены в квартирах со скрытой электропроводкой, не определив, в каких местах могут быть проложены провода. Борозды с проводкой идут по кратчай­шим расстояниям от коробок к местам установки выключателей и штепсельных розеток. Они могут идти между коробками, между штепсельными розетками, установленными в один ряд.

Ничего не подвешивайте к проводам.

Плохие контакты у выключателей, как правило, связаны с поломкой. Отламываются пружинящие контактные пластины или они теряют упругость. Чинить их бессмысленно, надо просто заменить выключатель.

Позаботьтесь о запасных пробках, причем если в квартире пробки на 10 А, то в стояке должны быть пробки на 16 А.

Помните, что прибор работает, но «бьет», когда оголенный проводник где-нибудь касается корпуса или если неправильно изолирован вывод из прибора.

Постарайтесь выяснить для своей квартиры: каково номи­нальное напряжение в квартире; от каких предохранителей (автоматических выключателей) питается квартира; как рас­пределены по группам комнаты и общая площадь и от каких предохранителей на щитке в квартире питается каждая группа. Очень полезно сделать на щитке надписи или же начертить схему питания и повесить ее у щитка.

Разрыв провода, как правило, встречается в местах частых пе­регибов. Чтобы провода не перегибались, у переносных приборов нередко можно встретить шланговые провода в прочной оболоч­ке либо пружину, предохраняющую провод от перегибания.

Следует знать, какова пропускная способность проводов и счетчика, чтобы никогда не перегружать провода и счетчик.

Считать неисправным прибор можно лишь в том случае, если другие, заведомо исправные приборы, работают от той же штеп­сельной розетки, так как может случиться, что не прибор плох, а розетка неисправна. Если при включении прибора сыплются искры, сильно тускнеет и даже гаснет свет, перегорают пробки, ищите в приборе нарушенную изоляцию между выводами или закороченные витки.

Глава 1

Все о домашней  
электропроводке

**Устройство, монтаж, ремонт электропроводки.** Основ­ные этапы, полезные советы, инструмент.

**Искатели скрытой проводки.**

Как выбрать подходящий прибор и пользоваться им.

**Элементы электропроводки.**

Сравнение проводниковых материалов. Влияние подключа­емой нагрузки. Элементы проводов и кабелей. Диапазон стандартных сечений жил. Расчет сечения жилы.

**Провода. Соединительные шнуры. Кабели.**

Обозначение. Основные характеристики. Конструкция и особенности.

**Как выбрать нужный провод или кабель.**

Учет номинального напряжения, материала и сечения жил. Расчеты при выборе проводов и кабелей.

1. Устройство, монтаж, ремонт  
   электропроводки

Электрическая проводка

**Электрическая проводка** состоит из проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, поддерживающими и за­щитными конструкциями.

Внутренняя электрическая проводка может быть:

**. открытой,** проложенной по поверхности стен и потолков;

**• скрытой,** проложенной внутри строительных конструкций зданий и сооружений, а также под слоем штукатурки.

Выбор вида и способа прокладки электрической проводки определяется проектом, учитывающим, в первую очередь, тре­бования электробезопасности. При выборе проводов учитывают условия, для которых предназначены провода.

**По степени опасности поражения электрическим током** все помещения делят на три группы:

. помещения с повышенной опасностью;

. особо опасные помещения;

. помещения без повышенной опасности.

Помещения **по условиям среды** делят:

**. сухие —** отапливаемые помещения, где относительная влажность не превышает 60%;

**. влажные —** сухие неотапливаемые помещения (лестничные клет­ки) или помещения, в которых пары выделяются лишь временно в небольших количествах, а относительная влажность в пределах 6О...75%, например столовые;

**. пыльные —** помещения, в которых выделяемая пыль может осе­дать на проводах, проникать внутрь электроприборов, например склады цемента;

**. сырые —** помещения, где относительная влажность длительно пре­вышает 75 %, например, овощехранилища, кухни общественных столовых, туалеты;

**. особо сырые—** помещения с относительной влажностью воз­духа 100 %, а потолок, стены, полы и предметы покрыты влагой, например моечные, теплицы, парники, наружные установки под навесом;

**. помещения с химически активной средой —** склады минеральных удобрений, ядохимикатов;

**. пожароопасные —** склады минеральных масел, деревообрабатыва­ющие цеха и мастерские, библиотеки;

**. взрывоопасные —** аккумуляторные, хранилища нефтепродуктов.

Выбор вида и способа прокладки электропроводки

**Выбор вида и способа прокладки** определяют в зависимости от условий надежности, долговечности, безопасности, гигиенич­ности, а также из эстетических соображений. С учетом этих положений в цехах промышленных предприятий и во вспомога­тельных помещениях жилых и общественных зданий применяют преимущественно открытые виды электрической проводки с прокладкой проводов и кабелей на тросах, изоляторах, роликах непосредственно по поверхности стен и потолков, а также от­крыто в стальных тонкостенных, винипластовых и других трубах, на лотках и в коробах.

Во вновь строящихся жилых и общественных зданиях, в школах, административных зданиях, к которым предъявляются повышенные гигиенические и эстетические требования, при­меняют преимущественно скрытые виды электрической про­водки.

При подборе проводов или кабелей для электроустановок необходимо выбрать не только провод или кабель подходящей марки, но и необходимую площадь сечения токоведущих жил. Плошадь сечения проводов и кабелей должна быть выбрана с таким расчетом, чтобы рабочий ток не создавал перегрева про­водов, была обеспечена достаточная механическая прочность электрической проводки и обеспечивался требуемый уровень напряжения у электроприемников.

Подготовительные работы

Монтаж внутренней проводки условно делят на две стадии: **. подготовительную,** во время которой выполняют разметочные и заготовительные работы:

**. основную,** во время которой прокладывают провода и делают все необходимые соединения.

К подготовительным работам относятся:

. ознакомление с рабочими чертежами проекта электроустановки и монтажными схемами;

. разметка мест установки электрооборудования, светильников, арматуры, коммутационных аппаратов, электрических щитков и линий прокладки проводов:

. выполнение в строительных основаниях отверстий и гнезд;

. сверление проходов через стены и другие элементы строительных кон­струкций, изготовление борозд (штробов) для скрытой проводки;

. установка крепежных деталей, предназначенных для закрепления на них оборудования (закладных и гвоздевых дюбелей);

. установка и закрепление электрооборудования щитков, коммути­рующих аппаратов, осветительных приборов.

Разметка

**Разметка** является ответственным видом подготовительных электромонтажных работ. Этапы разметки:

**. определение точек закрепления** светильников, выключателей, штепсельных розеток;

**. разметка трассы** электропроводки, начиная от группового щитка.

Одиночные светильники размещают в центре потолка. Если светильников несколько, их располагают на пересечениях диаго­налей одинаковых прямоугольников, на которые разбивают пло­щадь потолка. В некоторых случаях разметку производят на полу, перенося затем точки подвеса светильников с пола на потолок с помощью отвесов.

**Пример.** Нужно установить один светильник в центре помеще­ния. На полу из противоположных углов натягивают по диаго- **И- j** пали два шнура. Точку их пересечения на полу намечают мелом.

Затем при помощи отвеса переносят эту точку на потолок. Линии при разметке рекомендуется наносить мелом, углем или карандашом. При больших длинах разметочных линий их отбивают разметочным шнуром, окрашенным синькой, сухой охрой или другими красящими веществами.

**Незащищенную открытую проводку,** рассчитанную на напряжение выше 42 В, располагают на высоте не менее 2 м в помещениях без повышенной опасности и не менее 2,5 м в помещениях с повышенной опасностью и в особо опасных. **От­крытую проводку** на напряжение до 42 В в любых помещениях прокладывают на высоте не ниже 2 м. Высота прокладки **защи­щенных проводов, кабелей и проводов в трубах, металлорукавах** не нормируется.

Выключатели, устанавливаемые у входа в помещение (вну­три или вне его), размещают обычно так, чтобы их не закрывала открывающаяся дверь. Ставят выключатели на высоте 1,5 м от пола. В детских учреждениях и в помещениях для пребывания детей выключатели устанавливают на высоте 1,8 м от пола, а **штепсельные розетки —** 1,5 м от пола. В обычных помещениях штепсельные розетки устанавливают на высоте 0,8...1,0 м от пола, в удалении от заземленных частей (трубопроводов, плиток, раковин) на расстоянии не менее 0,5 м.

При открытой электропроводке размечают места установки **подрозетников,** на которых в дальнейшем будут крепиться выклю­чатели или штепсельные розетки защищенного исполнения.

При установке выключателей и штепсельных розеток скрыто­го исполнения размечают места размещения коробок диаметром 70 мм.

Пробивные работы

**Пробивные работы** являются наиболее трудоемкими. Содер­жание работ включает выполнение в строительных конструк­циях отверстий: под закладные детали: под гнезда и ниши для осветительных и установочных коробок, групповых щитков; для проходов трасс сквозь стены и перекрытия.

В современном строительстве принимают необходимые меры для того, чтобы все эти работы выполнялись в заводских усло­виях в процессе изготовления соответствующих строительных конструкций. Однако остается еще много случаев, когда все-таки приходится выполнять их на месте. В этих случаях применяют различные средства механизации:

. для получения отверстий используют ударные дрели со сверлами, снабженными на режущих кромках твердосплавными пластинка­ми, и перфораторы;

. для создания борозд используют механизмы, рабочим ин­струментом которых служит фреза, прорезающая борозду глубиной 20 мм и шириной 6...8 мм.

Применяют при выполнении вышеуказанных работ и **ручные инструменты.** Так, для изготовления гнезд и борозд используют **зубило** или **скарпель** с твердосплавной напайкой, для ручной пробивки отверстий небольшого диаметра — **пробойники** ти­пов ПО-1 (диаметром 4,8 мм) и ПО-2 (диаметром 7,8 мм). Для удобства работы пробойники вставляют в предохранительную оправку **ОПКМ.**

Крепления электромонтажных изделий

Для крепления электромонтажных изделий к строительным конструкциям из бетона или кирпича используют **закладные дюбеля.** Наиболее просты, дешевы и удобны в применении **капроновые дюбеля** (рис. 1.1), состоящие из пластмассового корпуса и стального шурупа с шайбой. Длина корпуса (у разных типов) составляет 25...80 мм, диаметр 6...20 мм. Он слегка сужен к одному концу и вдоль своей оси имеет разрез, не доходящий до широкого конца. Вдоль оси у дюбеля имеется сквозное от­верстие под шуруп. Для установки дюбеля в кирпичном или бе­тонном основании делают отверстие так, чтобы дюбель плотно входил в него. При завертывании крепежного шурупа в дюбель создается распор, прочно удерживающий его в отверстии.

Вместо дюбелей иногда применяют **заменители.** Кусок пласт­массовой трубки надрезают вдоль, свертывают и вставляют в отверстие, затем ввинчивают шуруп. Он распирает полученную таким образом гильзу, и она прочно закрепляется в основании.

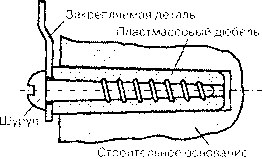
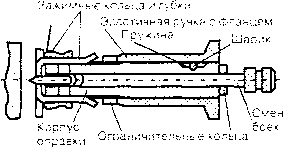
Находят применение также **стальные гвоздевые дюбеля.** Их изготовляют из качествен­ных конструкционных сталей и подвергают термической обработке, придающей им вы­сокую прочность. Эти дюбеля можно забивать в прочные строительные основания, поль­зуясь специальными **оправка­ми** (рис. 1.2).

Рис. 1.1. Крепление кап­роновым дюбелем

Такие дюбеля применяют, в частности, при прокладке проводов и кабелей с примене­нием крепежных изделий.

**Рис. 1.2.** Оправка ОД-6 с зажатым дюбелем для ручной забивки

Установочные изделия, а также ролики нередко крепят к кирпичным и бетонным сте­нам **с** помощью **проволочной спирали** и **алебастра.** В этом

случае спираль делают из мяг­кой проволоки, накручивая ее на шуруп так, чтобы он легко ввин­чивался в спираль и вывинчивался из нее и, кроме того, чтобы снаружи оставались выступающие части. Алебастр разводят до густоты сметаны. Пробитое отверстие, освобожденное от пыли и слегка увлажненное, заполняют разведенным алебастром и в него вдавливают спираль с полностью ввинченным в нес шуру­пом. Через несколько минут, когда алебастр застынет, шуруп можно вывинчивать и крепить изделие.

Крепление установочных изделий

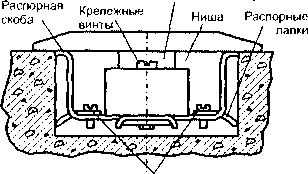
При выполнении подготовительных работ крепят устано­вочные изделия: выключатели и переключатели; штепсельные розетки; потолочные и настенные патроны для ламп; ответви­тельные коробки для соединения и ответвления проводов при скрытой электропроводке.

Установочные (для выключателей и штепсельных розеток) и ответвительные коробки помещают в предварительно подго­товленные **гнезда** так, чтобы их лицевые крышки находились в плоскости оштукатуренных стен. Крепление коробок в гнездах производят **алебастровым раствором.**

Коробки для установки выключателей, переключателей и штепсельных розеток при скрытой электропроводке изготовля­ют в большинстве своем из пластмассы. На коробках сделаны надрубы для ввода проводов. **Надрубы,** которые соответствуют направлению трассы, перед установкой коробки в гнездо уда­ляют.

**В** корпусах ответвительных коробок, служащих для соеди­нения и ответвления проводов для скрытой проводки, имеютсятонкие участки, предназначенные **для ввода проводов.** При электромонтаже эти участки удаляют.

Выключатели, штепсельные розетки крепят в установочных коробках или в специальных гнездах с помощью **распорных ла­пок** (рис. 1.3). Для этого штепсельную розетку или выключатель привинчивают к **распорной скобе,** которую вместе с корпусом выключателя устанавливают в предназначенном для выключа­

теля гнезде. При этом распор­ные лапки должны упираться в стенки и хорошо держать­ся. Винты служат для раздви­гания распорных лапок.

Выключатель или розетка

Винты Для раздвигания опорных лапок

**Рис. 1.3.** Крепление розетки с помо­щью распорной скобы

**При выполнении откры­той проводки** штепсельные розетки, выключатели, пе­реключатели, настенные и потолочные патроны привин­чивают двумя шурупами к де­ревянным подрозетникам диаметром, немного превосходящим диаметр изделия. **Деревянную розетку** крепят к кирпичным и бетонным стенам с помощью шурупов, пластмассовых дюбелей или, что хуже, деревянных колышках, забитых в подготовленные для них гнезда.

На подготовительной стадии электромонтажных заготовок готовят также **комплектные линии** осветительной проводки с применением изделий и узлов заводского изготовления. Для этого по проекту:

. определяют количество типовых помещений;

. на каждый тип помещения или квартиры в целом составляют **развернутую схему проводки** с указанием на ней всех раз­меров магистралей и ответвлений с учетом запаса проводов для соединений и подсоединения к приборам.

По схеме рассчитывают **раскрой проводов,** после чего со­бирают схему всей проводки в соответствии с количеством помещений каждого типа. Затем схему электропроводки про­веряют («прозванивают»), сваривают или спрессовывают, и изолируют все соединения и ответвления проводов. Заготовлен­ную электропроводку сматывают в бухты и маркируют по типам помещений.

Под термином **«прозванивают»** понимают проверку целост­ности жил (цепей) и отсутствия их замыкания между собой или на землю. Происхождение термина «прозванивать» связано с тем. что первоначально для выполнения таких проверок при­меняли электрические звонки, зуммеры и т.п., которые включали в цепь, содержащую проверяемый проводник, источник тока и прибор-индикатор, а они сигнализировали о наличии тока в цепи, т.е. о ее целостности.

Монтаж заготовленной электропроводки в помещениях (это относится уже к основным работам) сводится к прокладке и креплению проводов и ответвительных коробок, сборке соеди­нений отдельных участков схемы и подсоединению к щиткам и светильникам. Такая последовательность электромонтажных работ позволяет большую часть их выполнять в удобных стацио­нарных условиях, что увеличивает производительность труда и повышает качество электромонтажных работ. Основные работы сводятся к тому, что:

. отмеряют, отрезают, правят, прокладывают и крепят провода;

. проверяют правильность монтажа и соответствие его проекту элек­троустановки;

* проверяют работу электроустановки под напряжением и сдают ее в эксплуатацию.

Монтаж открытой электропроводки

Проводка внутри зданий может быть выполнена:

* **открыто —** по поверхности стен, потолков (применяют, в основ­ном, в производственных помещениях);
* **скрыто —** в стенах, перекрытиях, полу (применяют в обществен­ных зданиях и жилых домах).

Открытую прокладку проводов производят:

* с применением крепежных изделий (пластмассовых закреп-пря­жек, закреп-кнопок, металлических полосок) для крепления про­водов и кабелей к строительным конструкциям;
* на изолирующих опорах (роликах, изоляторах).

Выбор **способа крепления** электропроводки определяется проектом и зависит:

. от строительных и конструктивных особенностей здания;

. от типа провода;

. от категории помещения;

. от условий эксплуатации.

**В** качестве электропроводки **внутри здания** применяют:

. изолированные провода;

. небронированные кабели.

**В осветительных сетях** открытую проводку чаще всего осуществляют с помощью плоских проводов, имеющих разде­лительное основание. Их крепят к поверхностям с помощью гвоздей. Однако в ряде случаев такая проводка оказывается неприемлемой:

. не допускается открытая прокладка плоских проводов в пожаро­опасных помещениях и на чердаках;

. не допускается открытая и скрытая проводка во взры­воопасных, особо сырых помещениях и в помещениях с активной агрессивной средой, а также по деревянным основаниям в детских и лечебных учреждениях, зрелищных предприятиях.

Во всех перечисленных случаях в силовых сетях применяют соответствующие этим условиям марки проводов и кабелей. Крепление их к строительным основаниям осуществляют с при­менением **крепежных средств.**

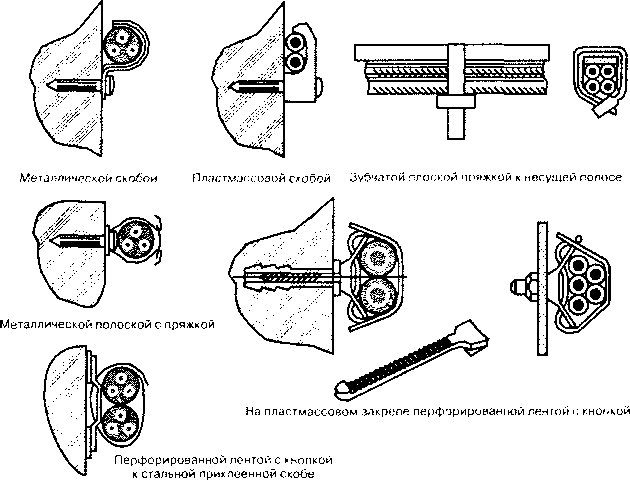
Укрепляют провода металлическими **скобами:**

. с одной лапкой на горизонтальных участках (при этом лапки скоб располагают ниже провода или кабеля);

. с двумя лапками при вертикальной прокладке по стенам, по­толкам, при прокладке проводов и кабелей пучками, а также на поворотах и у вводов (рис. 1.4).

Для крепления некоторых видов проводов и кабелей сечени­ем до 6 мм2 используют **полиэтиленовые скобы.** В строительное основание вбивают дюбеля-гвозди так, чтобы между головкой дюбеля и основанием оставалось расстояние 5...7 мм. В нижней части скобы сделана прорезь, предназначенная для надевания скобы на выступающую часть гвоздя. При нажатии на скобу она как бы защелкивается вокруг дюбеля. Окончательную установку скобы осуществляют легкими ударами молотка по дюбелю.

Крепление металлических и пластмассовых (кроме полиэти­леновых) крепежных деталей к бетонным, железобетонным,



**Рис. 1.4.** Примеры крепления небронированных проводов и кабелей

керамическим, асбоцементным, стеклянным строительным осно­ваниям выполняют с помощью клея **БМК-5К.** Для этой цели применяют пластмассовые **закреп-кнопки** и **закреп-пряжки** с рифленой опорной поверхностью, увеличивающей прочность крепления.

В производственных помещениях провода и кабели нередко крепят скобами или пряжками к несущим струнам или лентам, которые натягивают вплотную к стене (рис. 1.4). В качестве не­сущей струны применяют оцинкованную проволоку диаметром 2...4 мм.

Места установки опорных конструкций и крепежных деталей размечают в следующей последовательности:

. у коробок;

• у электроприемников;

* нановоротах:

. у проходов через стены;

. в точках промежуточных креплений.

Места установки крепежных деталей, поддерживающих или закрепляющих провода и кабели, располагают вдоль трассы на одинаковых расстояниях. Максимальные расстояния между точками крепления открытой осветительной электропроводки защищенными проводами и кабелями сечением жилы до 4 мм2 составляет:

. не более 0,5 м при горизонтальной прокладке:

. не более 1,0 м при вертикальной прокладке.

Электропроводку на изоляторах применяют в промышлен­ных сооружениях и помещениях сельскохозяйственного назна­чения. В непроизводственных помещениях открытую проводку на роликах и изоляторах выполняют в подвалах, душевых, на чердаках, снаружи по стенам зданий, под навесами.

Незащищенные изолированные провода на роликах и изоля­торах в помещениях без повышенной опасности прокладывают на высоте не менее 2 м от уровня пола. Это требование не рас­пространяется на спуски к выключателям и розеткам.

При проходе через стены изолированные провода прокла­дывают в неразрезанных изоляционных полутвердых трубках, которые должны быть:

. оконцованы в сухих помещениях изолирующими втулками:

* в сырых помещениях и при выходе наружу оконцованы во­ронками.

При проходе из одного сухого помещения в другое такое же помещение допускается прокладывать провода в общей изоля­ционной трубке, а при проходах из сухого помещения в сырое каждый провод прокладывают в отдельной изоляционной труб­ке, и концевые воронки заливают изолирующим составом.

В настоящее время проводку шнурами и проводами на роли­ках применяют очень редко. На роликах прокладывают провода марок ПР, АПР, ПРВ, АПРВ, ПВ, АПВ, ПРД. В сельской мест­ности разрешается прокладывать на роликах и плоские провода марок ГШВ, АППВ.

Монтаж электропроводки плоскими проводами

Плоские провода прокладывают открыто или скрыто. Спо­соб прокладки определяется:

. видом строительного основания (т.е. материалом стен и перего­родок);

. наличием или отсутствием у провода разделительного основания;

. изоляцией проводов (если провод покрыт изоляцией без красителя, прозрачной, несветостойкой, его нельзя прокла­дывать открыто).

**Открытую прокладку** выполняют по стенам и перегородкам из любого материала, покрытого штукатуркой. Провод, имею­щий разделительное основание, прибивают гвоздями с малой шляпкой через каждые 0,2...0,4 м. Строительным основанием могут быть также стены и перегородки из несгораемого матери­ала, покрытые обоями. Прокладку этим проводом ведут поверх обоев, верхнюю горизонтальную проводку — выше обоев. При открытой прокладке по деревянной стене под провод надо под­кладывать по всей длине полоску асбеста толщиной не менее 3 мм, выступающую по обе стороны провода не менее чем на 5 мм. Забивать гвозди следует осторожно, пользуясь оправкой, чтобы не повредить изоляцию.

Кроме крепления гвоздями, провода приклеивают специаль­ным клеем или прикрепляют пластмассовыми или резиновыми скобами.

Трассы проводок рекомендуется проводить по архитектур­ным линиям помещений (вдоль карнизов, плинтусов — на рас­стоянии не менее 20 мм от плинтуса).

Скрытую под штукатуркой прокладку выполняют в специаль­ных бороздах и без них по кирпичным и бетонным основаниям. Провод закрепляют («примораживают») строительным гипсом (алебастром).

Если строительным основанием являются деревянные стены и перегородки, покрываемые мокрой штукатуркой, то провод прокладывают по слою листового асбеста толщиной не менее 5 мм. Асбест или намет алебастра кладут либо поверх дранки, либо в борозду, вырезанную в дранке. Асбест или на­мет алебастрового раствора должен выступать по обе стороны провода на менее чем на 5 мм. Провод в этом случае такжезакрепляют алебастром. Не допускается крепление скрытой проводки гвоздями.

По деревянным степам и перегородкам, покрываемым сухой гипсовой штукатуркой, провод прокладывают либо в сплошном слое алебастрового намета, либо между двумя слоями листового асбеста, выступающего с каждой стороны не менее чем на 5 мм.

Плоскими проводами выполняют проводку в перекрытиях из несгораемых плит — в бороздах, зазорах между плитами с за­делкой их алебастровым раствором, в каналах пустотелых желе­зобетонных плит, поверх плит перекрытия в слое алебастрового или цементного намета.

Если плоские провода проходят рядом друг с другом, то они не должны соприкасаться, между ними необходимо оставлять просветы. При пересечении проводов один из них (верхний) дополнительно изолируют тремя—четырьмя слоями изоляци­онной ленты.

При изгибе проводов на ребро (поворот трассы) в месте изгиба следует вырезать пленку разделителя между жилами на участке 40...60 мм и отвести одну жилу от вершины угла. Это исключит соприкосновение жил.

Параллельная прокладка, пересечение и изгибание проводов, имеющих разделительное основание, показаны на рис. 1.5.

В местах ввода проводов в выключатели, штепсельные розет­ки. ответвительные коробки разделительную пленку удаляют, а участки, где проводники могут соприкасаться, изолируют до­полнительно.

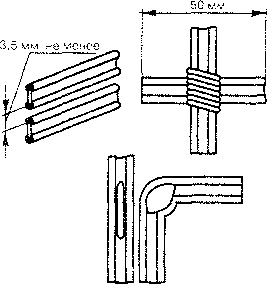
Соединение плоских про­водов выполняют только в от­ветвительных пластмассовых или металлических коробках. Причем металлические короб­ки внутри имеют обкладку из изолирующего материала. В не­которых случаях для этой цели используют ниши в стеновых панелях, закрываемые специаль­ными крышками. Для протяжки проводов и разветвления их при скрытых электропроводках применяют ответвительные сталь­ные коробки:

Рис. 1.5. Варианты прокладки плоских проводов

. У197 (высота 46 мм, диаметр 77 мм);

• У198 (высота 45 мм, диаметр 100 мм).

Для протягивания проводов и разветвления их при откры­той и скрытой электропроводке сечением до 4 мм2 применяют ответвительные пластмассовые коробки:

. У191М (высота 20,5 мм, диаметр 96 мм);

. У192М (высота 35,5 мм, диаметр 96 мм);

. У194М (высота 20 мм, диаметр 70 мм);

. У195М (высота 35 мм, диаметр 70 мм).

Для ввода в коробку у проводов вырезают разделительное основание по длине 100 мм. Вводят провода в коробку либо через специальное отверстие, либо удаляя в стенках коробки специально для этого предназначенные более тонкие участки, называемые подпрессовками.

В коробках без зажимов для соединений проводов применя­ют пайку, сварку или опрессовку. Места соединений изолируют с помощью изоляционной ленты. Для изоляции мест соединения проводов сечением до 4 мм2 применяют также пластмассовые колпачки (длина 45 мм, диаметр в зависимости от марки — 9, 12 или 15 мм).

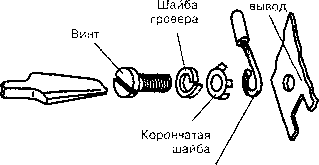
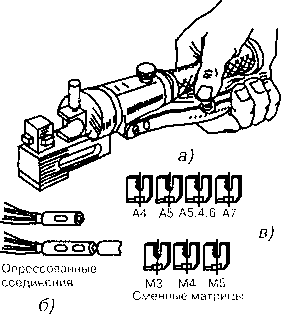
В тех случаях, когда сварку и опрессовку по какой-либо при­чине выполнить нельзя, применяют ответвительные коробки с зажимами. Для удобства монтажа зажимы расположены на выемной шайбе.

**Внимание!**

При соединении алюминиевых проводов будьте внимательны. Алюминии под давлением «течет», вследствие чего контакт ухудшается. Поэтому к зажимам для алюминиевых проводов предъявляются особые требования: постоянный нажим и пре­дотвращение выдавливания провода из зажима. Винтовое кон­тактное соединение, применяемое в этих случаях, показано на рис. 1.6. На колыю провода надевают звездочку (или скобу). Звез­дочка (скоба) не дает кольцу раздаваться в стороны. Шайбы гровера пружинят, поддерживая давление винта постоянным. Зажимы установочных изделий, выпускаемых в настоящее вре­мя, приспособлены для присоединения алюминиевых проводов.

Прогрессивным способом соединения жил проводов яв­ляется опрессовка. Она позволяет получить надежный элект­рический контакт, обладающий в то же время и достаточной механической прочностью. Место соединения проводов при опрессовке заключают в металлическую гильзу и сжимают с по­мощью пресс-клещей. В зависимости от сечения жил применяют механические или ручные пресс-клещи (например, ПК-ЗУ 1, предназначенные для ручной опрессовки).

Широко применяют также монтажные гидравлические кле­щи ГКМ с набором сменных матриц (рис. 1.7.а,е). Деформация гильзы и жил проводов между матрицей и пуансоном показана на рис. *1.1.6.*

***Рис. 1.6.*** *Устройство  
винтового зажима*

**Рис. 1.7.** Применение пресс-клещей ГКМ

Контактный

Алюминиевая жила, согнутая колечком в направлении вращения винта

Соединение и оконцевание проводов опрессовкой

1. Снимите изоляцию с концов проводов.
2. Зачистите оголенные участки жил наждачной бумагой под слоем вазелина или кварцевазелиновой пасты.
3. Протрите зачищенные жилы и смажьте их сразу же квар­цевазелиновой пастой.
4. Зачистите внутреннюю поверхность гильзы и смажьте ее кварцевазелиновой пастой.
5. Вставьте подготовленные жилы в гильзу.
6. Спрессуйте гильзу (одностороннюю гильзу опрессовывают одним вдавливанием, двустороннюю — двумя).
7. Изолируйте место опрессовки (полиэтиленовым колпач­ком или липкой изоляционной лентой).

8. Подготовьте провод для оконцевания и выберите для него наконечник. Наденьте после зачистки наконечник на жилу и спрессуйте их.

Соединение проводов в ответвительной  
коробке, содержащей болтовой зажим

1. На концах провода вырежьте разделительное основание, длиной 100 мм.
2. Введите провода в коробку либо через специальные от­верстия (в металлических коробках), либо через отверстия, по­лучаемые удалением подпрессовок (в пластмассовых коробках). При вводе в коробку оставьте запас проводов не менее 50 мм.
3. Измерьте диаметр контактного винта. Определите длину жилы, необходимую для получения кольца.

Снимите ножом изоляцию с конца подсоединяемой жилы на найденном расстоянии плюс 2...4 мм.

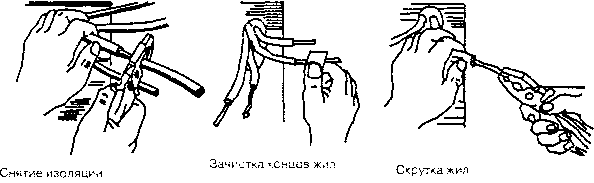
1. Зачистите оголенную часть жилы до металлического блеска наждачной бумагой, покройте ее сразу же после зачистки слоем чистой кварцевазелиновой пасты, равномерно распреде­лив ее по всей зачищенной части жилы.
2. В ответвительных коробках, имеющих зажимы с контакт­ными винтами, изогните с помощью клещей КУ-1 или кругло­губцев подготовленный конец жилы для подсоединения под контактный винт.

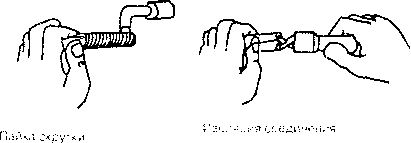
Плотно прижмите подготовленное кольцо к пластине винтом через ограничивающую «звездочку» или скобу и пружинящую шайбу с помощью отвертки (см. рис. 1.6). Если одним винтом присоединяете два провода, то между ними проложите шайбу. Загнутые края скобы или «звездочек», надетые на кольца, не должны давать им разойтись в стороны.

1. В коробках для безвинтового соединения проводов вве­дите подготовленный конец жилы под скобу, на которую давит пружина.
2. В коробках, **в** которых зажимы расположены на выемной шайбе, уложите смонтированную шайбу на дно и закройте крышкой.

Соединение проводов в ответвительной коробке,  
не содержащей зажимов

1. Удалите подпрессовки в пластмассовых стенках ответви­тельной коробки и введите в нее провод. Запас проводов при вводе в коробку оставьте не менее 50 мм.
2. Снимите изоляцию клещами или монтерским ножом на расстоянии 25...30 мм (рис. 1.8).
3. Зачистите концы жил стеклянной шкуркой.
4. Скрутите плотно жилы плоскогубцами или пассатижами.
5. Покройте скрутку проводов раствором канифоли и про­паяйте с помощью паяльника.
6. Изолируйте пайку двумя—тремя слоями липкой изоляци­онной ленты.
7. Покройте соединения влагостойким лаком (изолировать пайку можно также с помощью специального пластмассового колпачка).
8. Уложите изолированные концы в коробку и закройте крышкой.

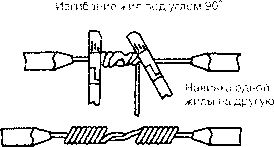
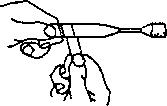
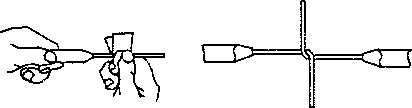




**Рис.** 1.8. Соединение и ответвление медных жил в коробках

Соединение медных однопроволочных  
жил скруткой с последующей пайкой

1. Снимите изоляцию с концов жил.
2. Зачистите концы жил наждачной бумагой.
3. Изогните концы их под углом 90е и заведите один за дру­гой.
4. Навейте по 5.. .7 витков одной жилы на другую с помощью двух пассатижей (рис. 1.9).
5. Уплотните соединение с помощью двух пассатижей, концы проволок плотно пригните.
6. Покройте скрутку раствором канифоли и пропаяйте.
7. Наложите изоляцию из липкой изоляционной ленты. Со­единение должно обладать необходимой механической прочнос­тью, не иметь острых наплывов припоя и повреждений изоляции от перегрева. Витки липкой изоляционной ленты должны пере­крывать друг друга и захватывать часть изоляции провода.



Зачистка концов жил

Изолирование

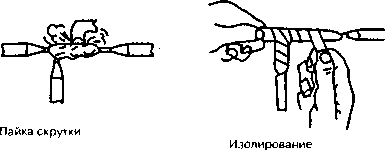
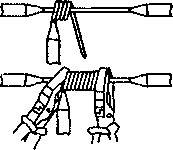
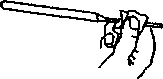
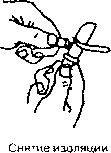
Затяжка витка жил в противоположные стороны и пригибание торцов проволок

**Рис.** 1.9. Соединение медных однопроволочных жил скруткой с последующей пайкой

Ответвление от провода с медной однопроволочной жилой

1. Снимите изоляцию на том участке, где будет выполняться ответвление, а также с конца проводника, который будет ответ­вляться, зачистите жилу наждачной бумагой до металлического блеска (рис. 1.10).

1. Навейте 10...15 витков жилы ответвления вокруг основной жилы, уплотните ответвление, плотно пригните конец проволоки.
2. Покройте скрутку раствором канифоли и пропаяйте.



Зачистка оголенных участков жил

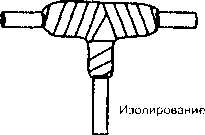
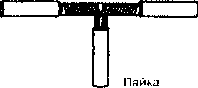
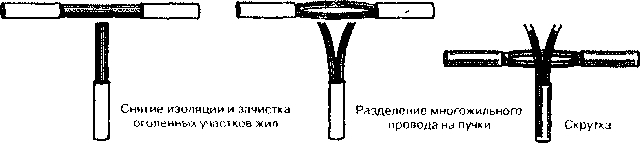
Затяжка витков

Навивка жилы ответвления вокруг основной жилы

**Рис. 1.10.** Ответвление от провода с медной однопроволочной жилой

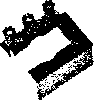
Ответвление от провода с многопроволочной жилой

Последовательность операций в основном та же, но жилы на конце ответвляемого провода после зачистки их до металлического блеска надо разделить на два одинаковых пучка и навить в двух противоположных направлениях (рис. 1.11).



**Рис. 1.11.** Ответвление от провода с многопроволочной жилой

1. Искатели скрытой проводки

Существуют ли устройства и приборы, с помощью которых производится поиск скрытой проводки и ее диагностика? Ко­нечно, существуют и отечественные, и импортные. Рассмотрим некоторые из них. С помощью отечественного **фазоуказателя ЭИ-5001** контактным путем можно определить фазный провод, а с помощью **переносного указателя УНП-1-750** выяснить, на­ходится ли провод под напряжением.

Фазоуказатель ЭИ-5001

**Предназначен** для определения порядка чередования фаз в трехфазных цепях переменного тока в диапазоне

частот от 40 до 1000 Гц. Область напряжений — от 50 до 600 В. Продол­жительность включения не более 3 с с интервалами между включениями не менее 30 с. **Габаритные размеры:** 65\*65к.45 мм. **Масса:** 0.19 кг.

Указатель напряжения переносной УНП-1-750

**Предназначен** для проверки наличия (или опгсугп-

ствия) напряжения между неизолированными токоведущими частями, а также между ними и заземленными частями в цепях переменного и по­стоянного тока с номинальным напряжением от 75 до 750 **В. Технические характеристики:** диапазон переменного напряжения —75...750 В, 50 Гц; диапазон постоянного напряжения — 90... 750 В:режим работы — повтор­но-кратковременный; длительность рабочего цикла — не более 10 с.

Указатель высокого напряжения переносной ВНП-1-10000

**Предназначен** для проверки наличия напряжения в высоковольтных ус­тановках переменного тока промышленной частоты с напряжением от 2 до 10 кВ. Вместе с дополнительным сопротивлением указатель может применяться для фазировки воздушных линий, кабелей и трансформаторов. Принцип действия указателя основан на свечении индикатора при проте­кании емкостного тока.

**Технические характеристики:** диапазон переменного напряже­ния— 2... 10 кВ; режим работы— повторно-кратковременный; длитель­ность рабочего цикла — не более 10 с; диапазон рабочих температур — -45 °C ...+45°С.

Универсальный пробник **ПУ-82**

Прибор контактным путем поможет определить наличие обрыва в сети и находится ли она под напряжением.

Пробник (отвертка-индикатор) **MS-18 f**

**Предназначен** для профессионального использования в электрике и электронике, а также необходим и в быту. Прибор изготовлен с использова­нием космических технологий из высокопрочного, надежного и безопасного пластика. Прибор должен использоваться при температуре от -10 °C до +50 °C и частоте от 50 до 500 Гц.

**Технические характеристики:** определение переменного напряжения кон­тактным способом — 70...250 В; определение переменного напряжения бескон­тактным способом— 70...600 В; определение постоянного напряжения — до 250 В; определение полярности— 1,5...36 В; проверка целостности цепи — 0...5 МОм; определение микроволнового излучения — от 5 мВт/см2.

Пробник **MS-48M -**

**Предназначен** для проверки наличия переменного напряжения, определе­ния провода /гнезда с фазой и точки обрыва в проводах с переменным на­пряжением, точек с высоким напряжением и скрытой проводки. Проверка осуществляется контактным и бесконтактным методом. Применим в домашних условиях.

**Технические характеристики:** определение переменного напряжения контактным способом — 70...250 В; определение переменного напряжения бесконтактным способом —70... 10000В; определение постоянного напряже­ния — до 250 В; определение полярности — 1,2...36 В. Проверка целостности цепи: «О» — от 0 до 5 МОм, «Г» — от 0 до 50 МОм, «Н» — от 0 до 100 МОм: определение микроволнового излучения — от 5 мВт/см2.

Пробник **MS-58M**

**Предназначен** для обнаружения метал- ^2.,

лических предметов, скрытой проводки и электромагнитного излучения. Обнаруживает следующие металлы: сталь, медь, железо, алюминий, золото и т.д. **Позволяет** обнаружить в стене шурупы, винты, гвозди, металлическую арматуру, трубы и т.д. Не может обнаружить металлические предметы в стенах, покрытых снаружи экра­нированными материалами (фольга и т.д.). Не обнаруживает пластиковые трубы водоснабжения. Может обнаружить кабели в металлической или полихлорвиниловой обмотке. Глубина, на которой прибор обнаруживает металлический объект, зависит от типа материала, размеров и массы.

Металлоискатель **MS-158M**

**Предназначен** для обнаружения металличес­

ких предметов (глубина до 5 см), скрытой провод­

ки (от 70 до 600 В) и электромагнитного излучения, а также для опреде­ления полярности батарей (аккумуляторов) от 6 до 36) В (от 2 В— для MS-58ASM) и проверки целостности цепи (от 0 до 50 МОм). MS-58ASM питается от батарей типа А76, AG13, LR44. MS-158M питается от батарей типа «Крона», NEDA 1604Ц604А и имеет функцию подсветки.

Бесконтактный индукционный X;, >

прибор для прозвонен линий **HL-TG ' • V**

Предназначен для поиска нужной пары в пучке кабе- '') ля или поиска скрытой проводки. Принцип действия следующий. Генератор импульсов подсоединяется к одному из концов искомого провода. При приближении приемника к другому концу кабеля или к месту прохождения кабеля в стене он издает звуковой сигнал.

Бесконтактный индукционный прибор для прозвонки **Progressive Inc. 701К**

Предназначен Оля поиска нужной пары в пуч­ке кабеля или поиска скрытой проводки. Его принцип действия аналогичен ранее рассмотрен­ному прибору.

**Сигнализатор скрытой проводки Е121** (ДЯТЕЛ)

**Назначение:** проверка правильности фазировки (под­ключения) бытовых электросчетчиков без снятия пломбы и защитной крышки; обнаружение скрытой проводки; обнаружение фазного провода на изолированных и неизо­лированных токоведущих частях электрических сетей переменного тока без непосредственной связи с этими частями; проверка исправности предохранителей, плавких вставок, определения обрывов в проводах, находящихся под напряжением; индикация с поверхности земли наличия напряжения на ВЛ 10 кВ и выше; индикация с поверхности земли наличия напряжения контактной сети троллейбусов и трамваев; обнару­жение электромагнитных полей ПК, телевизоров и др. бытовой техники; обнаружение утечек СВЧ-печей.

Основная **область применения —** обслуживание электросчетчиков, элек­троустановок и электрических сетей. **Принцип действия сигнализатора** основан на использовании электростатической индукции в переменном электрическом поле, возникающем вокруг токоведущего проводника.

Сигнализатор обеспечивает проверку наличия напряжения в цепях пере­менного тока номинальным напряжением 380 В промышленной частоты без электрического контакта с проводником. Сигнализатор имеет четыре диапазона чувствительности к электрическому полю, создаваемому провод­ником: **«1» —** 0...10 ±5 мм, **«2» —** 0... 100 ±50мм, **«3» —** 0...300 ±150мм, **«4» —** 0... 700 ±350 мм. Сигнализатор имеет режим самоконтроля. **Габа­ритные размеры —** 210\*80\*45 мм. **Масса прибора —** 250 г.

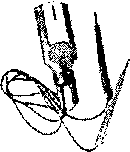
Прибор обнаружения скрытой электрической проводки **ПОСП-1**

**Предназначен** для поиска скрытой электрической проводки различ­ных строительных конструкций, предупреждения о наличии переменного электрического поля в коммутационных устройствах различного вида (шкафа, электрощшпки и т.д.).

Прибор состоит из самого индикатора, размещенного в современном корпусе с поворачивающейся антенной с устройством световой и звуко­вой индикации. Для подзарядки аккумуляторов в комплект входит заряд­ное устройство. Футляр предназначен для переноса и транспортировки прибора.

**Технические характеристики:** максимальная глубина регистрации проводки 220 В 50 Гц в зависимости от штукатурки — не менее 50 мм; максимальное расстояние регистрации проводов в воздухе при напряжении 220 В — не менее 300 мм; температурный режим работы — от 0 до +35 °C; источник питания — аккумуляторы (3 шт.); масса прибора — 150 г.

GVT-92, GVD-503, GVD-504A, VP-440

**Тестер напряжения GVT-92** по­могает различать нулевой и фазный проводники при любом напряжении; **индикатор GVD-503,** помимо дифферен­циации проводников, еще и уточняет, находятся ли они под напряжением; **индикатор напряжения GVD-504A** наряду с этими функциями обладает «умением» определять местонахожде­ние скрытой проводки, находящейся под напряжением от 50 до 600 В пере­менного тока. Но наиболее совершен­ной следует признать модель **VP-440** (журнал «Идеи Вашего дома», №4(6), апрель 1998), с помощью которой бесконтактным путем можно обнару­жить разрывы в проводах и кабелях, определить трассу скрытой проводки, выявить сгоревшие предохранители внутри штепселей, различить фазный и нейтральный проводники в одно- и трехфазных источниках питания, найти кабели под напряжением в соединительных коробках, отыскать ис­порченный выключатель и испорченные лампы при последовательном вклю­чении, проверить работу автоматических выключателей. При переменном напряжении в сети 220 В лампочка индикатора светится на расстоянии 4 мм от проводника.

GVD-503

GVT-92

**Устройства для протягивания проводов и кабелей**

**Как же заменить провод, когда дефект найден и установлена трасса проводки? Если только провод не закреплен под штука- ■ • • туркой на закрепах, а проложен в трубах или**

**::: > : каналах, его несложно заменить с помощью ус­**

**тройства для протягивания проводов и кабелей через трубы и полости в панелях.**

**• , . В основу его работы заложен принцип пру­**

**жины. Гибкая, длиной до 30 м, пружинная про- ;оо волока сама, подобно ленте рулетки, выталки­вается из кассеты в канал, через который будет затянут провод. Как только конец проволоки со специальным наконечником появляется в разветвительной или соединительной коробке, за него цепляется провод, и проволока сматыва­ется обратно в кассету. Американская фирма «GARDNER BENDER» предлагает устройство сразу в трех мо­дификациях — FTS-100B, FTX-100, FTFK-100, отличающихся друг от друга, главным образом, наличием или отсутствием лам­почки подсветки на конце проталкиваемой в канал проволоки (что особенно удобно, когда важно знать, в какое из ответвлений эта проволока попала). Заменить провод в канале можно и «ста­рым дедовским способом», то есть с помощью старого испорчен­ного провода зацепить конец нового и протащить его в канал. Если, конечно, старый провод не перебит или не перегорел. Если в канал заводится толстый кабель большой длины, для его про­таскивания существует машина с электрическим приводом.**

1. Элементы электропроводки

1.3.1 .Материалы и общие характеристики

Сравнение проводниковых материалов

**Алюминий** является одним из наиболее распространенных материалов при изготовлении проводов и кабелей. Его прово­димость составляет примерно 62 % проводимости **меди,** но из-за малой плотности алюминия проводимость на единицу массы в два раза больше, чем у меди.

Однако по сравнению с медью алюминий имеет невысокую механическую прочность и пониженные контактные свойства. Одним из отрицательных свойств алюминия является **быстрая окисляемость** при соприкосновении с воздухом и образование на его поверхности тугоплавкой (с температурой плавления около 2000 °C) пленки окиси. **Окисная пленка** плохо проводит электрический ток и поэтому препятствует созданию хорошего контакта.

Кроме того, **при контакте «алюминий—медь»** образуется «гальваническая пара», при которой алюминий, подвергаясь электрокоррозии, разрушается. Это ведет к ухудшению соеди­нения. В качестве электрической изоляции применяют **резину** и **пластмассу. В** целях экономии дефицитных проводов с медными жилами в настоящее время для электропроводок применяют пре­имущественно провода и кабели с алюминиевыми жилами.

Различия проводниковых изделий

Имеющийся ассортимент проводов, шнуров и кабелей чрез­вычайно разнообразен. Они различаются:

. материалом токопроводящих жил (медь, алюминий, алюмомедь);

. поперечным сечением жил (от 0,75 до 800 мм2);

. числом жил (одножильные и многожильные, от 1 до 37 жил);

. изоляцией (резина, бумага, пряжа, пластмасса);

. оболочками (резина, пластмасса, металл), покровами и т.п.

Рабочее и испытательное напряжение

Каждый провод, кабель, шнур имеют **рабочее (номинальное)** и **испытательное** напряжения. Эти величины для проводов и ка­белей характеризуют электрическую прочность их изоляции.

**Рабочее напряжение -—** это наибольшее напряжение сети, при котором провод, кабель, шнур могут эксплуатироваться.

**Пример.**

При рабочем напряжении провода 380 В он подходит для сетей 380, 220, 127, 42, 12 В. Но шнур, рабочее напряжение которого 220 В, нельзя применять в сетях 380 В и выше. В жилых зданиях применяются провода и кабели на напряжения 660, 380 и 220 В. Надписи 660/660, 380/380 и 220/220 относятся к многожильным проводам: они указывают допустимое напряжение между со­седними жилами.

**Испытательное напряжение** определяет запас электричес­**кой** прочности примененной изоляции. Оно значительно выше рабочего.

Влияние подключаемой нагрузки

Установочные провода должны соответствовать подключа­емой нагрузке. Для одной и той же марки и одного и того же сечения провода допускаются различные по величине нагрузки, которые зависят от условий прокладки, а значит и возможности охлаждения.

КЖЗ **Пример.**

овода или кабели, проложенные открыто, лучше охлаждают- ся< чем проложенные в трубах или скрыто под штукатуркой.

Сечение токопроводящих жил выбирают исходя из предель­но допустимого нагрева жил, при котором не повреждается изоляция проводов.

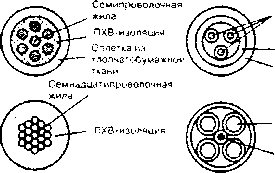
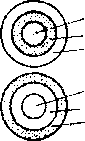
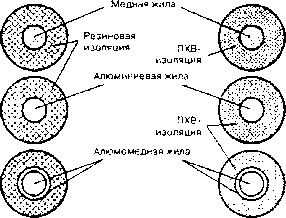
Допустимая нагрузка (при прочих равных условиях) с уве­личением сечения возрастает не пропорционально сечению, а медленнее.

**Пример.**

При сечении 1 мм[[1]](#footnote-2) допустим ток 17 А. При сечении 1,5 мм2 — не

25,5 А, а только 23 А.

33



**Провода с резиновой изоляцией**

**Медная жила**

**Резиновая изоляция Оплетка из хлопчатобумажной ткани**

**Алюминиевая жила**

**Резиновая изоляция ПХВ-изоляция**

**Алюминиевая жила**

**Изоляция из ПХВ-пластиката**

**ПХВ-оболочка**

**Двухжильный провод**

**Латунная защитная оболочка со швом**

**Плоские провода**

**Многожильные провода с комбинированной и защитной изоляцией**

**Трехжильный провод с алюминиевыми жилами в резиновой ИЗОЛЯЦИИ**

**Изолирующая пленка**

**Оплетка из хлопчатобумажной ’ками, пропитанная**

**противогнилостным составом -**

**Алюминиьые жилы.**

**изолированные**

**ПХВ-пластикатом**

**Стальной трос с резиновой изоляцией**

**Рис. 1.12.** Конструктивные элементы проводов

При расположении нескольких проводов в общей трубе и в канале скрытой проводки **условия их охлаждения** ухудшаются; они также нагревают друг друга, поэтому допустимый ток для них должен быть уменьшен на 10...20 %.

**Рабочая температура проводов** и шнуров в резиновой изоля­ции не должна превышать +65 °C, в пластмассовой 1-70 °C.

Следовательно, при комнатной температуре +25 °C допустимый перегрев не должен превышать температуру +40...45 °C.

Схемы конструктивных элементов проводов и кабелей

Перед рассмотрением примеров исполнения конкретных проводов и кабелей полезно рассмотреть общие схемы кон­структивных элементов проводов и кабелей. На рисунке схема­тически изображены применяющиеся в различных сочетаниях в проводах и кабелях все возможные жилы, их изоляция, обмотки, оплетки и оболочки.

**Провода с пластиковой Провода одножильные ПХВ-изоляцией с комбинированной изоляцией**

**Трехжильный провод с раздельным основанием**

**Провод без разделительного основания**

Изоляция проводов и кабелей

Провода изготавливаются с изоляцией на напряжение 380, 660 и 3000 В переменного тока, кабели — на все напряжения. У изолированного провода токопроводящая жила заключена в изолирующую оболочку из резины, поливинилхлорида или винипласта. Для предохранения от механических поврежде­ний и воздействий внешней среды изоляция некоторых марок проводов покрыта снаружи хлопчатобумажной оплеткой, про­питанной противогнилостным составом. Изоляция проводов, предназначенных для прокладки в местах, где имеется повы­шенная опасность их повреждения вследствие механических воздействий, защищена дополнительно оплеткой из стальной оцинкованной проволоки.

Расчет сечения жилы

**Сечение жилы** приблизительно определяется ее диаметром **(S =** 0,785d2), где d — диаметр жилы. Диаметр можно замерить штангенциркулем.

**Совет.**

Если же под рукой нет штангенциркуля, то диаметр можно узнать следующим способом. 10...20 витков очищенной от изо­ляции жилы следует намотать на толстый гвоздь, отвертку или другой стержень, плотно сжать витки провода и измерить обычной линейкой длину спирали. Разделив эту длину на число витков, узнают искомый диаметр жилы. Для определения сечения многожильных проводов и шнуров следует замерить диаметр одной жилки, вычислить ее сечение, затем величину сечения умножить на число жилок в проводе.

Точно сечение проводов и кабелей напряжением до 1000 В определяют, исходя из двух условий.

**Первое условие.** По условию нагревания длительным рас­четным током:

*доп* р’

где *1дт* —■ длительно допустимый ток для принятого сечення прово­да или кабеля и условий его прокладки, (данные приводятся в ПУЭ или справочной литературе);

*1р —* расчетный ток, А.

**Второе условие.** По условию соответствия сечения провода классу защиты:

*/, >К ■/ .*

*{)оп 3 И.ПЛ'*

где *К —* коэффициент зашиты;

/ — номинальный ток плавкой вставки, А.

*н.ня. ’*

*Кз =* 1,25 при защите проводников с резиновой и пластмас­совой изоляцией во взрыво- и пожароопасных, торговых и т.п. помещениях плавкими предохранителями и автоматическими выключателями; при защите этих же проводников в невзрыво- и непожароопасных помещениях^ = 1,0.

Осветительные проводки дополнительно рассчитывают на потерю напряжения. Допустимые длительные токовые нагруз­ки на провода и кабели, а также выбор пусковой и защитной аппаратуры, проводов и кабелей для отдельно устанавливаемых электродвигателей находят по справочникам.

Диапазон стандартных сечений жил

Диапазон стандартных сечений жил велик: от 0,03 до 1000 мм2. Нас будут интересовать сечения от 0,35 (минималь­ное сечение для присоединения бытовых электроприборов) до 16 мм2.

Сечения жил изменяются по стандартным рядам: **0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,2 мм2 —** только медные; **1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 16,0 мм2 —** медные, алюминиевые и алюмомедные жилы.

Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) установле­ны **минимальные сечения применяемых жил** для зданий (в мм2). Они составляют:

1/2,5 мм2 — для линии групповой и распределительной сетей;

2,5/4,0 мм2 — для линии до квартирных щитков с расчетньш счетчиком;

4,0/6,0 мм2 —- для питающей сети и стояков.

Здесь в числителе указаны (в мм2) сечения медных жил, в знаменателе -— алюминиевых и алюмомедных.

По условиям механической прочности ПУЭ установлены также **наименьшие сечения S (или диаметр** d) **проводов** для ответвлений от воздушных линий к вводам в дома. Они равны:для медных проводов, а также для проводов с несущим тросом 4 мм2 в пролете до 10 м или 6 мм2 — в пролете до 25 м. Диаметр стальных и биметаллических проводов должен быть 3 и 4 мм соответственно. Сечение проводов из алюминия и его спла­вов — 16 мм2.

При относительно малых значениях тока сечение жил опре­деляется механической прочностью проводника, особенно в винтовых контактных зажимах. Исходя из этого, сечение медной жилы не должно быть меньше 1 мм2, алюминиевой — 2 мм2.

**Совет.**

По сечению проводов полезно проверить, согласуются ли они с максимальной фактической нагрузкой, а также током защит­ных предохранителей или автоматического выключателя. При этом надо знать, что нагрузка не должна превышать 1 кВт на 1,57 мм2 сечения жилы.

1. Провода

Определения

**Провода —** изделия, содержащие одну или несколько скру­ченных проволок или одну и более изолированных жил, поверх которых, в зависимости от условий прокладки, имеется легкая металлическая оболочка, обмотка и оплетка из волокнистых материалов или проволоки. Провода могут быть голыми и изо­лированными.

**Установочные провода —** провода для электрических распре­делительных сетей низкого напряжения.

**Голыми** называются провода, у которых поверх токопрово­дящих жил отсутствуют защитные или изолирующие покрытия. Голые провода марок ПСО, ПС, А, АС и др. применяются, как правило, для воздушных линий электропередач.

**Изолированными** называются провода, у которых токопро­водящие жилы покрыты изоляцией, а поверх изоляции имеется оплетка из хлопчатобумажной пряжи или оболочка из резины,пластмассы или металлической ленты. Изолированные провода могут быть как защищенными, так и незащищенными.

**Защищенными** называются изолированные провода, имею­щие поверх электрической изоляции оболочку, предназначен­ную для герметизации и зашиты от внешних климатических воздействий. **К** ним относятся провода марок **АПРН, ПРВД,** АПРФ и др.

**Незащищенными** называют изолированные провода, не имеющие поверх электрической изоляции защитной оболочки (провода марок АПРТО, ПРД, АППР, АППВ, ППВ).

**Марка провода (кабеля) —** это буквенное обозначение, характеризующее материал токопроводящих жил. изоляцию, степень гибкости и конструкцию защитных покровов. В обо­значении проводов установлены определенные правила.

Буквенное обозначение установочных проводов

А — алюминий,

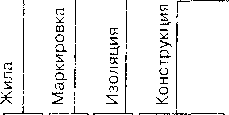
П— отсутствие буквы в марке провода — токопроводящая жила изготовлена из меди.

П — провод.

Р — резина.

В — поливинилхлорид,

П — полиэтилен.

О — оплетка.

Т — для прокладки в трубах,

П — плоский.

Ф — металлическая фальцованная оболочка.

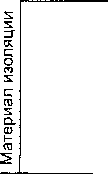
Г — гибкий.

Монтажные провода

Для фиксированного, а также гибкого монтажа электропро­водок на щитах и панелях применяют **монтажные провода.** То­коведущие жилы монтажных проводов и кабелей изготовляют из .медной проволоки. Когда от монтажных проводов требуется повышенная гибкость, их жилы изготовляют из тонких прово­лок, свитых друг с другом.

В монтажных проводах высокой нагревостойкости (200.. .250 СС) применяют никелированные медные жилы, во всех остальных — медные луженые. Выпускают монтажные провода с волокнистой и волокнисто-пластмассовой изоляцией.

Буквенное обозначение монтажных проводов

М — монтажный провод.

м гш В

Г — многопроволочная жила.

Отсутствие второй буквы указывает на то, что жила однопроволочная.

Ш — изоляция из полиамидного шелка.

Ц —изоляция пленочная.

В — поливинилхлоридная изоляция.

К — капроновая изоляция.

Л — лакированный.

С — обмотка и оплетка из стекловолокна.

Д — двойная обмотка.

О — оплетка из полиамидного шелка.

Э — экранированный.

МЭ — эмалированный.

**0**

**Примеры.**

• МГШ— многопроволочный, гибкий, в оплетке из поли­

амидного шелка.

• МГСЛ — многопроволочный, гибкий, в обмотке и в оплет­

ке из стекловолокна, лакированный.

• МШВ — однопроволочный с волокнистой и поливинилхло­ридной изоляцией.

**Основные характеристики проводов**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | Характеристика | Проводник | Сечение, мм2 | Число жил |
| АМПВ | Провод с алюминиевой жилой и поливинилхлоридной изоляцией | Алюминий | 1... 10 | 1 |
| АМППВ | Проводе алюминиевой жилой и поливинилхлоридной изоляцией, но плоский с разделительным основанием | Алюминий | 1,5...6 | 2; 3 |
| АПВ | Провод с алюминиевой жилой и поливинилхлоридной изоляцией | Алюминий | 2,5.. 120 | 1 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | Характеристика | Проводник | Сечение, мм2 | Число жил |
| АППВ | Провод с алюминиевыми жилами, поливинилхлоридной изоляцией, плоский, с разделительным основанием | Алюминий | 2,5...6 | 2: 3 |
| АППВС | Проводе алюминиевыми жилами, поливинилхлоридной изоляцией, плоский без разделительного основания | Алюминий | 2.5...6 | 2; 3 |
| АППР | Провод с алюминиевой жилой, не распространяющей горение, резиновой изоляцией и разделительным основанием | Алюминий | 2,5...10 | 2; 3; 4 |
| ДПР | Провода с алюминиевой жилой, резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом | Алюминий | 2,5...120 | 1 |
| АПРВ | Провод с алюминиевыми жилами и резиновой изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке | Алюминий | 2,5...16 | 1;2 |
| АПРН | Провод с алюминиевой жилой и резиновой изоляцией, в негорючей резиновой оболочке | Алюминий | 2,5...120 | 1 |
| АПРН | Провода с алюминиевой жилой и резиновой изоляцией, обладающей защитными свойствами, в непропитанной оплетке из хлопчато-бумажной пряжи | Алюминий | 2,5...120 | 1 |
| АПРТО | Провод с алюминиевой жилой и резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным | Алюминий | 1. .21; 2. .10;   25 | 1;2;3;  7; Ю;  14 |
| АП РФ | Провод с алюминиевыми жилами и резиновой изоляцией, в металлической фальцованной оболочке из сплава АМЦ | Алюминий | 2,5...4 | 1; 2: 3 |
| АР | Проводе медной жилой, в непропитанной оплетке из хлопчато-бумажной пряжи | Медь | 0,5...4 | 1 |
| АРД | Проводе медной жилой, в непропитанной оплетке из хлопчато-бумажной пряжи, но в двужильной общей оплетке | Медь | 0,5...0,75 | 2 |
| APT | Провод с алюминиевыми жилами и резиновой изоляцией с несущим тросом | Алюминий | 1. .4; 2. .6 | 2;3 |
| ВВ-Л | Провод с медной жилой и поливинилхлоридной изоляцией, но с луженой жилой | Медь | 6 | 1 |
| ПВ-1 | Провод с медной жилой и поливинилхлоридной изоляцией | Медь | 0,5,..95 | 1 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | ***Характеристика*** | Проводник | Сечение} мм2 | Число жил |
| ПВ-2 | Провод с медной жилсй и поливинилхлоридной изоляцией, но гибкий | Медь | 2,5.„95 | 1  .... |
| пв-з | Провод с медной жилой и поливинилхлоридной изоляцией, но повышенной гибкости | Медь | 0,5.„95 | - |
| ПВ-4 | Провод с медной жилой и поливинилхлоридной изоляцией, но особой гибкости | Медь | 0,5...10 | 1 |
| пвто | Провод с медной жилой и поливинилхлоридной изоляцией (для прокладки в трубах) | Медь | 1...95 | 1 |
| ппв | Провод с медными жилами, поливинилхлоридной изоляцией, плоский, с раздельным основанием | Медь | 0.75...4 | 2; 3 |
| ПР | Проводе медной жилой, резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчато­бумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом | Медь | 0,75...120 | 1 |
| ПРВ | Проводе медными жилами, резиновой изоляцией в поливинилхлоридной оболочке | Медь | 1...10 | 1;2 |
| ПРВД | Провод с медными жилами, гибкий, резиновой изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке | Медь | 1...6 | 2 |
| ПРГ | Провод гибкий, с медной жилой, резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчато-бумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом | Медь | 0.75...120 | 1 |
| ПРГИ | Провод гибкий, с медной жилой и резиновой изоляцией, обладающей защитными свойствами | Медь | "0,75.. .120 | 1 |
| ПРГЛ | Провод медный гибкий, с резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчато­бумажной пряжи, покрытой лаком | Медь | 0,75...70 | 1 |
| ПРГН | Провод гибкий, с медной жилой, резиновой изоляцией, в негорючей резиновой оболочке | Медь | 1,5.„120 | 1 |
| ПРД | Провод гибкий с резиновой изоляцией в непропитанной оплетке из хлопчато­бумажной пряжи | Медь | 0 75...6 | 2 |
| ПРДШ i | Провод гибкий, с резиновой изоляцией, в оплетке из лавсановых нитей | Медь | 0,75...6 | 2 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | Характеристика | Проводник | Сечение, мм2 | Число жил |
| ПРИ | Проводе медной жилой и резиновой изоляцией, обладающей защитными свойствами | Медь | 0,75...120 | 1 |
| ПРКА | Провод *с* медной жилой, в защитной оболочке из кремнийорганической резины, повышенной твердости, термостойкий | Медь | 0,2...2.5 |  |
| ПРКЛ | Провод с медными жилами, изоляцией из кремний органической резины в оплетке из стеклонитей, но в оплетке из лавсановых нитей | Медь | 0,75...2,5 | 1: 2 |
| ПРКС | Проводе медными жилами, изоляцией из кремний органической резины в оплетке из стеклонитей, покрытой теплостойкой эмалью, термостойкий | Медь | 0,75...2,5 | 1; 2 |
| ПРЛ | Проводе медной жилой, резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчато­бумажной пряжи, покрытой лаком | Медь | 0,75...6 | 1 |
| ПРИ | Провод с медными жилами, резиновой изоляцией, в резиновой оболочке и оплетке из стальных оцинкованных проволок | Медь | 1...95 | 1; 2; 3 |
| ПРН | Провод с медной жилой, резиновой изоляцией, в негорючей резиновой оболочке | Медь | 1.5...120 | 1 |
| ПРРН | Провод с медными жилами, резиновой изоляцией, в металлической фальцованной оболочке из сплава АМЦ | Медь | 1...95 | 1: 2; 3 |
| ПРТО | Провод с медной жилой резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчато­бумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом | Медь | 1,5...10 | 1; 2: 3 |
| ПРФ | Проводе медными жилами, резиновой изоляцией, в оплетке из стальных оцинкованных проволок | Медь | 1...4 | 1:2; 3 |
| ПРФ л | Провод с медными жилами, резиновой изоляцией, но в фальцованной оболочке из латуни | Медь | 1...4 | 1; 2:3 |

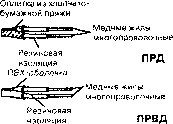
Круглые установочные провода



**APT (2...4 жилы) АВТ (2 или 3 жилы)**

|  |  |
| --- | --- |
| **APT и АВТ** | |
| Назначение | • Наружная прокладка вводов в жилые дома и хозяйственные постройки |
| Конструкция и особенности | * Рассчитаны на номинальное напряжение 380 В. * Провода имеют алюминиевые жилы и несущий трос. * Различаются материалом изоляции- APT —- резиновая изоляция, АВТ — изоляция ПВХ. * Минимальное сечение жил 2,5 мм2. * Число жил 2...4 (APT) и 2 или 3 (АВТ) |

**ПРД и ПРВД**



| Назначение | • Монтаж в квартирах на роликах |
| --- | --- |
| Конструкция и особенности | * Рассчитаны на номинальное напряжение 380 В. * Свиты из двух гибких проводов. Медная жила каж­дого из них состоит из многих медных проволочек, изолирована резиной и в проводах ПРД защищена оплеткой из хлопчатобумажной пряжи. * Провода ПРВД вместо оплетки имеют ПВХ-оболочку. * Минимальное сечение жил проводов ПРД 0,75 мм', ПРВД 1,0 мм: |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ПВ-1, ПВ-2, ПВ-3 и ПВ-4** | | |
| Назначение | * Прокладка в пустотных каналах несгораемых строи­тельных конструкций. * Монтаж силовых и осветительных сетей | **НВХ-ИЭОЛЙЦМЯ** |
| Конструкция и особенности | * Рассчитаны на номинальное напряжение 380 или 660 В. Одножильные. * Провода различаются степенью гибкости: ПВ-1 (стандартной гибкости), ПВ-2 (гибкий), ПВ-3 (повышенной гибкости), ПВ-4 (особо гибкий). * Медная жила имеет ПВХ-изоляцию. * Минимальное сечение жил проводов ПВ-1, ПВ-3 и ПВ-4 0,5 мм‘; ПВ-2 2,0 мм'.   Два или три провода сечением 0,75 или 1,5 мм2 могут быть свиты для монтажа на роликах | |

**ПРИ и АПРИ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Назначение | *Прокладка* а сухих и сырых помещениях | Резиновая изоляция | Медная |
|  | * Рассчитаны на номинальное напряжение 660 В. * Провода марки ПРИ имеют медную жилу, а марки АПРИ — алюминиевую. * Жила имеет резиновую изоляцию, которая обладает защитными свойствами, т.е. допускает воздействие на провод химически активной окружающей среды, | *1* Z—П |  |
| Конструкция и особенности | L\_  Резиновая изоляция | ПРИ  Алюминиевая жила |
|  | *{ "* | =з (ch |
|  | дезинфицирующих вещес'в и аэрозолей. Минимальное сечение жил проводов ПРИ — 0.75 мм2, АПРИ — 2,5 мкг | АПРИ | |
| **АПВ и АМПВ** | | | |
| Назначение | * Прокладка в трубах, пустотных каналах несгораемых *строительных конструкций.* * Монтаж силовых и осветительных сетей | Двухслойная ПВХ-иЗйЛйция | Алюминиевая |
|  | — |  |
| Конструкция и особенности | * Рассчитаны на номинальное напряжение 380 или 660 В. * Провода марки АПВ имеют *алюминиевую жилу, а* марки АМПВ алюмомедную.   » Жила имеет двухслойную ПВХ-изоляцию. | Дяу«сл1|й«а>- Пех-изсляц»» | АПВ |
|  | \* Минимальные сечения жил проводов АПВ — 2,0 мм‘, АМПВ — 1.5 мм2 |  | АМПВ |

Рассчитан на номинальное напряжение 380 или 660 В.

Назначение

Конструкция и особенности

Назначение

Конструкция И особенности

**ПРН и АПРН**

Прокладка в сухих и сырых помещениях, в пустотных каналах несгораемых строительных конструкций и на открытом воздухе

Рассчитаны на номинальное напряжение 660 В.

Провода марки ПРН имеют медную жилу, а марки АПРН — алюминиевую.

Жила имеет резиновую изоляцию и негорючую ре­зиновую оболочку.

Минимальное сечение жил проводов ПРН — 1,5 мм2,

АПРН — 2,5 мм2

**ПРФ (ПРФЛ) и АПРФ**

**Негорючая резиновая изоляция**

**Негорючая резиновая изоляция»**

**Резиновая Медная**

**изоляция жила**

**Резиновая изоляция**

**ПРН**

**Алюминиевая**

**АПРН**

Открытая прокладка в сухих помещениях непосредственно по несгораемым и трудно­сгораемым конструкциям

Рассчитаны на номинальное напряжение 660 В.

Трубчатые провода марки ПРФ (ПРФЛ) имеют медную жилу, а АПРФ — алюминиевую жилу. Выпускаются одно-, двух- и трехжильными.

Жила изолирована резиной. Поверх жил наложена пленка или прорезиненная тканевая лента. Металлическая фальцованная (т.е. со швом) оболочка предохраняет жилы от небольших механических повреждений.

Оболочка проводов ПРФ и АПРФ выполнена из сплава АМЦ, а проводов ПРФЛ из латуни. Минимальное сечение жил проводов ПРФ и ПРФЛ — 1,0 мм2, а провода АПРФ — 2,5 мм'. Шов металлической оболочки при вертикальной прокладке должен быть обращен в сто­рону опорной поверхности; при горизонтальной прокладке — направлен вверх.

Изгибают трубчатые провода с помощью специальных клещей

**Защитная металлическая Пленка Ланта**

**Резиновая изоляция**

**Медные 11**

**3) жилы**

**АПРФ**

**Защитная металлическая Пленка Лента Резиновая оболочка со швом изоляция**

**Алюминиевые (1 3!**

**жилы**

**ПРФ и ПРФЛ**

**ПРТОиАПРТО**

Назначение

Прокладка в несгораемых трубах. На участках проводки, где требуется гибкость, приме­няют вместо труб гибкие металлические рукава

Конструкция и особенности

Рассчитаны на номинальное напряжение 660 В.

Провода марок ПРТО (с медными жилами) и АПРТО (с алюминиевыми жилами) имеют резиновую изоляцию и общую оплетку, пропитанную противогнилостным составом. Число жил 1, 2, 3 и 7.

Минимальное сечение жилы одножильного провода марки ПРТО — 0,75 мм2, двух- и трехжильного — 1,0 мм2, семижильного — 1,5 мм2.

Минимальное сечение жил провода марки АПРТО — 2,5 мм2

**Медные**

**изоляция**

**ПРТО**

**Обшая оплетка, пропитанная противогнилостным составом**

**Общая оплетка, пропитанная противогнилостным составом**

**АПРТО**

**Резиновая Алюминиевые**

**изоляция жилы**

**ПРКА**

Назначение

Фиксированный монтаж внутри осветительной арматуры.

Для питания электроплит, жарочных шкафов и других электронагревательных приборов

**ИЗОЛЯЦИЯ**

**Медная жила**

Конструкция И особенности

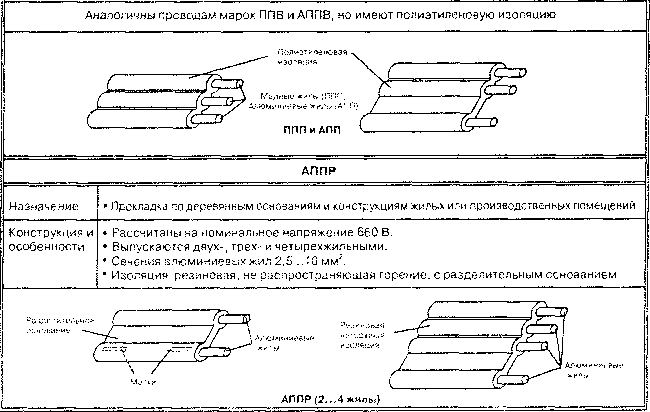
Провод является нагревостойким.

Минимальное сечение медной жилы 0,5 мм2.

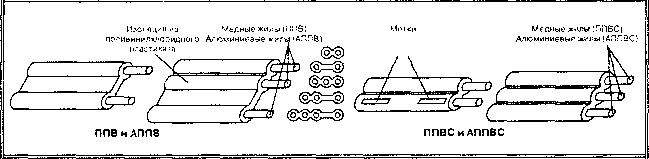
Эксплуатация при окружающей температуре от 50'С до + 180'С

**ПРКА**

Плоские установочные провода



|  |  |
| --- | --- |
| **I ППВиППВС, АППВи АППВС** | |
| Назначение | * Монтаж силовых и осветительных сетей в машинах и станках.   » Неподвижная *прокладка по стенам, перегородкам и перекрытиям (но не на чердаках!),* покрытым сухой, гипсовой или мокрой штукатуркой, а также по несгораемым стенам и перегородкам непосредственно поверх обоев или под ними.   * Скрытая прокладка под штукатуркой. * Прокладка в трубах и пустотных каналах несгораемых строительных конструкций | |
| Конструкция и особенности | * Рассчитаны на номинальное напряжение 380 В. * Жилы изолированы поливинилхлоридным пластикатом ПВХ. Провода выпускаются либо с разделительным основанием (его иногда называют пленкой или перемычкой), либо без разделительного основания. * Провода с разделительным основанием при открытой (но не скрытой!) прокладке при­бивают гвоздями с малой шляпкой. * На одном из проводов могут быть продольные метки, чтобы при монтаже легко различить жилы. * Число жил две или три. * Сечение медных жил (ППВ, ППВС) — 0,75.. 4 мм2, алюминиевых (АППВ. АППВС) — 2,0...6 мм2. * Провода марок ППВС и АППВС в настоящее время не выпускаются, так как их изоляция   на свету портится. |   * Открытая прокладка плоских проводов непосредственно по деревянным стенам, перегородкам i   и потолкам, как правило, не допускается (исключение провода марки АППР). В случае | необходимости провода прокладывают по слою листового асбеста толщиной не менее 3 мм. | Асбест должен выступать из-под провода не менее чем на 10 мм с каждой стороны | |



**ППП ИАПП**

1. Соединительные шнуры

Шнур — лвс или более изолированных гибких или особо гибких жилы сечением до 1,5 мм2, скрученных или уложенных параллельно, поверх которых в зависимости от условий экс­плуатации могут быть наложены неметаллическая оболочка и защитные покрытия.

Шнуры предназначены **для подключения электрических бытовых приборов** к электрической сети (например, настольных ламп, пылесосов, электробритв). **Жила** обязательно применя­ется многопроволочная; кроме того, жилы шнура соединены между собой **скруткой** или **общей оплеткой.**

Соединительные шнуры для бытовых электроприборов и светильников весьма разнообразны. Они могут иметь две, три или четыре медные жилы сечением от 0,35 до 4,0 мм2 либо нор­мальной, либо повышенной гибкости.

**Двухжильные шнуры** применяют, если корпус прибора (све­тильника) не требует защитного зануления (заземления). Если зануление требуется, то пользуются трехжильным шнуром.

Сечение зависит от силы тока присоединенного прибора (светильника).

Наиболее **распространены шнуры:**

. нагрсвостойкие — для утюгов и электроплиток;

. в непромокаемой оболочке;

. в оболочке золотистого и серебристого цвета —- для светиль­ников с хрустальными элементами.

Шнуры могут быть белыми, серыми, коричневыми, крас­ными, синими, голубыми, черными, желтыми, цвета слоновой кости.

**Длина шнуров** нормируется:

2 м — для холодильников, утюгов и бритв;

3,5 м — для стиральных машин;

6 м — для полотеров и пылесосов.

Шнуры .могут быть разделаны как с одного конца, так и с обоих концов, а также армированы неразборными вилками и приборными розетками.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ШПВ-1 I** | | |
| Назначение | : • Для случаев, коша шнур редко подвергается механи­ческим деформациям |  |
| Применение | • Для радиоприемников, телевизоров, электрических паяльников | Л- —I  (, /ОД--Ц/-' «еду j  Изоляция из П8Х- 1  ШПВ-1 i |
| Конструкция и особенности | * Рассчитан на номинальное напряжение 380/380 В * Гибкий, двухжигьный * Параллелонс уложенные жилы изолированы ПВХ-пластикатом * Сечения: 2x0,35,..2x0.75 мм' |
| **ШПВ-2** | | |
| Назначение | • Для случаев, когда шнур часто подвергается легким механическим деформациям | */—;* |
| Применение | • Для настенных, напольных и настольных светильников, вентиляторов, радиоаппаратуры, кофеварок, чайников, паяльников, грелок, кастрюль, сушилок, удлинителей- разветвителей | /  Изоляция из ПВХ- гегдси-ыата  ШПВ-2 эластичный |
| Конструкция и особенности | * Рассчитан на номинальное напряжение 220/220 В. I * Жилы изолированы ПВХ-пластикатом. * Сечения: 2x0,35...2x0,75 мм2. * В приборах, имеющих в зоне соединения шнура или провода с прибором температуру, превышащую 70,:С, должна быть вставка из натревостойкого шнура или провода | |
| **шввп** | | |
| Назначение | • Для случаев, когда шнур часто подвергается легким механическим деформациям |  |
| Применение | • Для настенных, напольных и настольных светильников, вентиляторов, радиоаппаратуры, кофеварок, чайников, паяльников, грелок, кастрюль, сушилок, удлинителей- разветвителей | пах- гвх- 1  c,6!Vicx\*a изоляция |  ШВВП повышенной гибкости (двух- и трехжильный) |
| Конструкция и особенности | * Рассчитан на номинальное напряжение 220/220 *В.* * Шнур повышенной гибкости, плоский. * Две или три жилы в ПВХ-изоляции покрыты ПВХ-оболочкой. * Сечения жил 2x0,35...2x1,0 или 3x0,5 или 3x0,75 мм2 |
| *ШРО* | | |
| Назначение | • Для случаев когда шнур часто подвергается легким механическим деформациям, «о требуется его повы­шенная температурная устойчивость | Залспнитегь из сижмичнжх о *у* еюло»а  Oiit-erea Схручвнмые  х;ю»г-|,31с®ум.зжяс-и ИЗОЛЯЦИЯ ХИЛЫ  ШРО |
| Применение | • Для утюгов домашнего обихода, кофеварок, чайников, кастрюль, грелок и других подобных приборов |
| Конструкция и особенности | * Рассчитан на номинальное напряжение 220/220 В * Шнур повышенной гибкости, деухжильный и трехжильный.   •Имеет скрученные жилы, с резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной швейной читки или синтетической нити с заполнением синтетическим волокном.  •Сечения: 2x0,35. .2x1,0 мм? или 3x0,5...3x1.0 мм‘  - , — J |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| шпс | | |
| Назначение | • Для случаев, когда шнур должен выдерживать вес подвешенного на него злектролотребителя | **Заполнитель из синтетического , волокна**  **ПВХ- ПВХ- Скрученные**  **оболочка изоля^я жилы**  **ШПС, гибкий** |
| Применение | \* Для светильников подвешиваемых на электричес­ком шнуре |
| Конструкция и особенности | * Рассчитан на номинальное напряжение 220/220 В. * Шнур гибкий * *Построен с* двумя или тремя скрученными жилами, подвесной, грузонесущий.   9 Жилы с ПВХ-изоляцией в ПВХ-оболочке .   * Сечения: 2x0,5 мм' или 3x0,5 ммг или 3x0,75 ммг |
| пас | | |
| Назначение | • Для случаев, когда провод подвергается истиранию и действию влаги в условиях средних механических воздействий | **Заполнитель из синтетического Скрученные 1**  **волокна жилы !** |
| Применение | • Для полотеров, пылесосов, стиральных машин, электро­радиаторов, удлинителей и разветвителей |
| Конструкция и особенности | * Рассчитан на номинальное напряжение 380/660 В. * Провод повышенной гибкости. * Построен со скрученными тремя или четырьмя жилами. * Жилы с ПВХ-изоляцией в ПВХ-оболочке. Заполнение синтетическим волокном. * Сечения: 2x0,5...2x2,5 мм2, или 3x0,5 мм2, или 3x2,5 мм2, или 4x0,75...4x2,5 мм’. * Четвертая (третья) жила желто-зеленого цвета служит для зануления (заземления) | **4—7^**  **ПВХ- ПВХ- Жила в желто-зеленой | оболочка изоляция изоляции для заземления**  **ЛВС, особогибкий** |
| **ПРС** | | |
| Назначение | \* Для случаев, когда провод подвергается истиранию и действию влаги в условиях средних механических воздействий | **Заполнитель из синтетического Скрученные волокна жилы**  **Резиновая Резиновая Жила в желто-зеленой !**  **оболочка изоляция изоляции для заземления !**  **ПРС I** |
| Применение | • Для полотеров, пылесосов, стиральных машин, электрорадиаторов, удлинителей и разветвителей |
| Конструкция и особенности | * Рассчитан на номинальное напряжение 380/660 В. * Провод повышенной гибкости. * Построен со скрученными двумя, тремя или четырьмя жилами. * Жилы с ПВХ'ИЗоляцией в резиновой оболочке. Запол­нение синтетическим волокном. * Сечения: 2x0,5...2x2,5 мм2, или 3x0,5 мм2, или 3x2,5 мм2, или 4x0,75...4x2,5 мм2. Кроме того, есть сечения 2x4,0 мм2; 3x4,0 мм2; 4x4.0 мм2 |
| **ШТР** | | |
| Назначение | • Для случаев, когда шнур подвергается легким меха­ническим деформациям и сильному нагреву | **Заполнитель из синтетического |**  **волокна** |
| Применение | • Для электрических утюгов домашнего обихода и промышленного применения, электроплиток и дру­гих подобных приборов |
| Конструкция и особенности | * Рассчитан на номинальное напряжение 220/220 В. * Шнур повышенной гибкости, нагревостойкий.   « Построен со скрученными жилами, с изоляцией, заполнением синтетическим волокном, в оболочке.   * Изоляция и оболочка из кремнийорганической резины, * Сечения двухжильных шнуров 2x0,5...2x1,5 мм2;   трехжильных — 3x0,5...3x1,5 мм’ | **!/ \ 1**  **Изоляция и оболочка из Скрученные |**  **кремнийорганической резины жилы и**  **ШТР, особогибкий, термостойкий |** |

В табл. 1.1 представлены основные характеристики шнуров и соединительных проводов.

Основные характеристики шнуров и соединительных проводов Таблица 1.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристика | Проводник | Марка | Сечение, мм2 | Число жил |
| Провод гибкий со скрученными жилами, с поливинилхлоридной изоляций, в поливинилхлоридной оболочке | Медь | ЛВС | 0.5...2,5 | 2:3 |
| Провод гибкий со скрученными жилами, поливинилхлоридной изоляцией, с рези­новой изоляцией и в резиновой оболочке | Медь | ПРС | 0,5...4 | 2; 3 |
| Шнур гибкий со скрученными жилами, в поливинилхлоридной оболочке | Медь | ШВЛ | 0,5...0,75 | 2; 3 |
| Шнур со скрученными жилами, поливинил­хлоридной изоляцией, в поливинилхлорид­ной оболочке, подвесной, грузонесущий | Медь | ШПС | 0,5..,0,75 | 2;3 |
| Шнур гибкий со скрученными жилами, резиновой изоляцией, в оплетке из хлоп­чатобумажной или синтетической пряжи | Медь | ШРО | 0,35...1 | 2; 3 |
| Шнур повышенной гибкости, термостой­кий, со скрученными жилами, изоляцией из кремнийорганическойрезины в оболоч­ке из кремнийорганической резины | Медь | ШРТ | 0,5...1,5 | 2; 3 |

1. Кабели

Определения и обозначения

**Кабель —** это несколько изолированных проводов в защит­ной герметичной оболочке. На герметичную оболочку кабеля накладывают несколько слоев защитного покрова, предохра­няющего оболочку от коррозии и механических повреждений. Кабель, снабженный поверх защитной оболочки покрытием (броней) из стальных лент, плоской или круглой проволоки, называют **бронированным.** Кабели без брони применяют для прокладки в тех случаях, когда исключается возможность меха­нических повреждений.

На броню накладывают наружный защитный покров, со­стоящий из битумного состава, пропитанной кабельной пряжи и мелового покрытия. Вместо этого может быть наложен шланг из поливинилхлоридного или полиэтиленового покрытия-пла- стиката. Кабели без наружного защитного покрытия называют **голыми.** Медные или алюминиевые токопроводящие жилы кабе­ля изготовляют однопроволочными и многопроволочными.

Монтажные кабели

Кроме монтажных проводов, находят применение монтажные кабели с поливинилхлоридной или с полиэтиленовой изоляцией и дополнительной защитной поливинилхлоридной оболочкой.

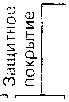
Контрольные кабели

Контрольные кабели предназначены для создания це­пей контроля, сигнализации, дистанционного управления. Контрольные кабели содержат от 4 до 37 медных или алюминие­вых жил с относительно небольшой площадью сечения от 0,75 до 10 мм2 и, следовательно, могут быть использованы для передачи небольшой мощности. Выпускают их на переменное напряжение до 660 В или постоянное — до 1000 В.

Буквенное обозначение силовых и контрольных кабелей

g — А — алюминий.

*X* Отсутствие в марке провода буквы — токопроводящая



жила изготовлена из меди.

6

о ю о §

С — свинец.

А — алюминий.

Без буквы — бумажная пропитанная изоляция.

Н и HP — негорючая резина.

ВР — поливинилхлорид.

А — асфальтированный.

Б — бронированный лентами.

Г — голый (т.е. без защитного покрова).

К — бронированный круглыми проволоками.

П — бронированный плоскими проволоками.

**ф**

га 5

**Буква К,** поставленная в начале марки (или после обозначения алюминиевой жилы), обозначает **контрольный кабель.**

Силовые кабели

Силовые кабели предназначены для передачи и распределе­ния электрической энергии в осветительных и силовых электро­установках для устройства кабельных линий.

**Кабельной** называют линию для передачи электроэнергии, состоящую из одного или нескольких силовых кабелей с соеди­нительными и концевыми муфтами (заделками).

**Силовые кабели** могут иметь одну, две, три или четыре жилы. Четырехжильные кабели бывают с жилами одинакового сече­ния или одна из жил (нулевая или заземляющая) может иметь уменьшенное сечение.

**Разновидности кабелей**

|  |  |
| --- | --- |
| **НРГи АНРГ** | |
| Назначение | • Прокладка внутри помещений, в каналах, туннелях при отсутствии механических воздейст­вий на кабель |
| Конструкция и особенности | * Рассчитаны на номинальное напряжение 660 В. * Кабели марки НРГ имеют медные жилы, а марки АНРГ — алюминиевые. * Число жил 1...4, « * Минимальное сечение одножильных — 1,0 мм2 (НРГ), 4,0 мм2 (АНРГ) и двух-, трех- и четырехжильных — 2,5 мм\   ’ Жилы изолированы резиной и защищены резиновой оболочкой, маслостойкой и не рас­пространяющей горение |
| **Резиновая оболочке (маспостойкзя негорючая! Изолирующая пленка**  *f* И ~~к-~~ **■\*» Меднью жилы (НРГ)**  \ ц « XX. ~~f^~~~~====~~~~\*‘ —»~~ **Алюминиевые жилы <АНРГ)**  **Резиновая изоляция**  НРГи АНРГ | |
| **СРГ и АСРГ** | |
| Назначение | • Прокладка внутри помещений, не подверженных вибрации, в среде, нейтральной по отношению к свинцу |
| Конструкция и особенности | * Рассчитаны на номинальное напряжение 660 В. * Кабели марки СРГ имеют медные жилы, а марки АСРГ — алюминиевые. * Число жил * Минимальное сечение трех- и четырехжильных — 1.0 мм2 (СРГ), 2,5 мм2 и одно-, двух и трехжильных кабелей АСРГ — 4 мм'. * Жилы изолированы резиной, оболочка свинцовая |
| **Свинцовая Резиновая изоляция**  **оболочка у**  *( // l~~i~~* ~~I~~~~1~~ ~~‘~~ 1 **Медные жилы (СРП**  1 **н** У **jj""""" mf ZX Алюминиевые жилы (АСРГ)**  СРГ и АСРГ | |
| **ВВГ и АВВГ** | |
| Назначение | • Прокладка на открытом воздухе, по защищенным от прямых солнечных лучей трассам |
| Конструкция и особенности | * Кабели марки ВВГ имеют медные жилы, а марки АВВГ алюминиевые. * Изоляция и оболочка изготовлены из пластиката ПВХ. * Число жил 1...4. * Минимальное сечение 1,5 мм' (ВВГ) и 2,5 мм‘(АВВГ). * Эксплуатация допускается при температуре от -50 до +50сС, при относительной влажности до 98 % |
| **Защитная оболочка из ПВХ-лпас’ика’а**  **- ■-">\* Меднь.е жиль, (ВВГ;-**  **/ Алюминиевые жилы (ЛВк1 1**  **Изоляция из П8Х-**  ВВГ и АВВГ | |

Дшмеры наиболее распространенных кабелей. Для передачи и распределения электрической энергии в осветительных и силовых электроустановках напряжением до 1000 В чаще дру­гих применяют силовые кабели марок АВРГ, АНРГ, АВРБГ, АНРБГ, АВВГ, АВВБГ. Из них четыре первые представляют собой кабели с алюминиевыми жилами в резиновой изоляции, а последние две марки принадлежат к кабелям с алюминиевыми жилами в пластмассовой изоляции.

В табл. 1.2. представлены основные характеристики кабелей.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Характеристика** | **Проводник** | **Марка** | **Сечение, ммг** | **Число жил** |
| Кабель силовой с алюминиевыми жилами, поливинилхлоридной изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке | Алюминий | АВВГ | 2,5...50 | 1; 2; 3; 4 |
| Кабель с алюминиевыми жилами, резиновой изоляцией, в поливинил­хлоридной оболочке | Алюминий | АВРГ | 2,2.,.30 | 2; 3; 4 |
| | Кабель с алюминиевыми жилами, рези­новой изоляциейи негорючей оболочке | Алюминий | АНРГ | 2,5...300 | 1; 2; 3;4 |
| j Кабель силовой с алюминиевыми жилами, полиэтиленовой изоляцией, в  j поливинилхлоридной оболочке | Алюминий | АПВГ | 2,5...50 | 1; 2; 3;4 |
| Кабель с алюминиевыми жилами, рези­новой изоляцией, в свинцовой оболочке | Алюминий | АСРГ | 2,5...240 | 1; 2; 3; 4 |
| Кабель силовой с медными жилами, поливинилхлоридной изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке | Медь | ВВГ | 1...50 | 1; 2;3; 4 |
| Кабель с медными жилами, резиновой изоляцией, в поливинилхлоридной оболочке | Медь | ВРГ | 1...240 | 1; 2; 3; 4 |
| Кабель с медными жилами, резиновой изоляцией, & резиновой маслостойкой и негорючей оболочке | Медь | НРГ | 1...240 | 1; 2; 3; 4 |
| Кабель с медными жилами, полиэтиле­новой изоляцией, в поливинил-  | хлоридной оболочке | Медь | ПВГ | 1,5...50 | 1;2;3;4 |
| [ Кабель с медными жилами, резиновой изоляцией, в свинцовой оболочке | Медь | СРГ | 1...185 | 1;2;3;4 |

Основные характеристики кабелей

Таблица 1.2

1.3.6. Как выбрать нужный провод

Сечение жил в зависимости от нагрузки и материала (медь, алюминий) выбирается по табл. 1.3, составленной на основании «Правил устройства электроустановок».

Рассмотрим вопрос замен проводов, если нет точно необхо­димого варианта провода, кабеля, шнура.

Учет номинального напряжения

Нужно обратить внимание на номинальное напряжение предлагаемого на замену провода: оно должно быть не меньше напряжения сети.

**В**

**Примеры.**

• Если провода не выходят за пределы квартиры, то номи­нальное напряжение провода должно быть не ниже 220 В.

• Если же провода выходят за пределы квартиры, то номи­

нальное напряжение провода должно быть не ниже 380 В.

Учет материала жил

Нужно обратить внимание на материал жил, имея в виду, что алюминиевые и алюмомедные провода всегда можно заменять медными. Медные провода нельзя заменять алюминиевыми и алюмомедными в следующих случаях:

. если требуется гибкость (гибкие провода обязательно медные);

. если провода присоединяются пайкой, а не винтовыми зажи­мами.

Учет сечения жил

Нужно обратить внимание на сечение жил. Оно должно со­ответствовать нагрузке в амперах, т.е. быть не меньше значений, указанных в табл. 1.3.

Соотношение токовых нагрузок и минимального сечения провода Таблица 1.3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Медные изолированные провода | | Алюминиевые  изолированные провода | | Сечение провода мм2 |
| Открытая проводка | Закрытая проводка | Открытая  проводка | Закрытая проводка |
| Ток, А | Ток, А | Ток. А | Ток, А |
| 11 | — | — | — | 0,5 |
| 15 | — | — | — | 0,75 |
| 17 | 15 | -- | — | 1 |
| 23 | 17 | — |  | 1.5 |
| 30 | 25 | 24 | 19 | 2.5 |
| 41 | 35 | 43 | 28 | 4 |
| 50 | 42 | 39 | 32 | 6 |
| 80 | 60 | 60 | 47 | 10 |

С другой стороны, сечение должно быть не слишком боль­шим, иначе провод нельзя будет надежно присоединить к вы­ключателям и штепсельным розеткам. Но сечение не должно быть слишком малым, так как тонкий провод трудно зажать: он будет болтаться. Поэтому установлены наименьшие сечения жил для присоединения к винтовым зажимам: 1 мм2 — для медных и 2 мм2 — для алюминиевых проводов. При сечении 0,75 мм2 нуж­но подложить шайбу. Сечение проводов для воздушного ввода в здание по условиям механической прочности должно быть не меньше указанного выше.

Учет дополнительных условий

Однопроволочные провода всегда можно заменить многопро­волочными (гибкими). Кроме того, надо обратить внимание на соответствие вида изоляции условиям прокладки. Так, провода, предназначенные для прокладки в сырых помещениях, можно прокладывать и в сухих, но ни в коем случае нельзя в сырых по­мещениях прокладывать провода, предназначенные только для сухих помещений. Нагревостойкие провода, например, провод марки ПРКА, предназначенный для внутреннего монтажа элект­роплит, нельзя заменять «обычными» проводами: их изоляция в плите просто сгорит. Далее рассмотрим практические примеры расчетов при выборе необходимых кабелей.

Расчеты при выборе проводов и кабелей

Выбор и проверку проводов и кабелей по допустимому на­греву током нагрузки выполняют так. Определяют мощность питаемого прибора. Если производится, например, расчет груп­повой осветительной сети, питающей лампы накаливания, рас­четную мощность Рр принимают равной сумме мощностей всех ламп на соответствующем участке сети. Затем вычисляют расчет­ную силу тока. В однофазной цепи ее находят по формуле

Р„ • 103

I \_

U cos ср

где Рр — расчетная мощность, кВт; U — напряжение, В; cos ф — ко­эффициент мощности (если рассчитывается проводка, питающая лампы накаливания или электрические печи, коэффициент мощ­ности принимается равным единице).

Найденное значение 1р не должно превышать значений, установленных ПУЭ для определенной конструкции проводов или кабеля. Выполнение этого условия гарантирует пожарную безопасность и нормируемый срок службы проводки при нор­мальных неаварийных режимах.

Максимально допустимый ток для данной марки проводни­ка находят с помощью табл. 1.4 и 1.5. Эти таблицы составлены с учетом вида изоляции, площади сечения проводника, числа совместно прокладываемых токопроводящих жил, способов и условий прокладки сети.

Длительно допустимая сила тока для проводов марок

АПР, АПРТО, АПРВ. АП В, ПР, ПРТО, ПРВ, ПВ Таблица 1.4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Площадь сечения жилы, мм? | Провода, проложенные открыто (А) | | Провода, проложенные в одной трубе (А) | | | | | |
| два одножильных | | три  одножильных | | четыре одножильных | |
| Алюм. | Медь | Алюм. | Медь | Алюм. | Медь | Алюм. | Медь |
| 2.5 | 24 | 30 | 20 | 27 | 19 | 25 | 19 | 25 |
| 4 | 32 | 41 | 28 | 38 | 28 | 35 | 23 | 30 |
| 6 | 39 | 50 | 36 | 46 | 32 | 42 | 30 | 40 |
| 10 | 55 | 80 | 50 | 70 | 47 | 60 | 39 | 50 |
| 16 | 80 | 100 | 60 | 85 | 60 | 80 | 55 | 75 |

Длительно допустимая сила тока для кабелей марок:

АВРГ, АНРГ, АВВГ, АВРБГ, АНРБГ, АВВБГ Таблица 1.5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Площадь сечения жилы, мм2 | Одножильные, проложенные на открытом воздухе (А> | Двухжильные, проложенные | | Трехжильные, проложенные | |
| на открытом воздухе (А) | в земле  (А> | на открытом  воздухе (А) | в земле  (А) |
| 2,5 | 23 | 21 | 34 | 19 | 29 |
| 4 | 31 | 29 | 42 | 27 | 38 |
| 6 | 38 | 38 | 55 | 32 | 46 |
| 10 | 60 | 55 | 30 | 42 | 70 |
| 16 | 75 | 70 | 105 | 60 | 90 |

Пример расчета провода для питания электроплиты

Пусть предполагается проложить групповую однофазную линию, питающую стационарную кухонную электроплиту «Whirlpool» мощностью Р = 5,8 кВт. Проводка должна быть выполнена частично открыто, частично в пластмассовой трубе. Необходимо подобрать провода или кабели соответствующих марок и определить площадь их сечения.

**Определение характера помещения.** Пусть по наблюдениям установлено, что пары или конденсирующаяся влага выделяют­ся лишь временно, в небольших количествах, а Относительная влажность больше 60 %, но меньше 75 %. Относим помещение к категории влажных.

**Определение марки провода.** По приведенным в начале главы таблицам устанавливаем, что как непосредственно, так и в пластмассовых трубах во влажных помещениях можно прокла­дывать провода марок АПВ, АППВ.

Находим там же характеристики этих проводов: АПВ — про­вод с однопроволочной алюминиевой жилой в поливинилхлорид­ной изоляции; АППВ — провод плоский с двумя или тремя однопроволочными алюминиевыми жилами, расположенными параллельно, в поливинилхлоридной изоляции.

**Определение необходимого числа жил.** Известно, что к кон­тактам розетки штепсельного соединения стационарных плит присоединяют три провода (фазный, нулевой рабочий, нулевой защитный). Следовательно, предпочтение отдаем проводу мар­ки АППВ с тремя токоведущими жилами.

**Расчет силы тока.**

По условию решаемой задачи принимае,м Рр = 5,8 кВт, Силу тока находим по формуле

U = 220 В, cos <р = 1.

5800 л

• cos® = = 27 л

220

**Определение площади поперечного сечения жил по силе тока нагрузки.** По табл. 1.4 находим, **что** длительно допустимая сила тока для трех одножильных проводов, проложенных в одной трубе, составляет 28 А при площади поперечного сечения, рав­ной 4 мм2.

По табл. 1.6 находим, что, исходя из требуемой механической прочности проводов, групповые линии сети освещения, штеп­сельных розеток и распределительные линии силовой сети долж­ны иметь сечение для алюминиевых проводов не менее 2,5 мм2. Определенное по току нагрузки сечение (4 мм2) соответствует и требованию механической прочности провода.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сечение провода, мм2 | Алюминиевые  изолированные провода | | Медные  изолированные провода | |
| Открытая проводка | Закрытая проводка | Открытая проводка | Закрытая проводка |
| Ток, А | Ток, А | Ток. А | Ток, А |
| 0.5 | нет | нет | 11 | нет |
| 0.75 | нет | нег | 15 | нет |
| 1 | нет | нет | 17 | 15 |
| 1,5 | нет | нет | 23 | 17 |
| 2,5 | 24 | 19 | 30 | 25 |
| 4 | 43 | 28 | 41 | 35 |
| 6 | 39 | 32 | 50 | 42 |
| 10 | 60 | 47 | 80 | 60 |

Минимальные сечения проводов в жилых и общественных зданиях

Таблица 1.6

**Итоги расчетов:** электрическую проводку в рассматриваемом случае можно выполнить проводом марки АППВ, трехжильным, с площадью поперечного сечения каждой жилы 4 мм2.

Указания в проектах зданий марок кабелей

В проектах после марки указывают число токоведущих жил и их поперечное сечение.

**Пример I.** Надписи, на электрической схеме вводного устрой­ства для типового здания фермерского хозяйства:

ввод №1 2 АПВГ — (3,95 + 1,35);

ввод №2 2 АПВГ — (3,95 + 1,35):

означают, что используются две линии электропередачи., каждая из которых проложена с помощью двух кабелей АПВГ, четырехжильных, с полиэтиленовой изоляцией, в поливинилх­лоридной оболочке (3 жилы имеют площадь сечения по 95 мм2, четвертая жила — 35 мм2).

**Пример 2.** В пояснительной записке к типовому проекту дач­ного дома даны следующие указания:

« групповая сеть освещения выполняется скрыто проводом марки АППВС, прокладываемым в пустотах плит перекрытий, под штукатуркой по стенам и перегородкам, в винилпласти- ковых трубах поверх плит перекрытий при невозможности использования пустот плит перекрытий:

• распределительная сеть выполняется проводом марки АПВ в винилпластиковых и стальных тонкостенных трубах, прово­дом мирки ПВ в стальных тонкостенных трубах. Прокладка труб скрытая в подготовке пола, по стенам и перегородкам в штрабах.

По справочникам в этом случае находим, что провод АППВС — провод с поливинилхлоридной изоляцией на 380 В, плоский, трех­жильный с алюминиевыми жилами, для скрытой проводки под штукатуркой; провод АПВ — с алюминиевой токопроводящей жилой, с поливинилхлоридной изоляцией, одножильный на 380 В, предназначенный для прокладки в трубах, пустотах несгорае­мых строительных конструкций, в плинтусах.

Глава 2

Электроустановочные  
изделия в вашем доме

Розетки, выключатели, светорегуляторы, удлинители, монтажные коробки.

Назначение. Маркировка.

Разновидности. Устройство.

Условные обозначения степени защиты.

Советы по выбору, монтажу и использованию.

1. Маркировка  
   электроустановочных изделий

Определение

**Электроустановочные изделия —** общее название группы устройств, необходимых для комплектации электропроводки. Без них невозможен монтаж электрических проводок. В состав этой группы входят: защитные устройства, выключатели, ро­зетки, патроны для электрических ламп накаливания, патроны для люминесцентных ламп, электрические соединители (удлини­тельные шнуры, люстровые соединители, штепсельные вилки и т.д.), бытовые светорегуляторы, ответвительные и монтажные коробки.

Электроинструмент, защитные отключающие устройства, разделительные трансформаторы, электрифицированные маши­ны относятся к **электроустановочным аппаратам.**

Электроустановочные изделия, как и вся электропроводка, должны рассчитываться на эксплуатацию 20...30 лет. Однакоиз- за ненадежного крепления, повышенных нагрузок, производ­ственных дефектов или неудачной конструкции некоторые из устройств выходят из строя значительно раньше этого срока.

Чаше всего большинство неисправностей возникает в них либо в начальный период от проявления скрытых производ­ственных дефектов, либо после продолжительной работы в результате износа. Для выбора и приобретения новых электро­установочных устройств необходимо знать их основные типы, принципы и допустимые режимы работы, а также надежность выбираемых конструкций.

Маркировка корпусов электроустановочных изделий

Применение изделий в сетях с параметрами, превышающи­ми указанные на их корпусах характеристики, недопустимо. Разрешается применять, например, для сети напряжением 220 В электроустановочные изделия с маркировкой 380 В и 500 В. Однако при этом электроприемники должны соответство­вать параметрам сети. На патронах, выключателях и штепсель­ных розетках указаны наибольшие значения напряжения и тока ИЛИ МОЩНОСТИ.

Маркировка на корпусе схемы  
и основных рабочих положений

Кроме наибольших значений электрических величин (ток, напряжение, мощность) на выключателях и переключателях по­казаны схема соединений, а также положения «ВКЛЮЧЕНО» и «ОТКЛЮЧЕНО». На колодках зажимов вместо номиналь­ного тока написано максимальное сечение присоединяемых проводов, например, 4 мм2. Устройства, требующие заземления (зануления) корпуса, предназначенные для сырых помещений, у винта для заземления имеют надпись «ЗЕМЛЯ» или знак за­земления.

Маркировка на корпусе степени защиты

Электроустановочные изделия выполняют с различными степенями электробезопасности и защиты от посторонних тел, воды, воздействия окружающей среды. Защита от попадания посторонних тел обеспечивается корпусом или оболочкой и обо­значается латинскими буквами IP и двухзначным числом.

Его **первая цифра** указывает степень зашиты токоведущих частей от механического проникновения в них твердых предме­тов, а **вторая цифра —** от проникновения воды.

Если первая и вторая степени зашиты электроустановочного аппарата меньше 2, то их обычно не указывают.

О — защиты нет.

1. — размером от 50 мм.
2. — размером от 12 мм.
3. — размером от 2,5 мм.
4. — размером от 1 мм.
5. — защита от пыли.

0 — защиты нет.

1. — от вертикально падающих капель.
2. — от капель воды, падающих под углом 15
3. — от наклонно падающих брызг, угол наклона до 60
4. — от круговых брызг.
5. — от струи воды.

6, 7, 8 — более совершенные защиты.

Маркировка на корпусе по условиям  
электробезопасности

О — изоляция обеспечивает нормальную работу при номинальных напряжениях и их допустимых отклонениях.

01 — то же, но предусматривает заземление корпуса отдель­ным проводом, крепящимся к специальному заземляющему зажиму.

7 — то же, предусматривает заземление специальной жилой, размещенной в кабеле или шнуре.

1. — наличие двойной или усиленной изоляции, заземление не требуется.
2. — для цепей не более 42 В.

Маркировка на корпусе климатического исполнения

У -— для районов эксплуатации с умеренным климатом.

УХЛ — для районов эксплуатации с умеренным и холодным климатом.

О — общеклиматическое исполнение (для всех климатиче­ских зон, кроме холодных).

В — всеклиматическое исполнение.

**Класс защиты** указывается в технической документации изделия.

Таблица 2.1. Классификация основных видов электроустановочных устройств

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид устройства | Назначение электроустановочного устройства | Макс, значение эл. параметра | | |
| **и, в** | 1, А | Р, Вт |
| Патроны | | | | |
| Резьбовые | Установка ламп накаливания и газоразрядных ламп высокого давления, снабженных резьбовыми цоколями типов Е14, Е27 и Е40 | 250 | 16 | 2000 |
| Байонетные | Установка ламп накаливания, снабженных цоколями типов  В15/17, В15/18 и В15/19 | 250 | 4 | 100 |
| Для люминесцент­ных ламп | Установка люминесцентных ламп снабженных цоколями типов 5, 10 и 13 | 250 | 2,5 | 80 |
| Для стартеров люминесцен гньк ламп | Установка стартеров люминесцентных ламп | 250 | 2,5 | — |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид устройства | Назначение электроустановочного устройства | Макс, значение эл. параметра | | |
| **и, в** | 1, А | Р, Вт |
| Для проекционных ламп накаливания | Установка кварцевых галогенных ламп накаливания, снабженных цоколями типов 6,35 и 9,5 в кино-, диапроекторах и другой аппаратуре | 250 | 4 | 850 |
| Для трубчатых галогенных ламп накаливания | Установка галогенных ламп накаливания с цоколями типа 7 | 250 | 10 | 2000 |
| Выключатели и переключатели | | | | |
| Для открытой и скрытой установок | Коммутация электрической цепи | 250 | 10 | - |
| Для установки на проводах | Коммутация электрической цепи | 250 | 2.5 | — |
| Для встраивания в осветительные приборы | Коммутация электрической цепи | 250 | 10 |  |
| Переключатели для скрытой установки | Коммутация электрической цепи | 250 | 6.3 | - |
| Соединители электрические двухполюсные | | | | |
| Вилочные части электрических соединителей | Присоединение к питающей сети переносных электрических приемников | 250 | 25 | — |
| Розеточные части электрических соединителей | Присоединение к питающей сети переносных электрических приемников | 250 | 25 | — |
| Разветвители | Присоединение к питающей сети переносных электрических приемников | 250 | 6,3 | — |
| Удлинители- разветвители | Присоединение к питающей сети переносных электрических приемников | 250 | 6.3 | — |
| Для светильников с люминесцентными лампами | Присоединение к питающей сети переносных электрических приемников | 250 | 2.5 | — |
| Для светильников с лампами накаливания | Присоединение к питающей сети переносных электрических приемников | 250 | 10 | — |
| Предохранители однополюсные резьбовые | | | | |
| Для бытовой электросети | Защита сетей от перегрузок и токов короткого замыкания | 380 | 25 | — |
| Электроустановочные автоматы | | | | |
| Предохранители автоматические резьбовые | Защита сетей от перегрузок и токов короткого замыкания | 250 | 10 | — |
| Выключатели автоматические | Коммутация электрических цепей и отключение нагрузки через *заданное* время | 250 | 2,5 | — |

1. Электрические соединители

Назначение

**Штепсельные соединения** предназначены для включения однофазных и трехфазных электроприборов с номинальны­ми токами до 10 А в сеть напряжением 220 В и до 25 А в сеть 380 В. Сущность электрического соединения состоит в том, что в одной из групп контактного соединения присутствует **пружин­ный зажим.**

Разновидности

Двухполюсные штепсельные соединения выпускают с цилин­дрическими или плоскими контактами, трехполюсные — только с плоскими контактами. Штепсельные соединения с плоскими контактами имеют меньшие размеры и больший срок службы.

Кроме двухконтактных, применяют штепсельные соедини­тели с двумя питающими и одним заземляющим плоскими кон­тактами, изготовляемыми как для открытой, так и для скрытой установки, с двумя цилиндрическими питающими и одним плоским заземляющим контактом, расположенным в корпусе соединителя, трехполюсные — с тремя питающими и одним за­земляющим плоскими контактами.

Выпускаются штепсельные розетки для установки над плин­тусами (надплинтусные), которые в целях безопасности снабже­ны поворотной шайбой для подключения вилки только после ее поворота на определенный угол, что повышает их безопасность. Нижняя часть этих розеток выполняет функции ответвительной коробки. Для установки на электротехническом плинтусе приме­няют специальные штепсельные розетки с плоскими контакта­ми, рассчитанные на одновременное подключение двух вилок.

Кроме этого, в некоторых приборах зарубежного произ­водства конструкция вилочного соединителя отличается от отечественной (плоские штифты и т.д.). Для их применения нужно приобрести специальные **переходные устройства** (если их не было в комплекте оборудования). Изготавливаются как отдельные, так и спаренные (строенные) розетки, предназначен­ные для одновременного включения нескольких приборов.

**Внимание!** Суммарная мощность приборов не должна превы­шать допустимую токовую нагружу, проставленную на данной розетке.

Для включения электрических приборов в местах, где от­сутствует розетка, применяют **удлинители** или **удлинители-раз­ветвители** (на два или три направления). Условия безопасного их применения по классу защиты аналогичны условиям обык­новенного разветвителя. Шнуровую часть удлинителей следует размещать таким образом, чтобы они не создавали помех при перемещениях в квартире.

**Внимание!** Если в доме есть домашние животные, то не ис­ключены попытки перегрызть шнур удлинителя. Поэтому их нужно прокладывать в местах, недоступных для домашних животных.

**Гнезда розеточной части** соединителя защищают от доступа детей специальными пробками. Выпускаются также розетки с поворотной крышкой. Для включения вилки в такую розетку необходимо вставить штифты вилки в гнезда крышки и после поворота вилки вместе с крышкой штифты вставляются в то­коведущие части розетки. При извлекании вилки из розетки крышка под действием пружины возвратится в первоначальное положение, закрывающее токоведушие гнезда. Кроме этих, су­ществуют розетки с откидной крышкой на гнездах.

**Для бытовых электроприборов** со съемными шнурами при­меняют специальные приборные штепсельные розетки, у кото­рых нет доступных для прикосновения токоведущих деталей. На одном конце шнур имеет обычную вилку для включения в штепсельную розетку, на другом — штепсельную розетку с глубоко утопленными гнездами. Поэтому даже при включен­ной вилке не опасно прикасаться к приборной розетке. Розетка надевается на штырьки, торчащие из утюга, чайника и т.п., и полностью закрывает их.

Устройство

В старых конструкциях устойчивости контакта добивались **продольным разрезанием штифта на вилке.** При установке вилки в розетку разрезанные части штифта пружинили, и таким обра­зом контакт уплотнялся. В современных конструкциях штифты вилок изготавливают цилиндрической формы, а уплотнение контакта происходит за счет пружинящих гнезд розетки.

65

3 Зак 563

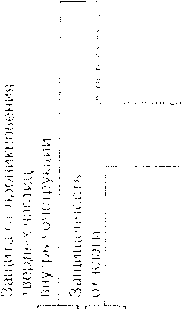
Внимание!

Старые розетки с новыми вилками не создают надежного кон­такта из-за отсутствия пружинящей части.

Штепсельные соединители состоят из розеточной и штеп­сельной частей с цилиндрическими, плоскими или комбиниро­ванными штифтовыми контактами. Между контактами должно быть определенное расстояние (19 мм для цилиндрических и 12,7 мм для плоских).

Розеточная часть комбинированных штепсельных соедините­лей (штепсельных розеток) позволяет подсоединять вилочную часть (вилки) как с цилиндрическими, так и плоскими контак­тами. Вилки, как правило, имеют неразборную конструкцию и запрессовываются на конце шнура, который входит в комплекты бытовых приборов и аппаратов. Для повышения безопасности цилиндрические контактные шнуры неразъемных вилок опрес­совывают у основания пластиком на длине 10 мм. Разборные вилки чаше всего используют для комплектации приборов не­бытового назначения, а также для замены неразъемных вилок, вышедших из строя.

Условные обозначения степени защиты розеток

Показатель защиты электроприборов IP. в том числе и розе­ток, состоит из двух цифр.

0 — защиты нет

1. — размером от 50 мм.
2. — размере?-’ от 12 мм.
3. — размером от 2,5 мм
4. — размером от 1 мм,
5. -- защита от *пыпи.*

Ь — полная защита от пыли

0 — защиты нет

1. — or вертикально падающих капель.
2. -- от капель воды падающих *под* углом 15
3. — от наклонно падающих боызг угон наклона до 60
4. -- от круговых брызг
5. — от водяных сгруй
6. — от мощных водяных струй,
7. — от временного погружений в воду
8. — ст продолжительного.’ погружения а воду

IP4 4

Таким образом, если в инструкции указан показатель 1Р44, это означает, что электророзетка защищена от частиц пыли раз­мером более 1 мм и брызг воды.

Показателя IP44 достаточно для установки розетки в ванной комнате или других местах с повышенной влажностью. Внутри у них стоят дополнительные резиновые прокладки.

Поэтому, установив в ванной розетку с повышенной защи­той, можно после принятия ванны просушить волосы феном. Но что касается мощных электроприборов, то для их подключения лучше всего использовать розетки с УЗО (устройством защитно­го отключения).

1. Выключатели и светорегуляторы

Назначение выключателей

Выключатели и переключатели служат для коммутации элек­трических цепей освещения и бытовых приборов и предназначе­ны для установки стационарно или в подвесном состоянии: для выполнения функций включения/выключения подачи электро­энергии; для переключения режимов работы разнообразных бытовых электроприборов; для создания оптимального уровня освещения.

Выключатели и переключатели различаются по числу по­**люсов** (1 или 2), исполнению (защищенные, герметические, в металлическом или пластмассовом корпусе), назначению (для открытой проводки и для утопленной установки при скрытой проводке).

Они бывают различной конструкции: поворотные, перекид­ные, одно- и двухклавишные, с тяговым шнурком. Имеющийся в продаже большой диапазон выключателей и переключате­лей, отличающихся конструктивными особенностями, а также разнообразное внешнее и цветовое оформление позволяет осуществить их подбор в соответствии с назначением, интерье­ром помещения, обеспечивая вместе с тем удобство и надеж­ность при эксплуатации.

Наибольший нормальный ток выключателей с обыкновен­ными контактами составляет 6 А. с металлокерамическими контактами — 10 А.

Особенности установки

Место установки выключателей зависит от их конструкции и характера помещения. Выключатели и переключатели для общего освещения устанавливают в доступных местах, обычно на стенах помещений, сбоку от дверных проемов со стороны дверной ручки на высоте не более 1.5 м.

Выключатели для светильников, установленных в сырых и особо сырых помещениях (в том числе и санузлах), рекомен­дуется выносить в смежные помещения с лучшими условиями среды. Выключатели для светильников, установленных в кладо­вых. вентиляционных камерах и других нормально запираемых помещениях, как правило, устанавливают перед входом в эти помещения.

В пожароопасных помещениях предусматривается установка выключателей, переключателей пыленепроницаемого исполне­ния, а при наружных установках — закрытого исполнения. Во взрывоопасных помещениях выключатели необходимо устанав­ливать вне этих помещений.

Назначение светорегуляторов

Светорегуляторы устанавливают и применяют вместо выключателей. Они по конструктивному исполнению могут монтироваться в коробку или в комплекте с удлинителем, ус­танавливаться непосредственно на осветительном приборе. Функциональная принадлежность этого прибора состоит в воздействии на форму кривой питающего напряжения. В ре­зультате этого воздействия усиливают или ослабляют (вплоть до выключения) интенсивность освещенности светильника. Регулировка происходит за счет поворота рукоятки на крышке прибора. Применение светорегуляторов позволяет создавать комфортную световую обстановку и существенно экономить потребляемую электрическую энергию, а также увеличить срок службы электрической лампочки.

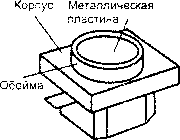
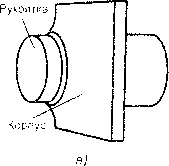
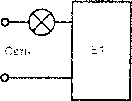
Принцип действия

Светорегулятор — бесконтактный прибор, с помощью кото­рого можно плавно регулировать освещенность в пределах от не­скольких процентов до практически полной величины. Потеримощности в светорегуляторе не превосходят примерно 1,5 % от мощности присоединенной к нему лампы. По сравнению с поте­рями мощности при других способах регулирования (например, с помощью регулируемого резистора) они ничтожны, благодаря чему применение светорегуляторов весьма перспективно.

Схема включения лампы Н1 через светорегулятор Е1 приве­дена на рис. 2.1.а. Не вдаваясь в подробности электрической схе­мы регулятора и принципа ее действия, обратимся к рис. 2.1.6, который наглядно показывает, благодаря чему с помощью све­торегулятора можно понизить (по сравнению с номинальным) накал лампы и, стало быть, создаваемую ею освещенность. На рисунке представлены две осциллограммы. Верхняя показы­вает изменение напряжения в электрической сети, к которой подключены лампа с регулятором, а нижняя — напряжения, подведенного непосредственно к лампе, включенной через све­торегулятор при одном из положений рукоятки (рис. 2.1.в) или обоймы (рис. 2.1.г).

Из рисунка видно, что нижняя синусоида оказывается как бы «срезанной» и, следовательно, напряжение на лампе понижено по сравнению с напряжением сети, а это значит, что лампа будет гореть с недокалом.

На рис. 2.1.в дан пример одного из вариантов исполнения такого выключателя. Светорегулятор смонтирован в корпусе и совмещен с выключателем. Для регулирования яркости рукоятку надо вращать, а для включения/отключения — нажимать. При­чем включение и отключение возможны при любом положении рукоятки.



б)

**Рис. 2.**1. Устройство и принцип действия светорегулятора

Выпускаются и переносные светорегуляторы, имеющие шнур с вилкой для включения их в сеть и, соответственно, розетку для включения светильника.

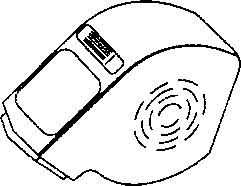
Применение светорегуляторов позволяет создавать комфортную световую обстановку и существенно экономить по­требляемую электрическую энергию, а также увеличивать срок службы электрической лампочки.

Сенсорный светорегулятор с выключателем

Рис. 2.1.г иллюстрирует одно из исполнений выключателя со светорегулятором, снабженным сенсорным (чувствитель­ным) приводом. В корпусе собрана электронная схема, сраба­тывающая при прикосновении к металлической пластине. При этом лампа включается. При следующем прикосновении схема возвращается в исходное состояние, и лампа гаснет. Яркость регулируют вращением обоймы. Есть также другой способ регу­лирования яркости: чем длительнее касание к пластине — тем «сильнее срезается» синусоида (см. рис. 2.1.6) и, следовательно, тем меньше яркость.

Сенсорный выключатель

Электрическая схема сенсорного выключателя может быть со­брана в основании настольной лампы. Чтобы зажечь (погасить)

лампу, достаточно прикоснуться к металлической детали основания. Пример применения сенсорного выключателя в сушителе для рук иллюстрирует рис. 2.2. Достаточно поднести руки к сушителю, как ав­томатически включаются нагрева­тель и вентилятор, расположенные в корпусе сушителя. При удалении рук от сушителя он автоматически отключается.

**Рис. 2.2.** Сушитель

Современные выключатели, светорегуляторы  
промышленного производства

1. | Выключатель «Сапфир-2503»

—?====£-J **Назначение.** Предназначен для расширения возможностей управления освещением. Позволяет плавно регулировать и запоминать выбранный уровень яркости света.

**Технические характеристики**

Рабочее напряжение...............................................220 В, 50 Гц

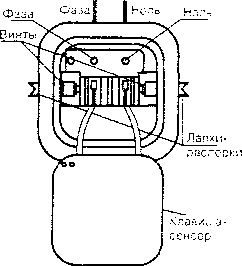
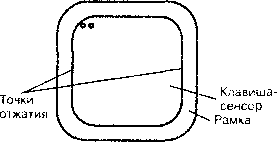
Минимальная мощность нагрузки 40 Вт

Максимальная мощность нагрузки 400 Вт

Габаритные размеры 80\*80\*40 мм

Управляется как вручную, так и дистанционно, с использованием лю­бого пульта от бытовой радиоэлектронной аппаратуры. Имеет систему «мягкого» включения, значительно продлевающую срок службы ламп на­каливания. Автоматически отключает освещение по истечении 12 часов. Имеет встроенную систему пассивной охраны, которая позволяет имити­ровать присутствие человека.

**Ручное (сенсорное) управление.** Осу­ществляется касанием всей ладонью (а не одним, двумя пальцами) клавиши- сенсора без усилия. Включение/выключе- ние освещения осуществляется одно­кратным кратковременным касанием клавиши-сенсора. Регулировка яркости освещения — удержанием ладони на клавише-сенсоре. Включение/выключение режима имитации присутствия — мно­гократным (6...8раз) включением.1 выклю­чением освещения до подачи звукового сигнала. Интервал между включением/ выключением не должен превышать 3 с. Мигание индикатора свидетельствует о включении режима имитации при­сутствия.

**Дистанционное управление.** Осу­ществляется любым пультом ДУ, направленным в сторону выключателя. Для вхождения в режим ДУ нажмите и удерживайте (2—3 с) любую кнопку пульта ДУ до подачи звукового сигнала.Для включения(выключения освещения войдите в режим ДУ, а затем отпу­стите и кратковременно нажмите любую кнопку пулыпа. Для регулировки яркости освещения войдите в режим ДУ, затем отпустите, нажмите и удерживайте любую кнопку пульта. Если, войдя в режим ДУ, вы не управ­ляете выключателем больше 3 с, выключатель подаст звуковой сигнал и выйдеп! из режима ДУ.

Колодка предохранителя расположена с обратной стороны

**Рис. 2.3.** Внешний вид и устройство выключателя «Сапфир»

**Имитация присутствия человека. В** этом режиме выключатель перио­дически включает и выключает освещение по специальной программе.

Включение,'выключение режима имитации присутствия производится многократным (6-8 раз) включением/выключением освещения до подачи звукового сигнала. Режим включен — индикатор мигает. Резким выклю­чен — индикатор горит постоянно.

**Внимание!**

Не забывайте выключать режим имитации присутствия!

|  |  |
| --- | --- |
| Причина | Способ устранения |
| Не светится светодиод | |
| Нет напряжения сети | Проверить наличие напряжения сети |
| Перегорел предохранитель | Заменить предохранитель |
| Перегорела лампа | Заменить лампу |
| Отсутствует сенсорное (ручное) управление | |
| Неправильное подключение проводов к клеммам выключателя | Поменять местами провода Фаза-Ноль в клеммах выключателя |
| Самопроизвольно включается и выключается освещение | |
| Включен режим имитации присутствия (индикатор мигает) | Выключить режим имитации присутствия |
| Отсутствует дистанционное управление | |
| Разрядились элементы питания пульта ДУ | Заменить элементы питания пульта ДУ |

Таблица 2.2.

Возможные неисправности

Назначение монтажных коробок

**Коробки** применяют для изоляции мест соединений, ответвле­ний проводов, кабелей осветительных и силовых сетей, а также для встраивания и крепления внутри них выключателей, пере­ключателей и штепсельных розеток при скрытой проводке.

**Для открытых проводок** применяют коробки защищенного, пыленепроницаемого и брызгозащищенного исполнения.

**Для скрытых проводок —■** только коробки защищенного исполнения. При работе, связанной с монтажом установочных устройств, неизбежно возникает вопрос о применении монтаж­ных коробок.

Разновидности монтажных коробок

**Коробки У419, У420** защищенного исполнения (пластмассо­вые) применяют для ответвлений и соединений проложенных открыто проводов марок АПН, ППВ, АППВ, АТПРФ сечением до 2,5 мм2.

**Коробки У409** пыленепроницаемого исполнения применя­ют для соединения и ответвления кабелей марок ВРГ, АВРГ, СРГ, АСРГ, АНРГ и др. сечением до 2,4 мм2, прокладываемых открыто (без труб) во взрывоопасных помещениях и наружных установках.

**Коробки КОР-73, КОР-74** в брызгозащишенном исполне­нии (пластмассовые) применяют для проводок, выполненных в сырых и пыльных помещениях кабелем с резиновой или пластмассовой изоляцией, и проводок в открыто проложенных неметаллических трубах с жилами сечением до 6 мм2.

**В металлических коробках У245** производят ответвления от силовой и осветительной магистрали, выполненной кабелем или проводами, закрепленными на проволоке диаметром до 8 мм, а также специальными тросовыми проводами сечением до 10 мм2.

**В металлических коробках У246** производят ответвления от силовой и осветительной магистрали, выполненной кабелем или проводами, закрепленными на проволоке диаметром до 8 мм, а также специальными тросовыми проводами сечением до 35 мм2.

**Стальные коробки У196** цилиндрической и **КП-4** прямо­угольной формы применяют для установки выключателей и штепсельных розеток.

**В пластмассовых коробках У191, У194 и У197, У198, КСТ-15** выполняют ответвления и соединения проводов марок **АППВ, АППВС, ППВ, ППВС, АПН, АПВ** и **ПВ,** проложенных скрыто. Эти коробки имеют стальной корпус и пластмассовую крыш­ку. Для выполнения соединения жил проводов и кабелей, *для* подключения установочной аппаратуры в коробках оставляют концы длиной 5...6 см.

Глава 3

Электросеть вашего дома и  
квартиры

Электросеть подъезда.

Ввод электроэнергии в многоквартирный дом. Присое­динения квартир к стоякам. Электрощитки.

**Электросчетчики и экономия электроэнергии.**

Назначение. Классификация и обозначения.

Особенности установки счетчиков.

Схемы включения счетчиков.

Устройство и принцип действия однофазного индук­ционного счетчика.

Условия надежной работы счетчиков и их ремонт.

**Электробезопасность вашей квартиры.**

Применение плавких предохранителей. Автоматичес­кие выключатели и предохранители. Принцип дей­ствия, области применения современных автоматов различных типов.

**Устройства защиты от поражения током.**

Принцип действия УЗО, режимы работы, схемы вклю­чения, маркировка на корпусе УЗО.

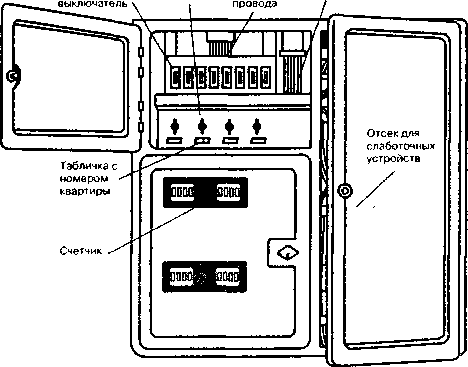
1. Подключение квартиры к электросети

Электроконструкции

**Электроконструкции —** общее название квартирных и этаж­ных групповых щитков: электрошкафов, вводно-распределитель­ных устройств (ВРУ), через которые электроэнергия вводится в дома по воздушным и кабельным линиям. Электроконструкции изготовляются на электротехнических заводах.

Нередко вместо этажных щитков применяют **совмещенные электрошкафы.** Пример электрошкафа дан на рис. 3.1. Шкаф имеет отсеки с отдельными дверцами. В **одном отсеке** располо­жены автоматические выключатели и выключатели, таблички с номерами квартир, **в другом,** запертом, — счетчики; **третий отсек** предназначен для слаботочных устройств: телефонов, радиотрансляционной сети и сети телевизионных антенн. **К каждой квартире** относятся один выключатель и два автома­тических выключателя: один — для линии общего освещения, другой — для линии штепсельных розеток. Если же в кварти­ре есть электроплита, то устанавливают три автоматических

**Автоматический Выключатель Квартирные Провода стояка**



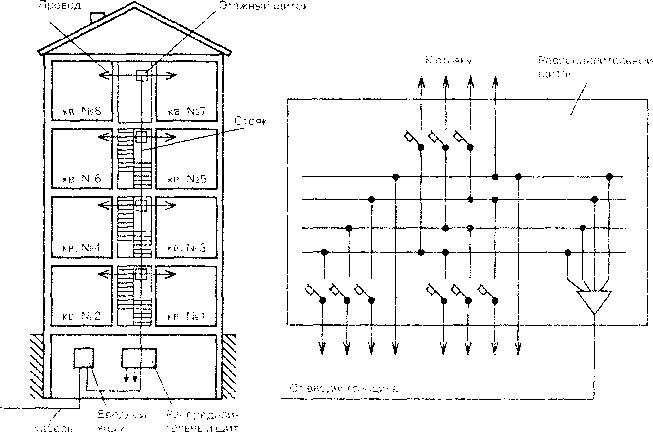
**Рис. 3.1.** Пример исполнения электрошкафа

выключателя, причем тот из них, который служит для защиты электропроводки к плите, имеет уставку 25 или 40 А в зависимос­ти от мощности плиты. На рисунке видны концы труб, в которых проложены провода, идущие в квартиры, и провода стояка.

В некоторых шкафах имеется штепсельная розетка с защит­ным контактом, к которой присоединяют уборочные машины.

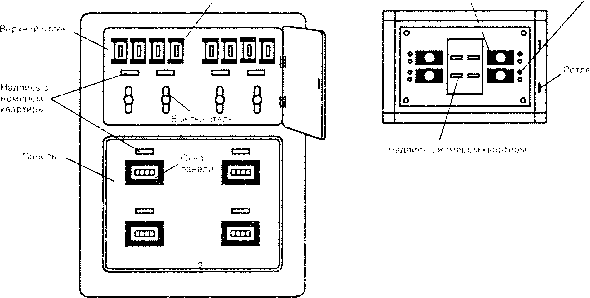
Ввод электроэнергии в многоквартирный дом

**В** больших домах питающий кабель входит во **вводной ящик,** который соединен кабелем с **распределительным щитом** (рис. 3.2). От него отходят стояки, прокладываемые вертикаль­но, например, по лестничным клеткам.



**Рис. 3.2.** Кабельный ввод в многоэтажный дом

К стоякам на каждом этаже присоединены этажные щитки (рис. 3.3), от которых провода расходятся по квартирам [12].



Айюматичесние выключатегя

Поедо<ранитель Отверстие д,.я ввода провода

**Рис. 3.3.** Примеры исполнения этажных щитков

В зависимости от размеров дома и его этажности, а также системы прокладки кабелей (в земле или коллекторе), вводы выполняются тем или иным способом. Почему? Потому что, **во-первых,** нагрузка 100-квартирного дома значительно меньше нагрузки 500-квартирного. Во-вторых, требования к электроснаб­жению пятиэтажного дома относительно невелики: в таких до­мах нет лифтов и хватает напора водопроводной сети. Оставлять же без электропитания лифты и водоснабжение 9-этажного и, тем более, 27-этажного дома совершенно недопустимо. По этим причинам в большие дома нередко вводится не один, а два и даже три кабеля со взаимным резервированием. Распределение электроэнергии между квартирами и общедомовыми нагрузками (лифты, насосы, общее освещение) довольно сложно. Его выпол­няют с помощью комплектных электротехнических устройств. Их размеры, места установки и способы крепления строго согла­сованы с конструкциями домов.

Современные квартирные щитки

Современная промышленность выпускает щитки в нескольких вариантах. Например, < ЭНЕРГОМЕРА» ([www.energomera.ru](http://www.energomera.ru)), производитель электротехнического оборудования, предлагает российским потребителям новую, более совершенную продук­цию, соответствующую мировым стандартам и отличающуюся продуманным дизайном. Речь идет о четырех сериях однофаз­ных учетно-распределительных внутриквартирных щитков ЩКУ1, ЩКУ2, ЩКУЗ, ЩКУ4; новых однофазных счетчиках ЦЭ6807Б и ЦЭ6807Б-Р и устройстве защитного отключения УЗО-ВАД2.

**Щитки серий ЩКУ1 и ЩКУ2** предназначены для распре­деления и учета электрической энергии в жилых помещениях, а также для защиты линий при перегрузках, коротких замыка­ниях и недопустимых утечках тока на «землю» в однофазных и трехфазных сетях напряжением 220 и 380 В, соответственно, ча­стотой 50 Гц и с глухозаземленной нейтралью. Приборы ЩКУ1 используются в сети, в которой ток короткого замыкания не пре­вышает 1500 А, для ЩКУ2 этот показатель составляет 3000 А.

Обе серии позволяют устанавливать счетчики как с механи­ческим, так и с электронным принципом действия. В частности, ЩКУ 1 и ЩКУ2 оборудуются новыми однофазными счетчика­ми ЦЭ6807Б. Кроме того, могут быть изготовлены щитки под автоматические выключатели и УЗО с любыми номинальными токами.

Приборы ЩКУЗ оборудованы счетчиком ЦЭ6807Б и УЗО-ВАД2 на ток до 63 А. Счетчик полностью соответствует требованиям ГОСТ 30207—94 (МЭК 1036) и защищает квартир­ные цепи от известных способов недоучета и хищения электро­энергии.

В щитках ЩКУ4 установлен малогабаритный электронный однофазный счетчик ЦЭ6807Б-Р, также защищенный от недо­учета и известных способов хищения электроэнергии. К его достоинствам относятся высокий класс точности— 0.2 (1,0), широкий нормируемый динамический диапазон по току нагруз­ки (от 0,05 до 60 А), высокая чувствительность (от 25 мА). При падении напряжения ниже 150 В считывание тока прекращает­ся. Преобразователь мощности в ЦЭ6807Б-Р построен на основе интегральных схем БИС собственной разработки кампании. Это позволило увеличить надежность электронного блока и умень­шить размеры счетчика. Все изделия серии ЩКУ4 комплекту­ются счетчиками с механическим отсчетным устройством или жидкокристаллическим индикатором.

Щитки ЩКУ4 могут монтироваться на стене или встраивать­ся в нишу. Благодаря креплению крышки к корпусу на регулиру­емых винтах, прибор легко установить даже на неровной поверх­ности. Высокая надежность позволила продлить гарантийный срок эксплуатации счетчика до 5 лет.

Варианты присоединения квартир к стоякам

На практике можно встретиться с различными вариантами присоединения к стоякам квартирных вводов.

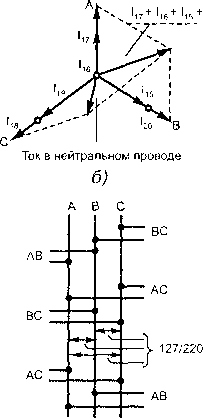
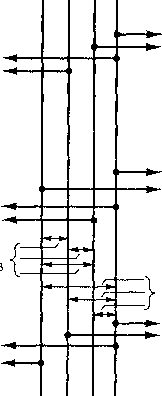
Вариант 1. Стояк имеет четыре провода: три фазы, обозна­чаемые буквами А, В, С, как показано на рис. 3.4.а, и нейтраль­ный N (нулевой) провод. Между каждой парой фаз (А - В. В - С и С - А) напряжение в 1,73 раза выше, чем между любой фазой и нейтралью (А - N. В - N). Значит, если между фазами 380 В, то между каждой фазой и нейтралью 380/1,73 = 220 В. Если между фазами 220 В, то между каждой фазой и нейтралью 220/1,73 = *127* В. В каждую квартиру вводят два провода: фазу и нейтральный провод. В этих проводах ток одинаков. Иначе и быть не может, так как проводов всего два, поэтому в любой момент времени один из них прямой, а другой — обратный.

Квартиры к разным фазам присоединяют по возможности равномерно. Так. на рис. 3.4.« из шести квартир к каждой фазе присоединено по две. Равномерное распределение нагрузки исключает перегрузку отдельных проводов стояка и обмоток трансформатора и, кроме того, дает возможность уменьшить ток в нейтральном проводе. Этот вопрос требует пояснений.

Из схемы видно, что вес квартиры присоединены к нейтральному проводу. Он для всех квартир является обрат­ным, поэтому через него должна проходить сумма всех токов. Но какая сумма? Не арифметическая, а геометрическая. Чтобы ее цайти, нужно изобразить нагрузки каждой фазы векторами, приняв их длины пропорциональными нагрузкам фаз; затем эти векторы следует расположить под углами 120° и по правилу параллелограмма сложить сперва нагрузку двух фаз, а затем, опять-таки по правилу параллелограмма, сложить найденнуюнагрузку двух фаз с нагрузкой третьей фазы. Пример такого сложения дан на рис. 3.4.6. Из него видно, что ток в нейтральном проводе получился меньшим, чем ток любого провода фазы А, В или С. При совершенно равномерной нагрузке фаз тока в ней­тральном проводе нет, поэтому его часто называют нулевым.

**Вариант 2.** В другом варианте (рис. 3.4.в), распространен­ном в старых домах, в стояке три провода. Между каждой па­рой проводов обычно напряжение 127 В. Здесь нейтрального провода нет.

**Вариант 3.** Могут встретиться трехпроводные стояки, где имеются две фазы и нейтральный провод (третья фаза с ней­тральным проводом вводится в другой подъезд).



**Рис.** 3.4. Распределение нагрузки между фазами

1. Электросчетчики и экономия  
   электроэнергии

Назначение

Для учета потребленной электроэнергии предназначены **счетчики активной энергии,** и для учета реактивной мощно­сти — **счетчики реактивной мощности.** Счетчики предназначе­ны для учета расхода электроэнергии в следующих типах сетей: в двухпроводных однофазных сетях; в трехпроводных трехфазных сетях без нулевого провода; в четырехпроводных трехфазных сетях с нулевым проводом.

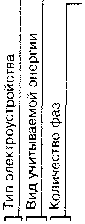
Классификация и обозначения

Счетчики электрической энергии в зависимости от их кон­струкции, назначения и схемы включения изготавливают раз­личных типов и маркируют буквами и цифрами.

С — счетчик

— А — активной энергии.

Р — реактивной энергии.

О — однофазный.

О

X

Q

§

§

2

**2 Ф** о S о

3 и *4* — для ?рехпроеодной или ^егырехпроводной сети.

У — универсальный.

И — индукционной измери!ельнои системы

I й

1

5

I

П — Г1рямоючный (для включения без трансформаторов тока}.

Т — в тропическом исполнении.

М — модернизированный.

Рабочие напряжения и максимальный ток, год изготовления, заводской номер

СА4- И672М380/220 В 5... 17 А,2002

**0**

**Пример.** Счетчик СА4-И672М 3801220 В 5...17 А, 2002 год — счетчик активной энергии трехфазный, индукционной измери­тельной системы, модернизированный, на линейное напряжение 380 В, ток в сети 5...17 А, изготовлен в 2002 году.

О точности счетчиков

Точность измерительных приборов определяется так на­зываемым классом точности. Наиболее распространенные квартирные счетчики имеют класс точности 2,5. Это значит, что совершенно исправный счетчик может учитывать на 2,5% больше или меньше его номинальной мощности.

**Пример.** Идеальный счетчик на 220 В, 5 А должен за I ч учесть: 220 х 5 -= 1100 Вт ч. Но, принимая во внимание класс точности, зравным нужно считать счетчик, учитывающий при тех же условиях: 1100 + (И00 х 2,5) : 100 = 1127,5 Вт-ч, и 1100 - <1100 х 2,5) : 100 = 1072,5 Вт-ч.

Исправный счетчик должен работать в пределах класса точ­ности при допустимых перегрузках. При малых нагрузках точ­ность показаний снижается, а при очень малых нагрузках диск исправного счетчика может не вращаться.

Особенности установки счетчиков

Счетчики должны быть непосредственного включения и иметь пломбу с клеймом госповерителя давностью на момент установки не более: трехфазные— 12-ти месяцев, однофаз­ные — 2-х лет. В жилых зданиях квартирного типа следует уста­навливать один однофазный счетчик на каждую квартиру.

В жилых домах, принадлежащих гражданам на правах личной собственности, допускается установка трехфазных счетчиков по специальному разрешению энергоснабжающей организации, при этом на осветительную нагрузку устанавлива­ется однофазный счетчик.

Подключение счетчиков в сеть производится в соответствии с принятой схемой (на внутренней стороне крышки зажимной коробки), соблюдая последовательность фаз. В сетях 220 В, в которых предусматривается длительная работа в режиме нерав­номерных нагрузок фаз, следует применять трехфазные четырех­проводные счетчики.

Для измерения и учета количества электроэнергии в одно­фазных сетях напряжением 220 В применяются однофазные счетчики типов СО-И446. СО-5У и др., в трехфазных трехпро­водных и чстырехпроводных сетях используются счетчики серий САЗ и СА4, а также счетчики реактивной энергии серии СР. В настоящее время в домах наиболее распространены счетчики типа СО-И446. Им на смену приходят электронные счетчики.

Щиток счетчика

На щитке счетчика написаны:

. обозначение, например, для квартирных счетчиков СО-2, СО-5 и т.п., где буквы СО — счетчик однофазный;

. наименование единицы учета электроэнергии, например, киловатт-часы;

. номинальное напряжение, например, 220 В, ток, например, 5 А, частота — 50 Гц;

. максимальный ток, при котором погрешность учета не вы­ходит из класса точности (см. ниже). Значения токов пишут в строчку;

~ шмер. На щитке написано 5—15 А. Это обозначает, что 5 А — номинальный, а 15 А — максимальный токи. В старых •тчиках значение максимального тока указано в скобках, на­пример, 5 (15) А. Если максимальный ток неуказан, то счетчик допускает двойную нагрузку по сравнению с номинальной.

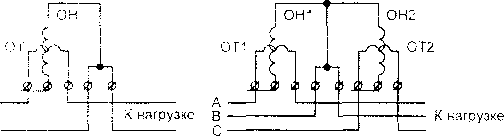
. класс точности — арабские цифры в кружке, например, 2,5;

* передаточное число счетчика, например 1 кВт-ч = 1250 обо­ротов диска. Дпя удобства счета числа оборотов на ребре диска имеется метка. Стрелка у прорези диска указывает направление вращения (слева направо), при котором по­казания счетного механизма увеличиваются;
* номер счетчика и год его изготовления.

Схема включения счетчика расположена на обратной сторо­не коробки с зажимами.

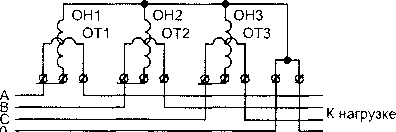
Схемы включения счетчиков

Счетчики имеют измерительные токовые обмотки ОТ и обмотки напряжения ОН. Токовые обмотки однофазных счет­чиков включаются в рассечку цепи непосредственно. Токовые обмотки трехфазных счетчиков в зависимости от номинального тока могут включаться в цепь непосредственно либо через транс­форматоры тока. Схемы включения счетчиков представлены на рис. 3.5.



ОТ — обмотка токовая

ОН — обмотка напряжения



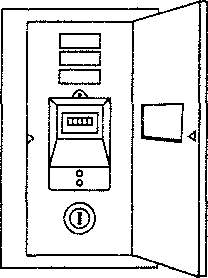
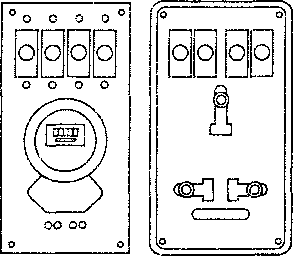
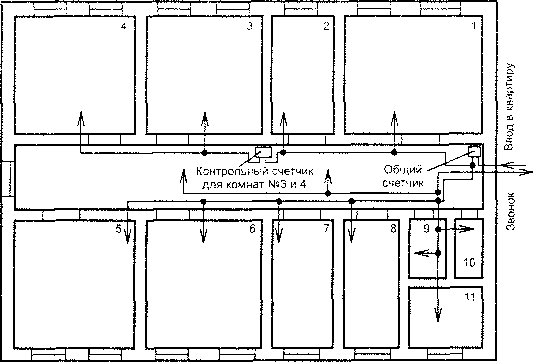
**Рис.** 3.5. Схемы включения счетчиков

Каким образом должен быть включен счетчик

На рис. 3.6 дан пример деления нагрузки в квартирах на группы и изображены два счетчика: общий — для всей квартиры и контрольный, учитывающий расход электроэнергии только двух комнат № 3 и 4. Подробная схема включения этих счетчи­ков приведена на рис. 3.7. Номера комнат, указанные на этой схеме, соответствуют рис. 3.6.

Общий счетчик учитывает расход электроэнергии во всей квартире, так как через его токовую обмотку 1 проходит ток всех потребителей. Контрольный счетчик учитывает расход только в комнатах № 3 и 4, так как через его токовую обмотку 2 проходит ток потребителей этих комнат.

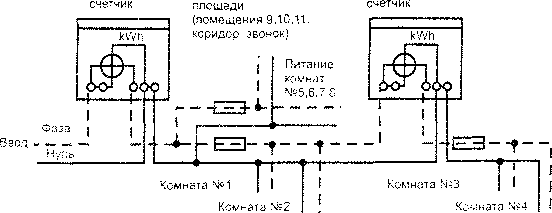
Обратите внимание: через токовую обмотку счетчика обя­зательно должна проходить фаза. Предохранители могут быть заменены автоматическими выключателями по любому из вариантов (рис. 3.8). Предохранители, показанные штриховой линией, после контрольного счетчика, строго говоря, не нуж­ны, но их обычно оставляют, так как они (или автоматические выключатели) уже имеются на стандартных квартирных щитках (см. рис. 3.6).

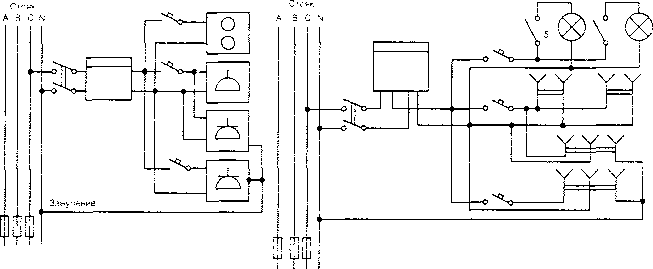
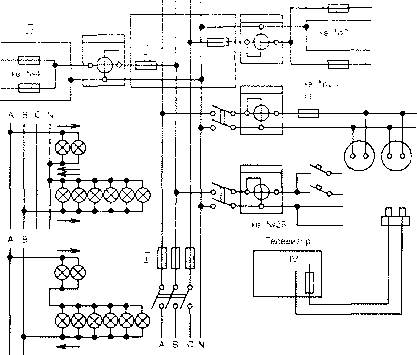


Рис, 3.6, Пример деления *нагрузки в квартирах на группы. Примеры щитков*

Общий Питание общей Контрольный

Рис. 3.7. Примеры включения счетчиков





Места установки предохранителей

Схема квартирной групповой сети

Схема квартирной групповой сети

современного дома и ее присоединение к стояку

и ее присоединение к стояку

**Рис.** 3.8. Схемы квартирных электросетей со счетчиками

Отличительные особенности счетчиков

Счетчики для однофазных сетей, или однофазные счетчики, применяются в основном на вводах в индивидуальные дома или в квартиры в многоквартирных домах. Схема счетчика показана на рис. 3.9.

Измерительная система индукционного счетчика содержит токовую обмотку, показанную толстой линией, и обмотку на­пряжения, показанную тонкой линией. По токовой обмотке про­ходит потребляемый ток, а обмотка напряжения подключается на напряжение между проводами сети. На счетчике имеются 86

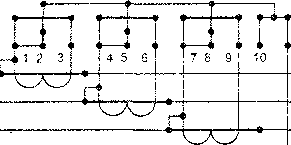
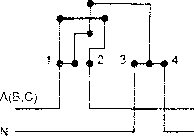
зажимы для присоединения проводов, идущих от сети питания, и проводов в сеть потребителя. На счетчике под стеклом на па­нели имеется прорезь для цифр счетного механизма и надписи о данных счетчика.

Обычно фазный провод присоединяется к зажиму 1, тогда нулевой должен присоединяться только к зажиму 3 (или 4), а не 2, потому что в последнего случае токовая обмотка окажется под напряжением, на которое она не рассчитана, и выйдет из строя.

Назначение зажимов следующее:

* вход — 1 и 3;
* выход — 2 и 4.

Трехфазные счетчики применяются в электроустановках, где используется трехфазный ток, а также на вводе установок, где используется однофазный ток, но подводятся три фазы, на­пример, в жилых домах и учреждениях. Обычно трехфазные счетчики не могут пропустить ток, потребляемый установкой, по­этому они применяются с трансформаторами тока. На рис. 3.10 показана схема счетчика, предназначенного для включения с трансформаторами тока в четырехпроводную сеть.



**Рис. 3.9.** Схема однофазного счетчика

**Рис. 3.10.** Схема трехфаэного счетчика

Как видно из схемы, токовые обмотки счетчика присоединя­ются ко вторичным обмоткам трансформатора тока через зажи­мы 1 и 3. 4 и 6, 7 и 9. Зажимы 1, 4, 7 присоединяются к фазам и к первым концам обмоток напряжения, вторые концы которых соединены вместе и присоединяются к нулевому проводу.

Могут быть трехфазные счетчики для непосредственного включения, а также счетчики для включения с трансформато­рами напряжения. Счетчики непосредственного включенияизготовляются на ток 5, 10, 20, 30, 50 А, а счетчики с трансфор­маторами тока, у которых первичный ток может быть различной величины в пределах от 10 до 10 000 А, вторичный ток —■ 5 А, изготовляются на ток 5 А.

Технические характеристики индукционных счетчиков

Данные некоторых счетчиков приведены в табл. 3.1.

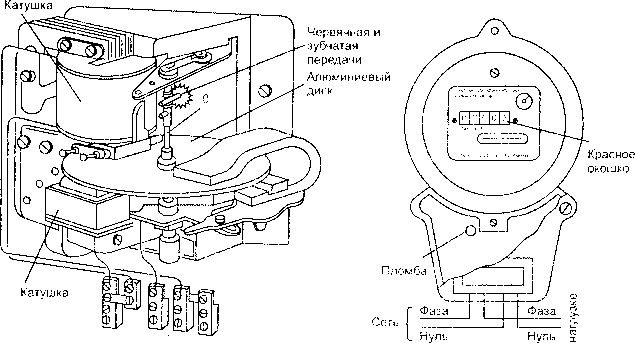
Таблица 3.1. Технические параметры индукционных счетчиков

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип счетчика | Класс точ­ности | Подключение токовой обмотки | Номинальный ток, А | Номин. напряжение, В |
| Однофазные счетчики активной энергии | | | | |
| СО-И446 | 2,5 | Непосредственно | 10...30 | 127...220 |
| СО-5У | 2,5 | Непосредственно | 10...30 | 220 |
| СО-ИБМ1 | 2,5 | Непосредственно | 10 | 220 |
| Трехфазные счетчики активной энергии | | | | |
| САЗ-И681 | 1 | Через трансформатор тока | Первичный 10.-.10000 Вторичный 5 | 220,380 |
| СА4-682 | 1 | Через трансформатор тока | Первичный 10...10000 Вторичный 5 | 220, 380 |
| СА4-И672Д | 2 | Непосредственно | 5, 10 | 220, 380 |
| СА4-И672Д | 1 | Через трансформатор тока | Первичный 20...15000 Вторичный 5 | 220, 380 |
| СА-ИБ60 | 2 | Непосредственно | 10 | 220, 380 |
| СА4У-ИТ12 | 2 | Через трансформатор тока | Вторичный 5 | 220,380 |
| Счетчики реактивной энергии | | | | |
| СР-И637Д | 3 | Непосредственно | 5, 10 | 220, 380 |
| СР-И637Д | 2 | Через трансформатор тока | Первичный 20...15000  Вторичный 1,5 и 5 | 220. 380 |

Устройство и принцип действия  
однофазного индукционного счетчика

Алюминиевый диск .может вращаться на оси 0. с которой через червячную и зубчатую передачи связан счетный механизм с цифрами, указывающими расход электроэнергии (рис. 3.11).

Так как счетчик должен учитывать **расход электроэнергии,** а он пропорционален произведению тока нагрузки I, напряжения U, подведенного к нагрузке, и времени t, в течение которого нагрузка включена, то конструкция счетчика должна иметь эле­менты, автоматически перемножающие I, U и t. В общих чертах это достигается следующим образом. Диск счетчика в конечном итоге вращается за счет электромагнитных сил, которые созда­ются **катушками.**



**Рис.** 3.11. Устройство и внешний вид однофазного индукционного счетчика

**Первая катушка** включается в сеть последовательно и соз­дает силу, пропорциональную току I. **Вторая** включается парал­лельно и создает сиду, пропорциональную напряжению U. По­этому частота вращения алюминиевого диска, расположенного между катушками, пропорциональна произведению U х I.

Если нагрузка равна нулю, диск неподвижен и показания счетчика не изменяются. При нагрузке диск вращается, причем тем быстрее, чем больше нагрузка. Время t автоматически учи­тывается, потому что чем дольше вращается диск, тем больший путь совершается обоймами счетного механизма, а на них напи­саны цифры, которые видны в окошечке на крышке счетчика.

На обоймах написаны цифры 0, 1,2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Обоймы закрыты щитком, и мы в его окошечках видим только по одной цифре на каждой из них. Допустим, что алюминиевый диск счетчи­ка начинает вращаться по стрелке, когда во всех окошечках видны нули. Наблюдая за счетчиком, мы увидим, как самый правый нуль поднимется и исчезнет, уступая место единице. Ее сменит двойка и т.д. А когда вместо девятки в окошечке снова появится нуль, то в соседнем окошечке слева окажется единица. Таким образом, пол­ному обороту первого диска, считая справа, соответствует 1/10 оборота второго диска, полному обороту второго — 1/10 оборота третьего и т.д.

Число зубьев червячной и зубчатой передач подобрано та­ким образом, что счетчик отсчитывает, как правило, киловатт- часы (цифры в черных окошечках) и их доли (цифры в красном окошечке).

Определение расхода электроэнергии

Определение расхода электроэнергии за данный промежуток времени производится при счетчиках без трансформаторов тока вычитанием начального показания счетчика из конечного пока­зания за данный промежуток времени.

Определение расхода электроэнергии за данный промежу­ток времени производится при счетчиках с трансформаторами тока — умножением этой разницы на коэффициент трансформа­ции трансформатора тока, что можно представить формулами:

Э - ГЕ - ГЕ и Э = (Пк. - ГЕ) х Кт,

где Э ■— расход энергии, кВт-ч, Пк, Пн — конечное и начальное показание счетчика, К.\_ — коэффициент трансформации трансфор­матора тока.

Что еще можно определить по счетчику

Во-первых, можно определить, имеются ли в данный момент где-нибудь в квартире включенные лампы или электроприборы. Если диск счетчика вращается, значит, имеются. Если непод­вижен — все (или практически все) выключено.

Во-вторых, какой мощности приборы сейчас включены. Пользуясь секундной стрелкой часов, определим, за сколько вре­мени диск совершит, например, 40 оборотов. Это легко сделать, так как на диске имеется зачерненная полоска, которая отчет­ливо видна в окошечке всякий раз, когда диск заканчивает один оборот и начинает следующий. Допустим, на 40 оборотов затра­чено 75 с. Затем читаем на счетчике, например, «1 кВт-ч — 5000 оборотов» и составляем пропорцию, исходя из следующего.

Если при 1 кВт-ч = 1000 х 3600 = 3600000 ватт-секунд (Вт-с) совершается 5000 оборотов, а при X Вт-с — 40 оборотов, то X = 3600000 X 40 : 5000 = 28800 Вт-с.

Зная, что 28800 Вт-с израсходовано за 75 с, нетрудно опреде­лить мощность включенных приборов. Для этого достаточно 28800 : 75 = 384 Вт.

**В-третьих,** какой ток проходит через счетчик. Разделив оп­ределенную только что мощность на номинальное напряжение сети, получим 384 Вт : 127 В = 3 А (или 384 : 220 = 1,74 А).

**В-четвертых,** можно узнать по счетчику, не перегружена ли сеть. Зная, какое сечение имеют провода, идущие от счетчика, легко определить длительно допустимый через них ток, напри­мер, 20 А. Умножив этот ток на номинальное напряжение сети, узнаем, какая ему соответствует мощность. В данном примере это 20 А х 127 В = 2540 Вт (или 20 А х 220 В = 4400 Вт). Зада­емся каким-нибудь промежутком времени, например, 30 с, и, перемножив 2540 и 30, узнаем, что счетчик должен отсчитать 2540 х 30 = 76200 Вт-с. Пусть на счетчике написано «1 кВт-ч — 5000 оборотов».

Следовательно, при 1 кВт-ч = 3600000 Вт-с совершается 5000 оборотов, а при 76200 Вт-с должно совершиться 76200 х 5000 : 3600000 = 106 оборотов. Итак, если провода не перегружены, то диск счетчика за полминуты делает не более 106 оборотов.

**В-пятых,** можно определить, не перегружен ли сам счет­чик. Пусть на нем написано «5—15 А, 220 В, I кВт-ч = 1250 оборотов». Максимальному току соответствуют мощность 15 х 220 = 3300 Вт, расход электроэнергии за 30 с: 3300 х 30 = 99000 Вт-с и 99000 х 1250 : 3600000 = 34 оборота диска. Значит, если за 30 с диск сделает не более 34 оборотов, то счетчик не перегружен.

Условия надежной работы счетчиков и их ремонт

Счетчик должен обладать определенной точностью. Про­верить ее можно только в электротехнической лаборатории, а право проверки и пломбирования счетчиков дано не всякой лаборатории. Однако есть признаки, по которым можно оценить работу счетчика и в домашних условиях.

При отключении нагрузки диск счетчика должен останав­ливаться, совершив не более одного оборота. Если же диск без нагрузки продолжает вращаться (под действием напряжения, поданного на зажимы его параллельной обмотки), значит, имеет место самоход — счетчик неисправен.

Самоход легче всего определить ночью, потому что ночью сеть мало нагружена и напряжение поэтому немного повышено. При проверке на отсутствие самохода иногда допускают ошибки:

• чтобы видеть счетчик, в коридоре включают свет, т.е. нагружают счетчик;

. забывают отключить радиоприемник и телевизор:

. оставляют включенным в сеть холодильник. А ведь электродви­гатель холодильника может автоматически включиться в любой момент и нагрузить счетчик. Звонок при проверке отключать не нужно, так как создаваемая им нагрузка очень мала.

Жужжание счетчика, если оно не сопровождается самохо­дом, не является признаком неисправности.

Сильные искажения показаний счетчика также можно обна­ружить в квартире. Первым их признаком служит повышенный счет за электроэнергию. В мае. например, было израсходовано 120 кВт-ч. В июне дни длиннее, кроме того, 12 июня выехали на дачу. И нетрудно прикинуть, что ожидаемый расход за июнь не должен превышать 60 кВт-ч. А счетчик, тем не менее, показал 95 кВт-ч, т.е. явно много.

Проверили самоход —- самохода нет. Попробуем тогда посту­пить следующим образом. Включим лампы такой мощности, чтобы счетчик был нагружен примерно наполовину. Вычислим, сколько оборотов должен совершать диск, и, наконец, сравним фактиче­ское число оборотов с вычисленным.

Пример.

зть на счетчике написано: «5 А. 127 В, 1 кВт-ч — 5000 обо- ротон». Значит, полная нагрузка 5 А х 127 В = 635 Вт. Для ис­

пытаний нужна примерно половина нагрузки, т.е. 300...350 Вт. Ее легко получить, включив люстру из пяти ламп по 60 Вт и настольную лампу на 40 Вт.

Итак, нагрузка 5 х 60 + 1 \* 40 = 340 Вт. Количество энер­гии, расходуемое за минуту, 340 Вт х 60 с = 20400 Втс. А если I кВт-ч = 3600000 Вт с соответствует 5000 оборотов, значит, при 20400 Вт с должно совершиться 5000 х 20400: 3600000 = 28 оборотов.

Допустим, что диск за 1 с совершил 40 оборотов, т.е. больше, чем следует, в 40: 28 = 1,43 раза. Значит, счетчик явно завышает **показания.**

В завершении скажу **о требованиях к** устройствам, содер­жащим счетчики. Они должны устанавливаться в сухих по­мещениях, не содержащих агрессивных примесей в воздухе, с температурой в зимнее время не ниже 0 °C.

Счетчики не разрешается устанавливать в помещения, где температура часто может быть выше +40 °C. В зимнее время раз­решается подогрев счетчиков электрическими нагревателями, но так, чтобы температура у счетчиков была не выше +20 °C.

Осмотр и ремонт счетчиков допускается производить лицам и организациям, уполномоченным на это. Некоторые отказы счетчи­ков приведены в табл. 16.2.

Примеры отказов счетчиков Таблица 3.2

|  |  |
| --- | --- |
| Причина | Устранение |
| Не вращается счетный механизм | |
| Диск зажимается выдавленным стеклом счетчика | Приклеить стекло, сняв крышку корпуса |
| Нарушение контактов в зажимах присоединения счетчика | Переделать зажимы |
| Механизм вращается при отсутствии нагрузки — самоход счетчика | |
| Неисправности внутри счетчика | Счетчик сдать в ремонт |
| Диск вращается с перерывами, треск внутри счетчика | |
| Окисление слабых зажимов присоединения проводов к счетчику | Зачистить зажимы на счетчике или перезаделать зажимы, откусив плоскогубцами окисленные концы проводов |
| Сгорание изоляции катушек счетчика | |
| Перегрузка счетчика | Счетчик сдается в ремонт |
| Неправильное присоединение к счетчику |
| 1 Перенапряжения, в том числе грозовые |

1. Как обеспечить  
   электробезопасность вашей квартиры

Почему важна электрическая защита

Когда профессору Сергею Петровичу Капице задали вопрос, без какого достижения современной цивилизации он не представляет себе жизни, последовал ответ: «Без электричества». **Это великое благо для человечества, но благо достаточно опасное.** Его ис­пользование во всех областях деятельности человека, резкое увеличение количества электроприборов в быту и на производ­стве естественным образом повлекли за собой повышение опас­ности поражения человека электрическим током. Поэтому не удивительно, что вслед за расширением использования электри­ческой энергии в промышленности и быту развивалась и система обеспечения электробезопасности или электрической защиты.

**Электрическая защита** необходима для того, чтобы безопас­но эксплуатировать домашнюю электросеть, не допуская пора­жения человека электрическим током, возгораний, повреждения электротехники грозовыми разрядами. В общем, электрическая защита — понятие комплексное. Задача защитных устройств — отключить напряжение в кратчайший срок при нарушении па­раметров сети. Какие устройства для этого применяются?

**Для защиты человека от смертельного исхода** при прикос­новении к корпусу неисправного электроприбора служит УЗО. Функционально **устройство защитного отключения (УЗО)** мож­но определить как быстродействующий защитный выключатель, реагирующий на дифференциальный ток в проводниках, подво­дящих электроэнергию к защищаемой электросети.

Принцип действия защитного отключения

Устройства защитного отключения, реагирующие на дифферен­циальный ток, наряду с устройствами защиты от сверхтока относятся к **дополнительным видам защиты** человека от поражения при косвенном прикосновении, обеспечиваемой путем автомати­ческого отключения питания. Защита от сверхтока (при приме­нении защитного зануления) обеспечивает защиту человека при денном прикосновении»— путем отключения автоматическими *1ч* 1оючателями или предохранителями поврежденного участка ие' ш при коротком замыкании на корпус.

При малых токах замыкания, снижении уровня изоляции, а также при обрыве нулевого защитного проводника зануление к; достаточно эффективно, поэтому в этих случаях УЗО явля- . ,ся единственным средством защиты человека от электро- :юпажения.

В основе действия защитного отключения, как электрозащит- ного средства, лежит принцип ограничения продолжительности щ отекания тока через тело человека (за счет быстрого отклю­чения) при непреднамеренном прикосновении его к элементам электроустановки, находящимся под напряжением. Из всех из­вестных электрозашитных средств УЗО является единственным, обеспечивающим защиту человека от поражения электрическим нэком при прямом прикосновении к одной из токоведущих ча- с гей.

Вспомогательным, но не менее важным свойством УЗО является его способность осуществлять защиту от возгорания и пожара, возникающих вследствие возможных повреждений изоляции, неисправностей электропроводки и электрооборудо­вания. Ведь более трети всех пожаров происходят по причине возгорания электропроводки в результате нагрева проводников по всей длине, искрения, горения электрической дуги на каком- ■щбо элементе, вызванных токами короткого замыкания.

Короткие замыкания, как правило, образуются из-за дефек- юз изоляции, замыканий на землю, утечек тока на землю. УЗО, реагируя на ток утечки на землю или защитный проводник, за­благовременно, до развития КЗ, отключает электроустановку от источника питания, предотвращая тем самым недопустимый нагрев проводников, искрение, возникновение дуги и возможное последующее возгорание.

Защита от последствий короткого замыкания

Последовательно с УЗО для зашиты от возгорания при КЗ иди перегрузке в электросети устанавливаются пробки, авто­матические выключатели. Принцип их действия и устройство подробно рассмотрены далее.

Рассмотрим, **откуда может возникнуть КЗ?** Естественно по­ставить перед собой вопрос: в чем проявляется нагрузка, напри­мер, проводов? Что может перегружаться и изнашиваться, если нет механического движения? Что и от чего нужно защищать? Чтобы ответить на эти вопросы, вспомним, как включена лампа. К ней присоединены два провода. По одному из них ток подхо­дит к нити, по другому — возвращается в сеть. Чтобы направить ток именно по этому пути, провода друг от друга изолированы.

Мы можем безопасно вводить в наши квартиры электро­энергию, включать и отключать лампы и приборы по нашему усмотрению именно потому, что в электросети применяются не только проводники и не только изоляция, а правильное и глубо­ко продуманное сочетание тех и других. Без проводников нельзя подвести ток к лампам и приборам. Без изоляции (резина, пряжа, бумага, пластмасса) нельзя ни направлять электроэнергию по нужным путям, ни выключать ток.

Изнашивается в электроприборах и проводке в основном **изоляция.** Резина, например, высыхает, растрескивается и осы­пается, пряжа и бумага обугливаются, пластмассы оплавляются и размягчаются. Но все это происходит при достаточно высокой температуре. Пока эта температура не превышена (для резины, например, 65 °C), изоляция работает устойчиво и надежно и служит достаточно долго.

Причиной повышения температуры изоляции является **нагрев проводников,** которые она окружает. А проводники на­греваются потому, что проходящий через них ток преодолевает их электрическое сопротивление, на что расходуется электро­энергия, которая и переходит в теплоту.

Температура одного и того же провода зависит от силы тока, проходящего по нему, называемого в электротехнике нагрузкой. Чем нагрузка больше, тем провод горячее. Ток не должен нагревать провод выше допустимой температуры. Ток, вызывающий чрезмерный нагрев, является **перегрузкой.**

Нужно знать, что перегрузки очень резко сокращают срок службы. Достаточно, например, всего на 10 °C повысить темпе­ратуру катушки электромагнита по сравнению с расчетной, что­бы срок ее службы сократился вдвое. При больших перегрузках изоляция быстро разрушается (перегорает), и между проводами возникает короткое замыкание.

*С* крайней опасностью перегрузок и КЗ столкнулись еще пер­вые электротехники. Поэтому в числе самых первых, самых не­обходимых аппаратов (рубильников, патронов) были созданы и простейшие предохранители — приспособления, автоматически прерывающие ток при длительных перегрузках и практически мгновенно — при коротких замыканиях.

Чтобы разобраться, на чем основана защита и как содержать ее в исправном состоянии, нужно отдать себе отчет во взаимной связи некоторых явлений.

Количество теплоты и температура

**Количество теплоты,** выделяющейся в проводнике при про­хождении по нему тока, пропорционально квадрату силы тока, сопротивлению проводника и времени прохождения тока.

Значит, чем дольше включены лампы, приборы, провода, тем больше теплоты в них выделяется. При этих условиях, казалось бы, и температура должна непрерывно возрастать. Однако из повседневного опыта каждый знает, что это не так.

Накал лампы не увеличивается с течением времени, плитка при включении в сеть действительно накаляется постепенно, но, достигнув определенного накала, больше не разогревается. В чем же здесь дело?

Дело в том, что одновременно с нагреванием всегда происхо­дит охлаждение, причем чем выше температура, тем охлаждение интенсивнее. Поэтому рост температуры постепенно замедляет­ся и, наконец, при некоторой температуре наступает равновесие: сколько теплоты выделяется, столько же и отводится.

Как же поступить, если температура слишком высока, а нагрузку снизить нельзя? Здесь есть два пути: либо улучшить охлаждение, либо уменьшить, количество выделяющейся тепло­ты. Но так как устраивать вентиляцию для охлаждения проводов и приборов практически невозможно, то идут по второму пути. При этом уменьшать можно только сопротивление, но не ток (это значило бы ограничить величину потребления электроэнергии) и не время (это значило бы отключить потребителей раньше, чем нужно).

А уменьшить сопротивление можно просто: либо вместо алюминиевых проводов взять медные, так как медь лучше про­водит электричество, либо увеличить поперечное сечение про­водов. Так обычно и поступают, руководствуясь нормами, где указаны предельные нагрузки для проводов каждого сечения.

Температуры различных частей одной и той же цепи

На рис. 3.12 изображена электрическая цепь, во всех частях которой, т.е. и через провода, и через лампу, проходит один и тот же ток. Однако нить лампы раскалена до 2500 °C, а прово­да холодные. Почему? Потому что, во-первых, сопротивление нити велико (1936 Ом), а проводов мало (2,5 Ом), значит, в нити выделяется в 1936 : 2,5 = 775 раз больше теплоты. Во-вторых, масса нити мала и сосредоточена в небольшом пространстве, масса проводов значительно больше и провода растянуты на 100 м. Значит нить охлаждается плохо, а провода хорошо. Одним словом, в одной и той же цепи могут быть участки, имеющие различные температуры.

 1=4 00 м

25 Вт

1936 0м

2500°

I Й=2ДОм

2 L \_ ~ 0,1 ТЗА

22с

**Рис. 3.12.** Температура на ® 2Qe

различных участках цепи

Необходимые термины

Рассмотрим некоторые термины, которые могут понадобиться при рассмотрении материала этой главы, а также назначение при­меняемых устройств.

**Автоматические выключатели** предназначены для бытового и промыш­ленного применения для зашиты однофазных и трехфазных цепей с номи­нальным током защиты от 0,5 А до 125 А.

**Кнопки и посты кнопочные** предназначены для дистанционного управ­ления реверсивными и нереверсивными электромагнитными пускателями и контакторами электрических талей с односкоростными и двухскоростны­ми электродвигателями в электрических цепях управления напряжением до 220 В постоянного тока и до 660 В переменного тока частоты 50 и 60 Гц.

**Контакторы** предназначены для частых (до нескольких тысяч в час) дистанционных коммутаций электрической цепи при нормальном режиме работы. Маркировка контакторов переменного тока буквенно-цифровая. Первые две буквы КТ обозначают контактор переменного тока, третья буква П— включающая катушка питается постоянным током. Первые две цифры обозначают серию контактора. Третья цшрра от 1 до 6 шифру­ет величину контактора, которая обуславливает его номинальный ток.

**Концевые и пакетные выключатели** предназначены для установки в электрических цепях управления, в автоматических линиях, станках-ав­томатах напряжением до 220 В постоянного тока и до 660 В переменного тока частоты 50 и 60 Гц.

**Магнитные пускатели** предназначены для дистанционного управления (пуска, останова и реверса) и защиты от перегрузок асинхронных двигате­лей. Пускатель состоит из контактора и теплового реле. В маркировке пускателя используются буквенные сочетания, обозначающие серию пуска­телей. Первая цифра от 0 до б обозначает величину пускателя и шифрует его номинальный ток. Сочетание остальных цифр указывает на степень защиты от воздействия внешней среды, наличие режима реверса, теплово­го реле, кнопок управления и др.

**Предохранители плавкие** предназначены для защиты электрооборудо­вания промышленных установок и электрических сетей от перегрузок и коротких замыканий. Номинальное напряжение — 380 В переменного тока частоты 50, 60 Гц и 220 В постоянного тока.

**Рубильники** предназначены для включения, пропускания и отключения переменного тока номинальным напряжением до 660 В, номинальной час­тоты 50 и 60 Гц и постоянного тока номинальным напряжением до 440 В в устройствах распределения электрической энергии.

**Устройства защитного отключения** (УЗО) предназначены для за­щиты людей от поражения электрическим током при неисправностях электрооборудования или при непреднамеренном контакте с открытыми токопроводящими частями электроустановок, а также для предотвра­щения возгораний и пожаров, возникающих вследствие протекания токов утечки и замыканий на землю.

Современные требования безопасности распределения электроэнергии предполагают защиту от утечки тока. При выборе УЗО важно оценить вид утечки тока, возможную величину тока утечки, а также номиналь­ное значение тока нагрузки (до 80 А). УЗО выпускаются в двухполюсном и четырехполюсном исполнении для переменного-пульсирующего и пере­менного тока утечки. Ток утечки 30 мА рекомендуется для защиты от поражения человека электрическим током, ток утечки 1.00 мА, 300 мА, 500 мА — для отключения при механическом повреждении кабеля электро­передачи.

**Щиты квартирные** предназначены для распределения и учета электри­ческой энергии, также для защиты исходящих линий при перегрузках, ко­ротких замыканиях и недопустимых токах утечки на землю в однофазных и трехфазных сетях с глухозаземленной нейтралью.

1. Плавкие предохранители

Определение и назначение

**Плавкий предохранитель —** это коммутационный электри­ческий элемент, предназначенный для отключения защищаемой цепи путем расплавления защитного элемента. Изготовляют плавкие элементы из свинца, сплавов свинца с оловом, цинка, меди. Предназначены для защиты электрооборудования и сетей от токов короткого замыкания и недопустимых длительных пе­регрузок.

Режимы работы предохранителя

Работа предохранителя протекает в двух резко различаю­щихся режимах: в нормальных условиях; в условиях перегрузок и коротких замыканий.

**Первый этап — работа в штатном режиме сети. В** нор­мальных условиях нагрев плавкого элемента имеет характер установившегося процесса, при котором все выделяемое в нем количество теплоты отдается в окружающую среду. При этом, кроме элемента, нагреваются до установившейся температуры и все другие детали предохранителя. Эта температура не должна превышать допустимых значений.

Силу тока, на которую рассчитан плавкий элемент для дли­тельной работы, называют номинальной силой тока плавкого элемента (11ЮМ). Она может быть отлична от номинальной силы тока самого предохранителя. Обычно в один и тот же предо­хранитель можно вставлять плавкие элементы на различные номинальные значения силы тока.

Номинальная сила тока предохранителя, указанная на нем, равна наибольшему значению тока плавкого элемента, пред­назначенного для данной конструкции предохранителя. При номинальной силе тока избыточное количество теплоты вслед­ствие теплопроводности материала элемента успевает распро- 100

страниться к более широким частям, и весь элемент практически нагревается до одной температуры.

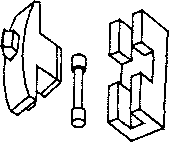
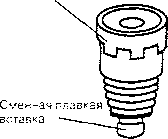
**Второй этап — возрастание силы тока в сети. Чтобы** зна­чительно сократить время плавления вставки при возрастании силы тока, элемент выполняют в виде пластинки с вырезами, уменьшающими ее сечение на отдельных участках. На этих су­женных участках выделяется большее количество теплоты, чем на широких.

При коротком замыкании нагревание суженных участков про­исходит настолько интенсивно, что отводом количества теплоты практически можно пренебречь. Плавкий элемент расплавляется («перегорает») одновременно во всех или в нескольких суженных местах, причем сила тока в цепи при коротком замыкании не успевает достичь установившегося значения.

В момент расплавления элемента в месте разрыва цепи возни­кает электрическая дуга. Гашение дуги в современных предохрани­телях происходит в ограниченном объеме патрона предохранителя. При этом плавкие предохранители делают такими, чтобы жидкий металл не мог повредить окружающие предметы.

Общее устройство и конструкция

В общем случае современный предохранитель состоит из двух основных частей: фарфорового основания с металличес­кой резьбой; сменной плавкой вставки (рис. 3.13).



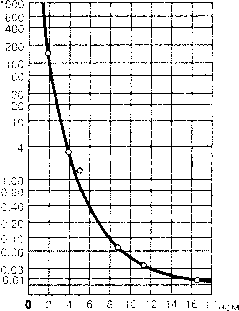
Фарфоровое основание с металлической резьбой

**Рис.** 3.13. Общий вид предохра­нителя со сменной вставкой

**Рис. 3.14.** Конструкция плав­кого предохранителя

Плавкая вставка такого предохранителя рассчитана на но­минальные токи 10,16,20 А. По своей конструкции предохрани­тели могут быть резьбового типа (пробочные) или трубчатые. На рис. 3.14 представлен предохранитель ППТ-10 с плавкойвставкой ВТФ (вставка трубчатая фарфоровая) на 6 или 10 А для установок до 250 В. Основание пластмассовое, крепится к несущей конструкции винтом. Внутри трубки (ВТФ) находится сухой кварцевый песок. Трубка устанавливается в отверстие крышки предохранителя. К основным параметрам предохрани­телей относятся: номинальный ток; номинальное напряжение; предельно отключаемый ток.

Принцип действия



Плавкая вставка при протекании ио ней тока нагревается. Во время протекания через нее большого тока за счет перегрузки или короткого за­мыкания опа перегорает. Время пере­горания предохранителей зависит от силы тока, проходящего через нить. Так, при коротком замыкании пре­дохранители перегорают достаточно быстро и в этом наиболее опасном случае служат простой, дешевой и надежной защитой. Чтобы при перегорании плавкой вставки в пре­дохранителе не проявилось опасное явление электрической дуги, вставка помещается в фарфоровую трубку.

Предохранитель

Рис. **3.15.** Принцип действия  
плавкого предохранителя при КЗ

**Пример.** Введем в цепь на рис. 3.15 предохраняющий уча­сток длиной 30 мм из медной проволочки диаметром 0,2 мм.

**Рис. 3.16.** Времятоковая ха­рактеристика предохра­нителей серии ПН-2

Площадь ее поперечного сече­

ния:

S = л хг: = П/4 х d- = 3,14 х 0,22: 4 = 0.0031 мм2.

Сопротивление предохраняющего участка составляет 0.029 Ом. За­тем мысленно выделим участок такой же длины, сопротивление рабочего алюминиевого провода сечением 2,5 мм2 такой же длины равно 0,00063 Ом. Так как при равных условиях количество теплоты пропорционально сопротивлению, в проволочке предохранителя выделится в 0,029: 0,00063 = 46 раз больше теплоты.

**Выводы.** При длительно допустимом для данного провода токе он на­гревается умеренно, а температура проволочки значительно выше, но она при этом не перегорает. При коротком замыкании проволочка настолько быстро нагревается, что перегорает. За это время рабочий провод не успе­вает нагреться до температуры, опасной для его изоляции.

Важнейшая характеристика предохранителя — зависимость времени перегорания плавкого элемента от силы тока — времято- ковая характеристика представлена на рис. 3.16.

Достоинства плавких предохранителей

1. Время перегорания предохранителей зависит от силы тока, проходящего через него. Так, при коротком замыкании, когда ток очень велик, предохранители перегорают достаточно быстро и в этом наиболее опасном случае служат простой, дешевой и на­дежной защитой.
2. В большинстве плавких предохранителей предусмотрена воз­можность безопасной замены плавкой вставки под напряжением.

Недостатки плавких предохранителей

1. Если ток в цепи незначительно превышает допустимый, плав­кие предохранители плохо выполняют защитную роль.

**Примеры.** При перегрузках до 30 % срок службы проводки за­метно сокращается, а предохранители не перегорают. При больших величинах перегрузок (до 50...70 %) время перегорания предохранителей составляет от минуты до десятков минут. За это время изоляция перегруженных проводов успевает сильно

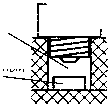
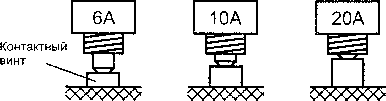
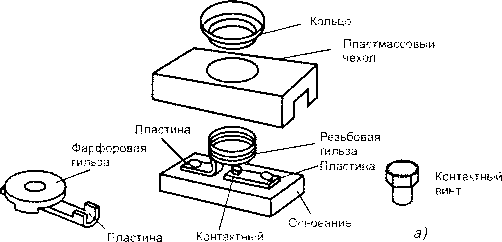
перегреться.

1. Другим недостатком предохранителей является их повреж­даемость. После перегорания пробку нужно заменять новой (перезаряжать). Для простоты восстановления в конструкции плавких предохранителей применяются сменные калиброван­ные плавкие вставки.

Разновидности и устройство предохранителей

Процесс совершенствования конструкции и потребительс­ких свойств плавких предохранителей происходит непрерыв­но. В ходе совершенствования появились в их конструкции защитные элементы от применения плавкой вставки больше­го номинала, увеличилось количество номиналов плавких вставок, предохранители стали удобнее в эксплуатации.

**Предохранитель однополюсный резьбовой Е27** с контактны­ми винтами (рис. 3.17) предназначен для переднего присоедине­ния проводов к пластинам, которые укреплены на фарфоровом основании. Одна пластина соединена с резьбовой гильзой, в дру­гую пластину ввинчен контактный винт. Пластмассовый чехол укрепляется на предохранителе при ввинчивании кольца.



Устройство предохранителей с контактными винтами

**Рис. 3.17.** Предохранители с контактными винтами: а) устройство; б) принцип действия

Контактный винт

20А

Преднаме­ренный разрыв

Особенностью этих предохранителей является применение контактного винта, задачей которого является не допустить ввинчивания по ошибке в него пробки, рассчитанной на боль­ший ток. Если контактного винта нет, то пробка не достанет до пластины, и цепь будет разорвана. Это нужно знать, так как по неведению можно купить пробки и контактные винты, не соот­ветствующие друг другу.

**Внимание!**

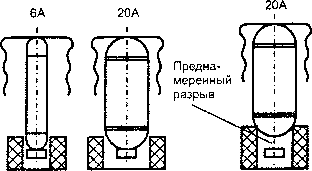
Каждому сечению проводов должны соответствовать вполне определенные предохранители, иначе они не обеспечат электри­ческой защиты.

И контактные винты исключают применение пробок на ток больший, чем допустимо. Чем больше ток, тем пробка короче, а контактный винт длиннее. Таким образом кон­структор предупредил возможную ошибку. Отмечу, что на сегодняшний момент предохранители с контактными винта­ми — конструкция устаревшая.

**Предохранители с контрольными гильзами. В** этих предохра­нителях роль элемента, который исключает ввинчивание пробки, рассчитанной на больший ток, выполняет контрольная фарфоровая гильза с отверстием в центре.

В предохранителях на 6,3 А диаметр отверстия таков, что в него входит плавкая вставка диаметром 6 мм, но вставки боль­ших диаметров не входят.

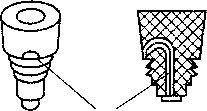
В предохранителях на 10 А в отверстие входят вставки диаметром 8 мм, в предохранителях на 16 А-г 10 мм, на

20 А — 12 мм. Все вставки имеют одну и ту же длину. Сказанное иллюстрирует рис. 3.18.

**Рис. 3.18.** Предохранители с контрольны­ми гильзами

Предохранители с конт­рольными гильзами комплек­туются **разборными пробка­ми** со сменными плавкими вставками заводского изго­товления.

**Разновидности ввинчиваемых пробок**

**Неразборная пробка.** Общий вид неразборной пробки и схема ее устройства представлены на рис. 3.19. Детали соединены калиб­рованной проволокой. Если пробка перегорает, то ее нужно выбрасы­вать, т.к. правильно перезарядить пробку в домашних условиях не­возможно.

Калиброванная проволока

**Рис. 3.19.** Внешний вид не­разборной пробки

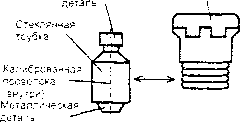
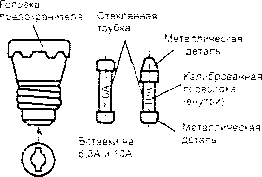
В настоящее время предохранители с неразборными проб­ками заменены **предохранителями с разборными пробками со** сменными плавкими вставками заводского изготовления.

**Внимание!** Нельзя восстанавливать предохранители проволо­кой или гвоздями («жучком»), то есть вставлять вместо сгоревшей проволочки другую, более мощную. С установкой «жучка» появляется опасность короткого замыкания и воз­горания, потому что «жучок» не будет предохранять вашу сеть от перегрузок.

**Пробки со сменными плавкими вставками.** На **рис.** 3.20 слева показаны пробки первого исполнения на 6,3 и 10 А, а справа-— второго исполнения на 6,3; 10; 16 и 20 А. В головку предохранителя свободно вставляется вставка — фарфоровая или стеклянная трубка, которая заканчивается металлически­ми деталями. Внутри трубки они соединены калиброванной проволокой. Головка со вставленной вставкой ввинчивается в предохранитель (рис. 3.21).

В настоящее время существуют более совершенные способы защиты электрических цепей, чем плавкие предохранители, осу­ществляемые с помощью **автоматических выключателей.** Имен­но поэтому даже в тех случаях, когда в доме на электрических щитках смонтированы патроны для установки плавких предох­ранителей, в них часто вместо пробок с плавкими вставками ввинчивают предохранители (П) автоматические (А) резьбовые (Р) типа ПАР-6,3 (ПАР-10) на номинальные токи 6,3 и 10 А, со­ответственно.

**Резьбовые предохранители ПРС** (фарфоровые, пробочные) изготовляют на напряжение до 440 В и силу тока 6, 25, 63 и 100 А. В предохранители могут быть установлены элементы на 1, 2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 40, 63, 80 и 100 А (рис. 3.21).



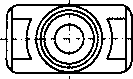
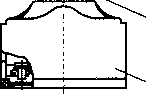
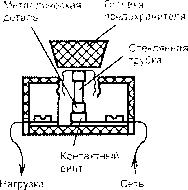
Исполнение 1

**Рис. 3.20.** Пробка со сменными плавкими вставками

Головка

Метаппуческая предохранителя

Исполнение 2



**Рис. 3.21.** Схема

включения

Ввертываемый цилиндрический корпус с плавкой вставкой

Основание предохранителя

**Рис. 3.22.** Предохранитель серии ПРС

**Трубчатые предохранители с закрытыми разборными патронами ПР-2** для небытового применения выпускаются промышленно­стью на номинальное напряжение 220 В (короткий патрон) и 500 В (длинный патрон) и номинальную силу тока 15, 60, 100, 200, от 350 до 1000 А, а плавкие элементы к ним — на номиналь­ную силу тока 6.10,15,20, 25,35,45,60,80,100,125,160, 200,225, 260, 300 А и более.

Данные плавких предохранителей массового применения показаны в табл. 3.3. Данные предохранители имеют заполнение корпуса в виде кварцевого песка, у предохранителей НПН — стеклянный корпус круглого сечения, а у ПН2 — фарфоровый корпус прямоугольного сечения.

Данные плавких предохранителей массового применения Таблица 3.3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип предохранителя | Номинальный ток, А | |
| предохранителя | плавких вставок |
| НПН15 | 15 | 6. 10, 15 |
| НПН60М | 60 | 20,25.35,45,60 |
| ПН2-100 | 100 | 30, 40, 50, 60 80, 100 |
| ПН2-250 | 250 | 80. 100, 120. 150, 200, 250 |
| ПН2-400 | 400 | 200, 250. 300, 350. 400 |
| ПН2-600 | 600 | 300, 400, 500. 600 |
| ПН2-1000 | 1000 | 500, 600, 750. 800, 1000 |

Прикидочный расчет номинала  
необходимой плавкой вставки

Исходя из суммарной мощности потребителей в вашей квар­тире необходимо определить рабочий ток, по которому произ­водится выбор плавкой вставки предохранителя.

**Правила.**

1. При однофазной нагрузке на 1 кВт мощности приходится ток, равный 5 А, при напряжении сети 220 В.
2. При трехфазной нагрузке на 1 кВт мощности приходится ток, равный 3 А, при напряжении сети 380/220 В.

Зная нагрузку, определяют номинальный ток плавкой встав­ки или автоматического выключателя.

**И**

**Пример.**

Необходимо выбрать защиту для электропроводки в доме.

1. Определяем суммарную нагрузку в доме сложением; получаем 2,2 кВт.
2. Из правила 1 получаем: 2,2 х 5 = // (А).
3. Номинальный ток плавкой вставки предохранителя должен быть больше рабочего тока. Выбираем плавкую вставку на 16 А.

Таким образом, токи плавких вставок для проводов освети­тельной сети выбирают по номинальному току: In , КСТ должен быть больше IHOV.

Выбор плавких вставок для защиты  
асинхронных электродвигателей

При выборе плавких вставок для защиты асинхронных электродвигателей необходимо учитывать, что пусковой ток двигателя в 5...7 раз больше номинального. Поэтому выбирать плавкую вставку по номинальному току нельзя, так как она при пуске электродвигателя перегорит.

Для асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором при небольшой частоте включения и легких условиях пуска (tnyCK *= 5..*. 10 с) номинальный ток плавкой вставки должен быть не менее 0,4 от пускового тока электродвигателя.

При тяжелых условиях работы (частые пуски, продолжитель­ность разбега до 40 с) соотношение рекомендуется увеличить с 0,4 до 0,6.

* 1. Применение автоматических  
     выключателей

Назначение

**Автоматические выключатели** (автоматы) предназначены для зашиты электрических цепей от короткого замыкания, из­менения напряжения, перегрузок и других нарушений режима работы цепи, а также для ручного отключения и включения линий и потребителей энергии. Автоматические выключатели относятся к защитным устройствам многократного действия.

**Включают цепь** автоматическим выключателем вручную, а **отключать ее** могут как вручную, так и автоматически, в ре­зультате срабатывания вмонтированного в корпус **расцепителя.** Последний представляет собой блок, встроенный в корпус вы­ключателя и предназначенный для отключения выключателя под действием тока, превышающего ток настройки.

Во всех автоматах **расцепляющее устройство** конструируют так, что исключается возможность удерживания контактов вы­ключателя во включенном положении (кнопкой, рукояткой или дистанционным приводом) при отклонении от режима работы в защищаемой цепи. **Быстрота отключения** не зависит от операто­ра, а определяется исключительно конструкцией расцепителя.

Преимущества автоматов  
перед плавкими предохранителями

**Во-первых,** они срабатывают надежнее, чем плавкие предо­хранители.

**Во-вторых,** при защите трехфазного устройства устраняется возможность его работы в неполнофазном режиме, так как при перегрузках и коротких замыканиях отключаются сразу же все три фазы.

**В-третьих,** значительно снижаются простои электрообору­дования из-за того, что на включение сработавшего автомата требуется меньше времени, чем на замену перегоревшего предо­хранителя.

Основные требования к выключателям

Во всех автоматах главная контактная система должна:

. обеспечивать, не перегреваясь и не окисляясь, продолжительный режим работы при номинальной силе тока;

. не повреждаясь, отключать цепь при токах короткого замыкания.

Виды применяемых расцепителей

Конструкции автоматических выключателей различаются **расцепителями —** встроенными устройствами в виде защитных реле для дистанционного отключения.

Автоматы **с тепловыми расцепителями** предназначены для защиты от перегрузок. В качестве теплового расцепителя служит биметаллическая пластинка. При прохождении по ней тока пе­регрузки она изгибается и приводит в действие расцепляющий механизм, отключающий автомат. Тепловые расцепители отклю­чают цепь в зависимости от длительности и силы тока, превы­шающего уставку теплового расцепителя.

**Й**

**Совет.** Силу тока уставки теплового расцепителя выбирают равной 125...150 % от значения длительной силы тока макси­мально допустимой нагрузки.

Автоматы **с электромагнитным расцепителем** служат для защиты от коротких замыканий. Автомат с электромагнитным расцепителем в каждой фазе имеет электромагнитное реле мак­симального тока, состоящее из катушки, сердечника и пружины. Ток короткого замыкания, проходя по катушке, содействует втягиванию внутрь ее сердечника, который сжимает пружину и приводит в действие расцепляющее устройство. Такое от­ключение называют отсечкой. Электромагнитные расцепители срабатывают практически мгновенно (за 0,02 с).

**В**

**Совет.** Силу тока уставки электромагнитного расцепителя выбирают на 20..30 % выше наибольшей силы тока кратковре­менной перегрузки, возможной, например, при пуске электричес­ких двигателей.

Автоматы **с комбинированным расцепителем** имеют как тепловой, так и электромагнитный расцепители. При наличии комбинированного расцепителя выключатель мгновенно сра­батывает при сверхтоках и с выдержкой времени от перегрузок, определяемой тепловым расцепителем.

Расцепитель минимального напряжения срабатывает при снижениях напряжения до 70...30 % номинального.

Для выключателя данной величины может быть несколько расцепителей, имеющих свои разные номинальные токи, кото­рые могут регулироваться. Установка на ток мгновенного сраба­тывания, или ток отсечки, означает, что при данном токе сраба­тывает электромагнитный расцепитель данного выключателя.

**Предельная коммутационная способность** означает предель­ный ток, который может отключить выключатель.

Кроме того, автоматические выключатели разных серий и типов различают по следующим признакам:

. виду тока (переменный, постоянный);

. напряжению и номинальной силе тока автомата;

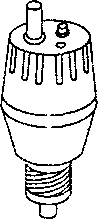
. количеству полюсов (1, 2 и 3);

• номинальной силе тока расцепителей.

**Сокращенные обозначения расцепителей:** Т — только тепло­вой; М — только электромагнитный; МТ — комбинированный, т.е. тепловой и электромагнитный вместе.

Типы применяемых автоматических выключателей

Автоматические выключатели можно разделить на две группы.

. Автоматы без регулировки силы тока устав­ки тепловых расцепителей. К нерегулируе­мым автоматам относятся выключатели се­рий А3100, АЕ1000, АЕ2000, АК63, АБ25.

**Рис.** 3.23. Общий вид автоматического резьбо­вого предохранителя типа ПАР-6.3

. Автоматы с регулировкой силы тока уставки расцепителей. К ним относятся выключатели серий АГКО, А3700, АВ, АВМ. Конструкции некоторых серий этих автоматов весьма сложны. Есть, на­пример, автоматы с часовым механизмом, с электродвигательным приводом для включения, с гидравлическим замедлите­лем отключения расцепителя.

Выбор типа автоматического выключателя

При выборе автомата исходят из того, что его номинальное напряжение должно быть выше или равно номинальному напря­жению сети. Определяют также с помощью расчетов **максималь­ную силу тока короткого замыкания** в зоне защиты и предельно допустимую силу тока\*автоматического выключателя выбирают больше этой величины.

**Номинальная сила тока расцепителя,** кроме того, должна быть несколько больше значения силы тока длительной мак­симальной нагрузки, иначе автомат будет отключать цепь не только при отклонении силы тока от своего заданного значения, но и при нормальном режиме работы.

Кроме всего этого, необходимо обеспечить **избирательность (се­лективность) действия автомата:** он должен отключать защищае­мый объект раньше, чем другие аппараты защиты, расположенные ближе к источнику питания, отключат всю группу потребителей.

**В** домах в зависимости от используемой сети применяются либо трехполюсные, либо однополюсные автоматические вы­ключатели. **Трехполюсные** служат для защиты электроприемни­ков трехфазного тока, например, двигателей насосов водоснабже­ния, теплоснабжения и лифтов. Каждый полюс трехполюсного автоматического выключателя вводится в фазный провод сети. При срабатывании автоматического выключателя одновременно отключаются все три фазы. **Однополюсные** автоматические вы­ключатели вводятся в фазные провода осветительных сетей.

Расчет характеристик автоматического выключателя

**Во-первых,** определим токи уставки теплового и электромаг­нитного расцепителей. Напомню, что тепловой расцепитель автомата защищает электроустановку от длительной перегрузки по току. Ток уставки теплового расцепителя принимается на 15...20% больше рабочего тока:

*1тр = (1,15...1,2)* х'4

где 1р — рабочий ток электроустановки. А.

Электромагнитный расцепитель автомата защищает электроустановку от коротких замыканий. Ток уставки электромагнитного расцепителя определяется из следующих соображений: автомат не должен срабатывать от пусковых токов двигателя электроустановки 1ПУСК ,1В, срабатывание элек­тромагнитного расцепителя 1э м р выбирается кратным току сра­батывания теплового расцепителя:

W *= к^1.ГР,*

где К = 4,5...10 — коэффициент кратности тока срабатывания элек­тромагнитного расцепителя.

**Во-вторых,** выбранный автоматический выключатель про­веряется по отключающей способности.

Автоматы с номинальным током до 100 А должны срабатывать при условии

*^э.м.р. =К\* ^о:к.з.’*

где IQ к 3 — ток однофазного короткого замыкания.

Автоматы с номинальным током более 100 А должны сра­батывать при

*^эм.р. = х ^срк.з:*

**В-третьих,** выбранный автоматический выключатель про­веряется по чувствительности.

Чувствительность автомата, имеющего только тепловой рас­цепитель, определяется соотношением

*J* — -? у*' I \*Т.Р.*

Отключающая способность автомата с электромагнитным расцепителем определяется величиной тока трехфазного ко­роткого замыкания

*^э.м.р. откл. - х ^т.кз. ■*

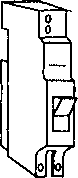
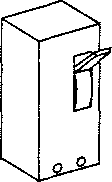
Области применения автоматов различных типов

В осветительных сетях наиболее часто применяются:

. резьбовые автоматические выключатели типа ПАР на 6,3 А; 10 А и 16 А 250 В (рис. 3.23):

• автоматические выключатели АЕ10 на 16 А; 25 А 250 В (рис. 3.24).

Автоматы, предназначенные для защиты квартирных группо­вых сетей от перегрузок и коротких замыканий, имеют наиболее простое устройство.

Для защиты трехфазных электричес­ких сетей применяют **трехфазные автома­тические выключатели серий АЕ20, АП50Б** и др. с номинальными токами на 6,3: 10; 16; 25 и 40 А.

**Рис. 3.24.** Автома­тический выключа­тель типа АЕ10

**Рис. 3.25.** Однофаз­ный автоматический выключатель типа АЕ1000

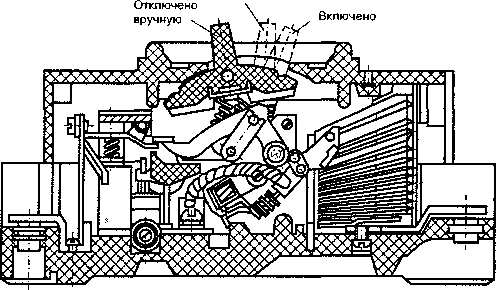
**Выключатель АК63** разработан с целью замены выключателя АП50, имеющего ма­лую коммутационную способность. Выклю­чатель имеет расцепители максимального тока на 0.63...63 А, 500 В переменного и 220 В постоянного напряжения, его комму­тационная способность в 2,5 раза больше, чем у выключателя АП50. В отличие от вык­лючателей АП50 выключатели АК63 имеют открытые выводы, для закрывания которых могут поставляться крышки. Открытые вы­воды, не соприкасающиеся с корпусом вык­лючателя, имеют лучший теплоотвод, а при нагреве выводов не происходит выгорания корпуса выключателя.

Для защиты участков сетей жилых и общественных зданий предназначены **выключа­тели серии АЕ1000** (рис. 3.25). Они являются однополюсными с расцепителями тепловыми, электромагнитными или комбинированными на токи 6; 10 и 16 А.

Для защиты участков с большим током (например, от пере­грузок и токов короткого замыкания асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором) применяются **автоматические выключатели АЕ2000.** Они разрабатывались с целью замены всех других выключателей на ток до 100 А. Они имеют вели­чины 25, 63 и 100 А с расцепителями максимального тока на 0,6 А и выше, тепловыми и комбинированными расцепителями. Их применяют во всех отраслях промышленности и сельского хозяйства.

Дтя защиты электрических установок от перегрузок и корот­ких замыканий (особенно изолированных проводов и кабелей от недопустимого нагревания в этих режимах), а также для не­частых коммутаций силовых электрических цепей служат **авто­маты серии А3100** (рис. 3.26).

Отключено автоматически



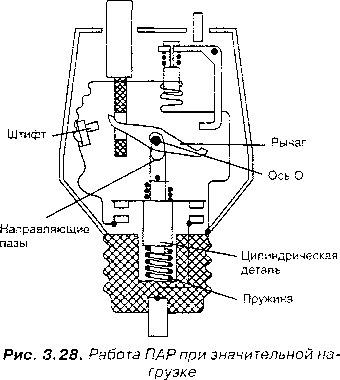
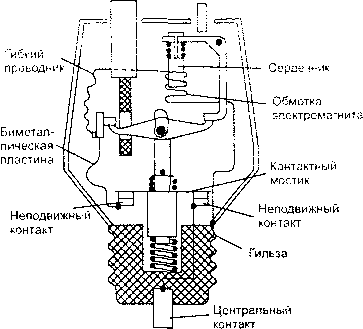
**Рис. 3.26. Установочный автомат серии А3100**

Принцип действия автоматического  
выключателя серии ПАР

Теперь рассмотрим детально принцип действия основных типов автоматических выключателей. На корпусе выключате­ля написаны номинальные данные: предельное напряжение сети, в которой может применяться ПАР, например, 250 В; номинальный ток, например, 6,3 или 10 А.

Когда автоматический выключатель включен, кнопка для его вклю­чения утоплена. На кинематических схемах детали показаны простей­шим образом: оси обозначены точками (кружками), детали, изготовлен­ные из изоляционных материалов, заштрихованы крест-накрест.

**Первый этап** — работа в штатном режиме сети. **ПАР вклю­**чен (рис. 3.27). Ток проходит от центрального контакта через неподвижные контакты, соединенные контактным мостиком, биметаллическую пластину (или через проволоку, навитую на нее, в зависимости от конструкции), гибкий проводник и об­мотку электромагнита к гильзе. Под действием тока нагрузки биметаллическая пластина нагревается и несколько изгибается, а в электромагните возникают механические усилия, которые тя­нут сердечник вниз, внутрь электромагнита. Однако пока сила : протекающего тока не превосходит допустимой, ни изгибание биметалла, ни усилия электромагнита не могут изменить поло- : жение деталей автоматического выключателя, и он остается ' включенным.



**Рис. 3.27.** Работа ПАР в штатном режиме

Второй этап — ра­бота при значительной перегрузке сети. При возникновении долго- продолжающейся значи­тельной перегрузки:

. биметаллическая пласти­на успевает сильно изог­нуться. Изгиб происходит тем быстрее, чем перегруз­ка больше:

. штифт, связанный с пластиной, перемеща­

ется влево и переходит в положение, изобра­женное на рис. 3.28;

. рычаг соскакивает со штифта;

. пружина выталкивает вверх цилиндричес­кую деталь;

. рычаг поворачивается вокруг оси О и, бла­годаря этому, ПАР отключается.

Ось при этом переме­щается вверх по направ­ляющим пазам.

Третий этап —■ вос­становление температур-

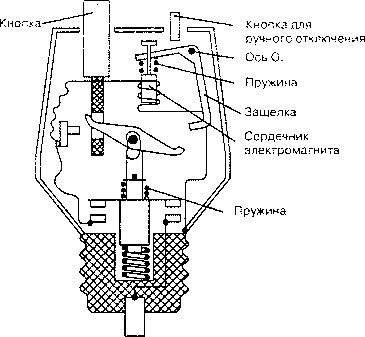
ного режима автомата.

Через несколько минут биметаллическая пластинка остывает, после чего автоматический выключатель может быть вновь вклю­

чен. Если к этому времени причина перегрузки уже устранена, то автоматический выключатель может быть включен и работать в штатном режиме. Если перегрузка не устранена, он через не­которое время опять отключится.

Четвертый этап — ручное включение после восстановле­ния. Автоматический выключатель включается кнопкой. При

ле



**Рис. 3.29.** Работа ПАР при коротком замыка­нии в защищаемой сети

этом рычаг повернется вокруг оси О и займет положение, показанное на рис. 3.27. Контакты замкнутся, и механизм во включенном положе­нии будет зафиксирован благодаря тому, что ле­вый конец рычага будет удерживаться штифтом, а правый — зашелкой.

**Пятый этап** — рабо­та при коротком замы­кании в сети. Если ток в сети резко и значитель­но возрастает: . сердечник мгновенно втягивается вниз (рис. 3.29);

. защелка поворачивается вокруг оси О( и освобождает рычаг;

. в результате этого автоматический выключатель отключается.

Описанное выше мгновенное отключение называется отсечкой. При последующем включении ПАР, если повреждение в сети не устранено (например, касаются друг друга оголенные провода), ПАР немедленно отключается, независимо от того, сколько време­ни нажата кнопка включения, и повторно включиться не сможет. Это обязательное требование к автоматическим выключателям (при нажатии кнопки включаться в случае поврежденной сети толь­ко 1 раз) обеспечивается так называемым свободным расцеплением. Чтобы повторно включить автомат, надо произвести сознательное действие, в нашем примере отпустить кнопку, а потом еще раз ее нажать.

Шестой **этап —** отключение вручную. Производится нажа­тием кнопки для ручного отключения:

. кнопка надавливает на защелку;

• процесс отключения происходит так же, как при автоматическом отключении.

Пружина определяет необходимое положение защелки и сер­дечника электромагнита. Пружина создает контактное нажатие.

* 1. Современные устройства  
     защиты от превышения  
     и «скачков» напряжения

3.6.1. Автоматические выключатели серии ASP

При аварийных ситуациях в электросети жилых домов, квар­тир, учреждений вместо 220 В может быть подано напряжение до 380...400 В. При таком высоком напряжении горит вся элек­тротехника и резко увеличивается вероятность пожара жилья.

**Внимание!** Явление перенапряжения в основном связано с обры­вом общих питающих нулевых проводников, когда питающее на­пряжение делится между потребителями неравномерно. Обрыв нулевых проводников может произойти:

* при перегрузке электрической сети (с каждым годом энергоемкость жилья неуклонно возрастает);
* при неблагоприятных погодных условиях, там, где питание подведе­но воздушной линией (ветер, упавшее дерево— основные причины обрыва нулевых проводов);
* при коротких замыканиях в электрической сети;
* при плохом контакте в местах соединения нулевых проводников;
* при краже цветного металла (проводов);
* при старой, ветхой электропроводке внутридомовой сети;
* из-за ошибок обслуживающего персонала.

При трехфазной системе питания, в основном, промышлен­ного оборудования часто выходят из строя электродвигатели, компрессоры холодильных агрегатов, блоки питания и т.д. из-за пропадания одной из фаз, «перекоса» фаз, неравномерного на­пряжения между фазами. Существуют как однофазные, так и трехфазные устройства защиты серии ASP.

Устройство монтируется в распределительном, этажном или квартирном щитке, исключающем прямое прикосновение чело­века к токоведушим частям. Запрещается эксплуатация устрой­ства при повреждениях корпуса и изоляции присоединительных проводников электросети.

**Внимание! Запрещается устанавливать автоматические выключатели ASP в цепи питания трехфазных электродвига­телей, а также на объекты, где отключение напряжения может привести к аварии!**

**рис. 3.30.**

Далее приводим описание ряда наиболее широко приме­няемых моделей автоматических выключателей.

Подробно эта информация рассматривается на сайте <http://asp-v.narod.ru>.

Автоматический выключатель ASP-3H

**Предназначен для защиты однофазных нагрузок квартиры, частного дома, офиса от превышения и «скачков» сетевого напряжения, токов ко­роткого замыкания и токов перегрузки. Схема включения представлена на**

**Основные параметры:**

**Рабочее напряжение, В 200...240**

**Частота, Гц...........................................................50...60**

**Ток нагрузки, А 10, 16, 25, 32, 40, 50, 63**

**Напряжение отсечки, Unuir, В 255 ±3**

**Уставка (магнитный расцепитель), А 8...101п**

**Уставка (тепловой расцепитель), А 1,25 1п**

**Время отключения, не более, с 0,1**

**Максимальное сечение подключаемых проводов, мм2 25**

**Диапазон рабочих температур, °C -20...+40**

**Когда напряжение в сети (или потреб­ляемый ток) выходит за пределы допусти- )) мых значений, происходит автоматичес- кое отключение от сети потребителей ■■;/ электроэнергии. При однофазной системе р питания ASP-3H устанавливается на ■ ■■ вводе. При трехфазной системе питания**

**■ ASP-3H устанавливается на розеточные группы и группы освещения.**

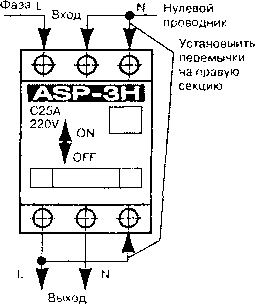
**Устройство предназначено для креп­ления на монтажную планку (DIN-рейку) шириной 35 мм. Рукоятка устройства имеет два положения, обозначенных на лицевой панели: ON (включено) и OFF (выключено).**

Рис. **3.30.** Схема вклю­чения ASP-3H

При отключении устройства в случае возникновения перенапряжения, тока короткого замыкания, тока перегрузки рукоятка переходит в положение OFF. В этом случае необходимо выявить причину, вызвавшую срабатывание ASP. Если обнаружится, что на вводе квартиры, частного дома, офиса напряжение выходит за пределы допустимых значений (более 242 В), то необходимо сооб­щить об этом в аварийную службу электросетей.

Для приведения устройства в рабочее состояние после тщательного контроля защищаемой электроустановки и устранения причин, вызвав­ших срабатывание ASP, рукоятка устройства должна быть взведена в положение ON. Чтобы проверить работоспособность автоматического выключателя, необходимо включить его по схеме, приведенной на рис. 3.29, подать напряжение 220 В, включить его и нажать кнопку TEST. Отключе­ние устройства означает, что оно исправно.

**Внимание!** Если величина питающего напряжения находится выше нормы — включить устройство невозможно. Чтобы отключить защиту по напряжению, надо отсоединить одну из перемычек на правой секции выключателя, предварительно выключив его переводом рукоятки вниз из положения ON в по­ложение OFF.

Автоматическое устройство контроля и защиты при авариях в электросети ASPautol

Представляет собой микропроцессорное устройство, работающее по безопасному алгоритму. Позволяет контролировать качество подаваемой

электроэнергии.

**Основные параметры:**

Рабочее напряжение, В .........................................220

Частота, Гц...........................................................50...60

*Напряжение отключения, U , В 253 ±2*

*{ ’ r-iax’*

*Напряжение отключения, Umir, В......................182 ±2*

*Напряжение включения, U , В 245 ±2*

*r ’ mav*

Напряжение включения, U , В .........................192 ±2

Рабочее граничное напряжение, В.....................40...420

Время отключения, не более, с..........................0,15

Время задержки на включение, мин 2 ±0,5

Диапазон рабочих температур, °C -20...+40

Если напряжение в сети выйдет за пределы допустимых значений, про­изойдет отключение от сети всех нагрузок. Как только напряжение восста­новится до нормальных значений, происходит автоматическое включение с выдержкой времени. Все режимы работы индицируются двухцветным свето­диодным индикатором. Автоматическое устройство ASl’autol применяет­ся совместно с магнитным пускателем, катушка которого рассчитана на напряжение 220 В. Устанавливается на вводе электроэнергии.

При эксплуатации ASPautol возможны два вида **световой индикации:** при первоначальной подаче напряжения на устройство индикатор горит **красным цветом,** идет измерение входного напряжения: если уровень на­пряжения в сети нормальный, то через 3 секунды произойдет включение пускателя, и индикатор загорится зеленым цветом. Устройство готово к работе!

При монтаже устройства ASPautol нужно соблюдать правильность подключения к электрической сети. При подаче напряжения на вход ASPautol (верхние клеммы) — выходные (нижние) клеммы находятся под напряжением.

**Внимание!** Запрещается подключать к выходным клеммам ASPautol посторонние нагрузки вместо катушек магнитных пускателей! Запрещается устанавливать ASPautol на объек­ты, где отключение напряжения может привести к аварии!

**Аварийная индикация (нагрузка отключается от сети).**

я Индикатор часто мигает красным цветом. Напряжение больше нормы!

* Индикатор редко мигает красным цветом. Напряжение меньше нор­мы!
* Индикатор горит красным цветом. Произошел скачок или кратков­ременное пропадание (посадка) напряжения. Повторное включение через 2 минуты. Если включения не происходит, а индикатор продолжает гореть красным цветом, это означает, что скачки напряжения повторяются.

**Предупредительная индикация (нагрузка не отключается от сети).**

* Индикатор часто мигает желто-зеленым цветом. Напряжение

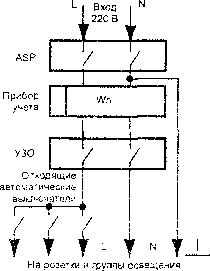
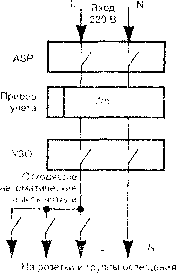
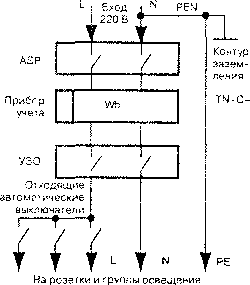
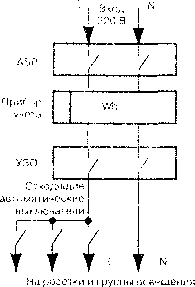
1. .245 В.

* Индикатор редко мигает желто-зеленым цветом. Напряжение

1. .200 В.

Схемы включения ASPautol представлены на рис. 3.33. 3.34.

**Внимание!** После каждого аварийного отключения включение происходит только через 2 минуты. Индикатор при этом го­рит красным цветом! Необходимо оберегать устройство от загрязнения и попадания влаги.



V?E

Контур заземления

TN-S

**Рис.** 3.31. Рекомендуемые схемы включения при системе заземления TN-S и TN-C-S

а) При двухпроводном питании

б) При трехпроводном питании с использованием защитного зануления

Рис. 3.32. Рекомендуемые схемы включения при отсутствии защитного заземления

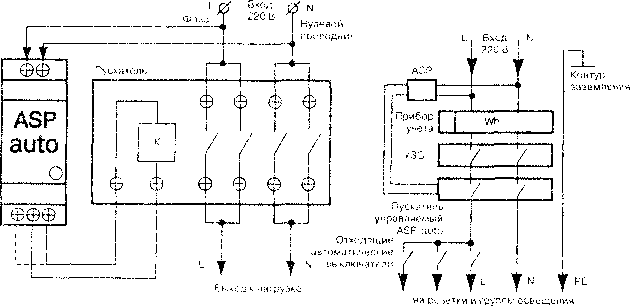
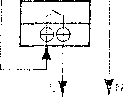
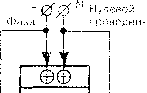


Рис. 3,33. Схема подключения ASPautol Рис. 3.34. Рекомендуемая схема

включения ASPauto 1



**Автоматическое устройство контрола и защиты  
при авариях в электросети** ASPauto 1 R

Это микропроцессорное устройство, работающее по безопасному алго­ритму, позволяет контролировать качество электроэнергии, подаваемой

Вход

220 В

ASP

autoIR

О

Выход к нагрузке

Рис. 3.35. Схема под­ключения ASPauto 1R

к потребителю.

Рабочее напряжение, В.........................................220 Частота, Гц...........................................................50...60 Напряжение отключения, Urnn, В.....................253 ±2 Напряжение отключения, Un.ln, В 182 ±2

Напряжение включения, U , В.........................245 ±2 Напряжение включения, В 192 ±2

Рабочее граничное напряжение, В 40...420

Время отключения не более, С 0,15

Время задержки на включение, мин ...2 ±0,5

Диапазон рабочих температур, °C -20...+40

Если напряжение в сети выйдет за пределы допустимых значений, произойдет отключение от сети всех нагрузок. Как только напряжение восстановится до нормальных значений, происходит автоматическое включение с выдержкой времени. Все режимы работы индицируются двух­цветным светодиодным индикатором. Имеет релейный выход. Может устанавливаться на вводе электроэнергии или на розеточные группы, если ток нагрузки не превышает 16 А. При трехфазном питании устанавлива­ется на розеточные группы. При токах нагрузки более 16 А применяется совместно с магнитным пускателем.

Устройство расположено в двухмодульном корпу­се (евростандарт) и предназначено для крепления на монтажную планку фГП-рейку) шириной 35 мм. При первоначальной подаче напряжения на устройство, индикатор горит красным цветом, идет измерение входного напряжения. Если уровень напряжения в сети нормальный, то через 3 секунды произойдет включение и индикатор загорится зеленым цветом. Устройство готово к работе!

**Внимание!** При монтаже устройства ASPautolR нужно соблюдать правильность подключения к электрической сети. Запре­щается подключать к выходным клеммам ASPautolR нагрузку более 16 А! 'Если ток нагрузки превышает 16 А, то необходимо в качестве силового управляющего элемен­та применять пускатель. Запрещается устанавливать ASPauto 1R на объекты, где

отключение напряжения может привести к аварии!

**Аварийная индикация (нагрузка отключается от сети).**

* Индикатор часто мигает красным цветом. Напряжение больше нормы!
* Индикатор редко мигает красным цветом. Напряжение меньше нормы!
* Индикатор горит красным цветом. Произошел скачок или кратковремен­ное пропадание (посадка) напряжения. Повторное включение через 2 минуты. Если включения не происходит, а индикатор продолжает гореть красным цветом, это означает, что скачки напряжения повторяются.

**Предупредительная индикация (нагрузка не отключается от сети).**

* Индикатор часто мигает желто-зеленым цветом. Напряжение

1. .245 В.

» Индикатор редко мигает желто-зеленым цветом. Напряжение

1. .200 В.

**Внимание!** После каждого аварийного отключения включение происходит только через 2 минуты. Индикатор при этом го­рит красным цветом! Необходимо оберегать устройство от загрязнения и попадания влаги.

Если нет возможности установить ASPautolR на вводе электроэнер­гии, то защитное устройство устанавливается непосредственно у защи­щаемого аппарата или группы аппаратов. Для этого необходимо: отре­зать вилку удлинителя, зачистить концы и подключить их к ASPautolR, как показано на рис. 3.37. Сам ASPautolR подключается непосредственно в розетку с помощью шнура с вилкой. Схемы включения ASPautolR пред­ставлены на рис. 3.35, 3.36.

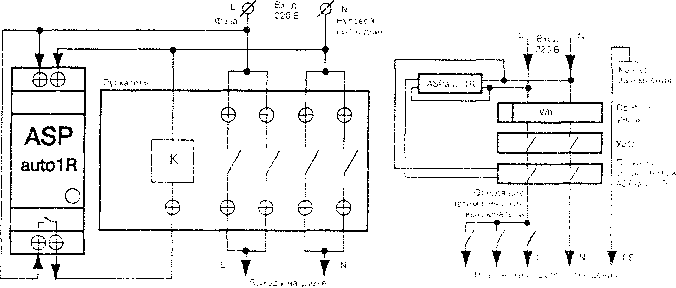
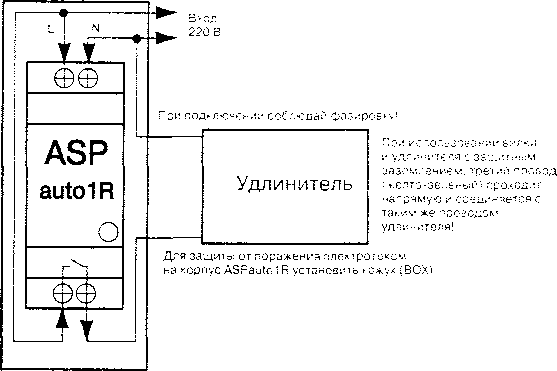


Рис. 3.36. Рекомендуемая схема включения при использовании магнитного пускателя

фазном питании).

**Рис. 3.37.** Рекомендуемая схема включения при использовании удлинителя

**Автоматическое устройство контроля и защита  
при авариях в электросети ASPautoG**

Предназначено для защиты квартиры, частного дома, офиса, от: превышения, понижения и «скачков» сетевого напряжения: «перекоса» фаз (при трехфазном питании); пропадании одной из фаз (при трехфазном питании). Устройство контролирует порядок чередования фаз (при трех­

Рабочее напряжение, В...................................................................220)380

Частота, Гц 50...60

Напряжение отключения (фазное), Umta, В 253 ±2

Напряжение отключения (фазное), Unm, В 182 ±2

Напряжение включения (фазное), Unm., В 245 ±2

Напряжение включения (фазное). Un.m, В 192 ±2

Граничное рабочее напряжение, В. 40.„420

Время отключения не более, с 0,15

Время задержки на включение, мин............................................2 ±0,5

Диапазон рабочих температур, °C -20...+40

ASPauto3 — это микропроцессорное устройство, работающее по безопасному алгоритму, позволяет контролировать качество электроэнер­гии, подаваемой к потребителю. Если напряжение в сети выйдет за пределы допустимых значений, произойдет отключение от сети всех нагрузок. Как только напряжение восстановится до нормальных значений, происходит автоматическое включение с выдержкой времени. Все режимы работы инди­цируются двухцветным светодиодным индикатором.

Устройство обеспечивает контроль как однофазной, так и трехфазной сети. В трехфазной сети контролируется каждая фаза. Автоматическое устройство ASPauto3 применяется совместно с магнитным пускателем, катушка которого рассчитана на напряжение 220 В. Устанавливается на вводе электроэнергии.

Устройство расположено в двухмодульном корпусе (евростандарт) и пред­назначено для крепления на монтажную планку (DIN-рейку) шириной 35 мм. При эксплуатации АВРаиюЗ возможны два вида световой индикации.

* При первоначальной подаче напряжения на устройство индикатор горит **красным** цветом, идет измерение входного напряжения.
* Если уровень напряжения в сети нормальный, то через 3 секунды про­изойдет включение, пускателя, и индикатор загорится **зеленым** цветом. Устройство готово к работе!

**Аварийная индикация (нагрузка отключается от сети).**

* Индикатор часто мигает красным цветом. Напряжение больше нормы!
* Индикатор редко мигает красным цветом. Напряжение меньше нормы или отсутствует одна из фаз (при трехфазном питании).
* Индикатор горит красным, цветом. Произошел скачок или посадка напряжения. Повторное включение через 2 минуты. Если включения не происходит, а индикатор продолжает гореть красным цветом, это означает, что скачки напряжения повторяются.
* Индикатор часто мигает красным цветом по три раза. Неправильное чередование (фаз (при трехфазном питании).

**Предупредительная индикация (нагрузка не отключается от сети).**

* Индикатор часто мигает желто-зеленым цветом. Напряжение (фаз­ное) находится в пределах 240...245 В.
* Индикатор редко мигает желто-зеленым цветом. Напряжение (фаз­ное) находится в пределах 190...200 В.

Схемы подключения ASPauto3 представлены на рис. 3.38, 3.39.

**Внимание!** После каждого аварийного отключения включение происходит через 2 минуты. Индикатор при этом горит крас­ным цветом! Необходимо оберегать устройство от загрязне­ния и попадания влаги. При монтаже устройства АЗРашоЗ нужно соблюдать правильность подключения к электрической сети. При подаче напряжения на вход ASPautoS (верхние клем­мы) выходные (нижние) клеммы находятся под напряжением. Запрещается устанавливать ASPauto3 на объекты, где отклю­чение напряжения может привести к аварии!

б) При трехфазном питании

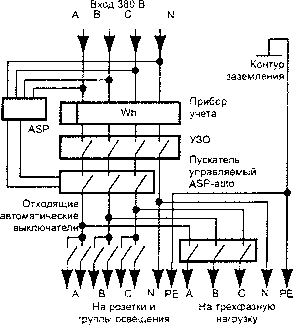
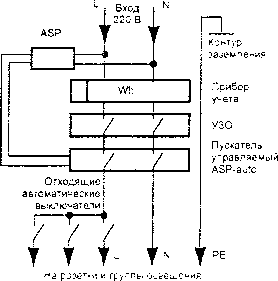
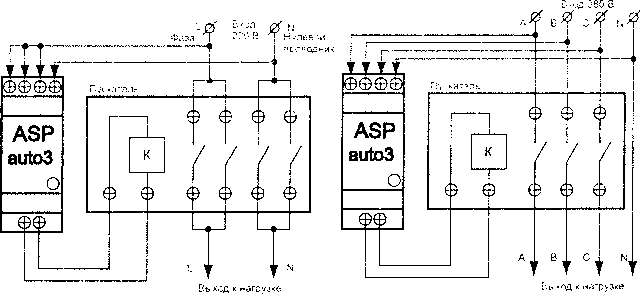
а) При однофазном питании

**Рис. 3.38.** Рекомендуемые схемы подключения

а) При однофазном питании

б) При трехфазном питании

**Рис. 3.39.** Рекомендуемые схемы включения



**Автоматическое устройство контроля *и* защиты  
при авариях в электросети ASPauto3R**

Предназначено для защиты квартиры, частного дома, офиса, магази­на, промышленного и бытового электрооборудования от превышения/пони- жения и «скачков» сетевого напряжения; «перекоса» фаз (при трехфазном питании); пропадания одной или двух фаз (при трехфазном питании). Устройство контролирует порядок чередования фаз (при трехфазном

питании).

Рабочее напряжение, В 220'380

Частота, Гц 50...60

Напряжение отключения (фазное), Untax, В 253 ±2

Напряжение отключения (фазное), Umm, В..............................182 ±2

Напряжение включения (фазное), Umix, В . 245 ±2

Напряжение включения (фазное), Unm, В 192 ±2

Граничное рабочее напряжение, В 40...420

Время отключения не более, с 0,15

Время задержки на включение, мин 2 ±0,5

Диапазон рабочих температур, °C -20... +40

ASPautoSR — это микропроцессорное устройство, работающее по безопасному алгоритму, позволяет контролировать качество электроэнер­гии, подаваемой к потребителю. Если напряжение в сети выйдет за пределы допустимых значений, произойдет отключение от сети всех нагрузок. Как только напряжение восстановится до нормальных значений, происходит автоматическое включение с выдержкой времени. Все режимы работы инди­цируются двухцветным светодиодным индикатором.

Устройство обеспечивает контроль как однофазной, так и трехфазной сети. В трехфазной сети контролируется каждая фаза. Автоматическое устройство ASPauto3R применяется совместно с магнитным пускателем, если ток нагрузки выходного реле превышает 5 А. Устанавливается на вводе электроэнергии.

При первоначальной подаче напряжения на устройство индикатор го­рит красным цветом, идет измерение входного напряжения. Если уровень напряжения в сети нормальный, то через 3 секунды произойдет включение пускателя, и индикатор загорится зеленым цветом. Устройство готово к работе!

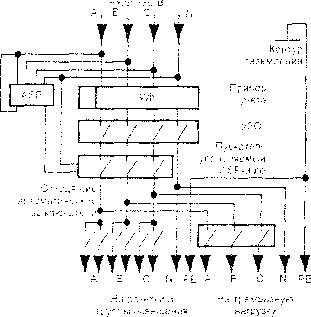
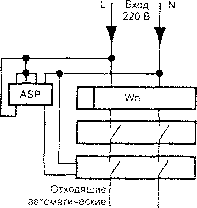
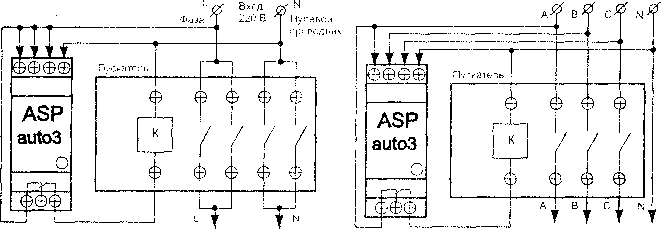
**Аварийная индикация (нагрузка отключается от сети).**

* Индикатор часто мигает красным цветом. Напряжение больше нормы!
* Индикатор редко мигает красным цветом. Напряжение меньше нормы или отсутствует одна из фаз (при трехфазном питании).
* Индикатор горит красным цветом. Произошел скачок или просадка напряжения. Повторное включение через 2 минуты. Если включения не проис­ходит. а индикатор продолжает гореть красным цветом, это означает, что скачки напряжения повторяются.
* Индикатор часто мигает красным цветом по три раза. Неправильное чередование фаз (при трехфазном питании).

Предупредительная индикация (нагрузка не отключается от сети).

* Индикатор часто мигает желто-зеленым цветом. Напряжение (фаз­ное) находится в пределах 240...245 В.
* Индикатор редко мигает желто-зеленым цветом. Напряжение (фаз­ное) находится в пределах 195.„200 В.

После каждого аварийного отключения включение происходит только через 2 минуты. Индикатор при этом горит красньш цветом! Если одна- ружится, что на вводе квартиры, частного дома, офиса напряжение выхо­дит за пределы допустимых значений, то необходимо сообщить об этом в аварийную службу электросетей. Устройство не требует обслуживания, но необходимо оберегать его от загрязнения и попадания влаги. Схемы включе­ния ASPaulo3R представлены на рис. 3.40, 3.41.



Вход 380 В

а) При однофазном питании 6) При трехфазном питании

Рис. 3.40. Схемы подключения ASPautoSP.

Контур заземления

Прибор у-ета

УЗО

Пускатель управляемый

ASP-auto

На розетки и труппы освещения

а) При трехфазном питании

Рис. 3.41. Рекомендуемые схемы включения

а) При однофазном питании

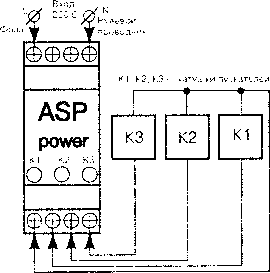
Реле включения нагрузки ASP-power

Рис. 3.41. Схема нодключе-

Предназначено для поочеред­ного подключения нагрузок к электрической сети с выдерж­кой времени во избежания пере­грузки сети при пуске нескольких потребителей: электродвигате­лей, компрессоров холодильных агрегатов и т.д., подключенных к одному вводу. Реле рассчитано на работу с магнитными пуска­телями, катушки которых пи­таются напряжением 220 В.

**Основные параметры:** НИЯ к электросети

Рабочее напряжение, В 220...240

Частота, Гц 50...60

*Число каналов 3*

*Время задержки между каналами, с 10*

*Время задержки на включение при исчезновении напряжения, мин 2*

Диапазон рабочих температур, СС -20...+40

**Автоматический выключатель с независимым  
расцепителем ASP-2P, ASP-4P**

Предназначен для дистанционного отключения нагрузки от средств различной автоматики, от кнопок аварийного отключения и т.д.

**Основные параметры:**

Рабочее напряжение, В 220:380

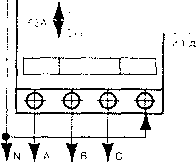
Частота, Гц ....................................................................................50...60 Ток нагрузки, А 16, 25, 32, 40, 50, 63

*Напряжение питания независим, расцепителя, В 220*

*Уставка (магнитный расцепитель), А 8... 101г*

*Уставка (тепловой расцепитель), А 1,25 ф*

Максимальное сечение подключаемых проводов, мм2 ......................................................25



Отключение происходит путем по­дачи переменного напряжения на выводы расцепителя. Выпускаются в двухмодуль­ном исполнении для однофазной сети ASP-2P и в четырехмодульном исполне­нии для трехфазной сети ASP-4P. Руко­ятка устройства имеет два положения, обозначенных на лицевой панели: ON (включено) и OFF (выключено). Уст­ройство не требует обслуживания, но необходимо оберегать его от загрязне­ния и попадания влаги. Схема включения автоматического выключателя ASP-4P представлена на рис. 3.43.

Нулевой

проводник

Фаза '~/ 220в'

¥ оАяо«Г

Ф w Ф Ф пожаРнсй

\* ■ г-злгьао птз-

управления

ON

OFF

Выход

**Рис. 3.43.** Схема подключения вык­лючателя в трехфазную цепь

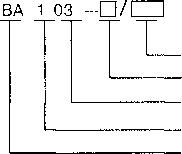
сигнализа­цией, кнегжи аварийного отключения

1. Автоматические  
   выключатели серии ВА

Особенности серии

Высококачественные автоматические выключатели серии ВА101, ВА102, ВА103, ВА201 производятся на крупнейших пред­приятиях КНР и России. Они уже более 10 лет успешно продаются в России под торговой маркой ДЭК, пользуясь широким спросом. Автоматические выключатели серии ВА предназначены для при­менения в электрических цепях переменного тока, их защиты от перегрузок и токов короткого замыкания (КЗ). Также могут исполь­зоваться для нечастых оперативных включений и отключений защи­щаемых цепей. Для более детального ознакомления рекомендую [www.dek.ru](http://www.dek.ru).

Корпуса автоматических выключателей сделаны из прочной, не поддерживающей горение пластмассы, снабжены замками для установки на DIN-рейку (рис. 3.47). Выпускаются в одно-, двух-, трех- и четырехполюсном исполнении. Оснащены мед­ными токовыми расцепителями с посеребренными контактами и снабжены многопластинчатыми дутогасительными камерами, что обусловливает высокие характеристики коммутационной износостойкости и предельной коммутационной способности. Комбинированные зажимы из посеребренной меди и анодиро­ванной стали обеспечивают надежный контакт с медными и алюминиевыми проводниками.



номинальный ток, А ко/личество полюсов номер разработки

тип корпуса: 1 —- ширина 18 мм выключатель автоматический

**Рис.** 3.44. Структура условного обозначения выключателей

Они имеют два типа защиты: **тепловую,** выполненную на биметаллической пластине, предназначенную для защиты от длительных токовых перегрузок; **динамическую,** выполненную на электромагнитной катушке, предназначенную для защиты от токов короткого замыкания.

Автоматические выключатели ВА101 и ВА102 отличаются лишь возможностью соединения ВА102 с помощью контактной шины. А вот на усовершенствованную конструкцию ВА103 стоит обратить особое внимание. Это новая разработка фирмы дэк.

Автомат ВА103 снабжен двенадцатипластинчатой четы­рехсторонней дугогасительной камерой (в отличие от десяти­пластинчатой у других типов), благодаря чему обладает более высокими характеристиками коммутационной износостойкости и предельной коммуникационной способности. Усовершенство­ванная конструкция контактов обеспечивает более эффектив­ное сцепление/расцепление. Все это, конечно, значительно увеличивает стоимость устройства, зато обеспечивает большую надежность, долговечность эксплуатации и повышает безопас­ность автоматических выключателей ВА103 по сравнению с ВА101 и ВА102.

По умолчанию выключатели ВА101 и ВА102 имеют ха­рактеристику С, выключатели ВА201 — характеристику D. В зависимости от установки электромагнитного расцепителя выключатели ВА103 могут иметь защитную характеристику типа В, С или D ([www.dek.ru](http://www.dek.ru)). Времятоковые рабочие характе­ристики автоматических выключателей ВА101, ВА102, ВА201, ВА103 представлены в табл. 3.3, а технические характеристи­ки — в табл. 3.4.

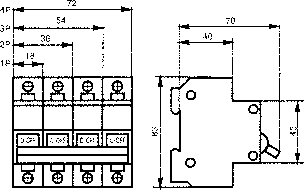
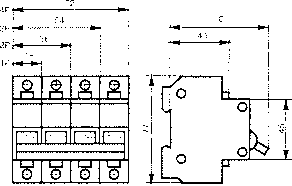
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Начальное состояние | | Тестовый  ток | Пределы времени расцепления или нерасцепления | Результаты испытаний |
|  | | **ВА101, ВА102, ВА20 1** | | |
| Холодный | | 1,131п | Т 1 ч (при ln 63 А) | Без расцепления |
| Т 2 ч (при 1п > 63 А) |
| Сразу после предыдущего теста | | 1,451„ | Т < 1 ч (при 1 п 63 А) | Расцепление |
| Т < 2ч (при1п > 63 А) |
| Холодный | | 2,551п | 1с<Т<60с (при!п 32А) | Расцепление |
| 1с<Т<120с (при!п>32А) |
| Холодный | I  | В-тип  i | 3ln | Т 0,1 0 | Без расцепления |
| 5ln | КОД о | Расцепление |
| !  \* С-тил | 51п | Т 0,1 с | Без расцепления |
| 101п | Т< 0,1 с | Расцепление |
| !  | D-тип | 101л | Т 0,1 0 | Без расцепления |
| 501„ | Т< 0,1 с | Расцепление |

**ВА103**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Холодный | | 1,131„ | Т 1 ч | Без расцепления |
| Сразу после предыдущего теста | | 1,451п | Т<1 ч | Расцепление (непрерывное нарастание тока в теч, 5 сек.) |
| Холодный | | 2,55ln | 1 с < Т < 60 с (при ln 32 А) | Расцепление |
| 1 с < Т< 120с (приln > 32А) |
|  | В-тип | 31п | Т 0,1 с | Без расцепления |
|  | 5ln | Т<0,1 с | Расцепление |
| 1  5 | С-тип | 51п | Т 0,1с | Без расцепления |
| g | 101п | Т< 0,1 с | Расцепление |
|  | D-тип | 101п | Т 0,1 с | Без расцепления |
|  | 50ln | Т< 0,1 с | Расцепление |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель | ВА101 | ВА102 | ВА201 | ВА103 |
| Род тока | Переменный, частота 50 (60) Гц | | | |
| Номинальное напряжение, В | Для 1-полюсных — 230 | | | |
| Для 2-, 3-, 4-полюсных — 400 | | | |
| Номинальный ток выключателя (расцепителя), А | 1,2,3, 4, 5, 6, 10, 16, 20 ,25, 32, 40, 50, 63 | | 25, 32, 40,  50, 63,80, 100 | 1,2, 3,4. 5, 6,  10, 16,20,25,  32, 40, 50, 63 |
| Тип защитной характеристики | В, С. D | | С, D | В, С, D |
| Число полюсов | 1,2, 3,4 | | | |
| Коммутационная износостой­кость. не менее | 4000 циклов | | | 10000 циклов |
| Предельная коммутационная способность, А | 3000 | | 6000 | |
| Степень защиты | IP20 | | | |
| Номинальные поперечные сеченияподключаемых проводников, мм2 | 1...25 | 1...16 | 2,5...50 | 1...25 |

**Конструкция выключателей**



**Рис. 3.45.** Выключатель авто­матический ВА101, ВА103

**Рис. 3.46.** Выключатель авто­матический ВА102

Устройство и принцип действия

Рассмотрим устройство выключателей. Автоматический вы­ключатель включает в себя механизм управления, электромаг­нитный и тепловой расцепители, дугогасительную камеру и т.д. Все узлы выключателя заключены в корпус, изготовленный из не поддерживающей горения пластмассы. Выключатели ВА102 имеют возможность соединения между собой и с УЗО01 ДЭК с помощью U-образной контактной шины.

Выключатели ВА201 имеют усовершенствованную конструкцию механизма управления и механизма свободного расцепления для снижения эффекта дребезжащего контакта,

вследствие чего во время включения замыкание контактов происходит мгновенно независимо от скорости движения ру­коятки управления.

Когда в защищаемой линии возникает перегрузка, ток перегруз­ки заставляет биметаллическую пластину изогнуться, которая в свою очередь толкает рычаг, воздействующий на механизм свободного расцепления. Подвижный контакт отходит от неподвижного, осу­ществляя защиту линии от перегрузки. Когда в защищаемой линии возникает ток КЗ, сердечник электромагнитного расцепителя втя­гивается и тянет за собой рычаг, который воздействует на механизм свободного расцепления. Подвижный контакт отходит от непод­вижного, защищая тем самым линию от воздействия токов КЗ.

Порядок установки

Выключатели крепятся на **рейку DIN** 35x7,5 мм (стандарт ЕН 50022, рис. 3.47). Рабочее положение выключателей вер­тикальное, обозначение ВЫКЛ. вверх, с отклонением до 5° в любую сторону от указанной плоскости. Перед установкой выключателя необходимо проверить автомат на отсутствие вне­шних повреждений, также произвести несколько включений и от­ключений чтобы убедиться, что механизм работает исправно.

Для подсоединения необходимо исполь- уД. зовать медные провода (кабели) или мед- ные соединительные шины. Рекомендуется /7/ использовать проводники с классом жил не менее 2 (многопроволочные), при этом жилы необходимо оконцевать медными тон- - „ „ п/л. .

костенными гильзами.

Подвод напряжения к выводам выключателя от источника пи­тания осуществляется со стороны выводов 1, 3, 5, 7. Проверьте маркировку на автомате, соответствует ли она требуемым усло­виям. Для выключателей ВА101 при подключении многопро­волочного облуженного провода сечением 25 мм: необходимо спрессовать конец кабеля для придания ему прямоугольной формы. Затягивать зажимные винты необходимо с приложением крутящего момента 2 Н м для выключателей ВА101, ВА102 и 6 Н м для выключателей ВА201. Допускается монтаж без проме­жутков между выключателями.

1. Устройства защиты от поражения  
   человека током

О терминологии защитного отключения

Термин **«устройство защитного отключения — УЗО»,** приня­тый в отечественной специальной литературе, наиболее точно определяет назначение данного устройства и его отличие от других коммутационных электрических аппаратов — автома­тических выключателей, выключателей нагрузки, магнитных пускателей и т.д.

Но иногда встречается неточность, даже вкравшаяся в стан­дарты. Это определение УЗО как **«устройства, управляемого остаточным током».** Здесь нарушена элементарная причинно- следственная связь. Устройство не управляется этим током, а реагирует на него!

В последних стандартах (серии ГОСТ Р 51326, 51327) также нарушена терминология: в отличие от принятого в основном стандарте (ГОСТ Р 50807—95) определения, УЗО называется то **«выключатель дифференциального тока — ВДТ», то «авто­матический выключатель дифференциального тока — АВДТ»,** что вводит в заблуждение специалистов.

Часто применяется другое, не соответствующее стандартам название УЗО — **«дифференциальный выключатель».** Это на­звание распространилось из переведенных неспециалистами- электриками проспектов зарубежных фирм.

, За рубежом приняты следующие обозначения [23].

. В Германии, Австрии— Fehlerstrom-Schutzschalter (Fehlerstrom- Schutzeinrichtung). Сокращенно: Fl-Schutzschalter (F-Fehler — повреждение, неисправность, утечка, I — символ тока в электротех­нике, Schutzschalter— защитный выключатель, Schutzeinrichtung — защитное устройство).

, Во Франции — DD — disjoncteur differential (дифференци­альный выключатель).

. В Великобритании — **e.I.c.b.** (earth leakage circuit breaker — выключатель тока утечки на землю).

**. В США— GFCI** (Ground Fault Circuit Interrupter — размы­катель тока утечки на землю).

В настоящее время действует международная классифика­ция УЗО, разработанная международной электротехнической комиссией (МЭК).

**. RCD** (residual current protective device) — защитное устройство по дифференциальному (разностному) току, обшее название УЗО.

**. PRCD** (portable residual current protective device) — пере­носное защитное устройство по дифференциальному току.

**. PRCD-S** (portable residual current protective device-safety) — переносное защитное устройство по дифференциальному току (в кабеле-удлинителе).

**. SRCD** (fixed socket outless residual current protective devi­ce) — защитное устройство по дифференциальному току (встроенное в розетку).

**. RCCB** (residual current operated circuit-breakers without integ­ral overcurrent protection) — защитное устройство по диффе­ренциальному току без встроенной защиты от сверхтоков.

**. RCBO** (residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection) — защитное устройство по дифферен­циальному току со встроенной защитой от сверхтоков.

**. RCM** (residual current monitor) — устройство контроля диф­ференциального тока (тока утечки).

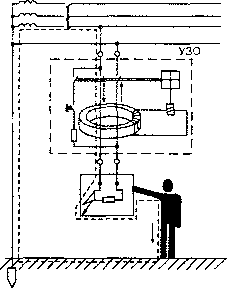
Кроме того, принято общее название **— RCD —** residual cu­rrent protective device. Точный перевод — защитное устройство по разностному (дифференциальному) току.

Принцип действия УЗО

Функционально УЗО можно определить как быстродейству­ющий защитный выключатель, реагирующий на дифференциаль­ный ток в проводниках, подводящих электроэнергию к защища­емой электроустановке. Основные функциональные блоки УЗО представлены на рис. 3.48.

Важнейшим функциональным блоком УЗО является диффе­**ренциальный трансформатор тока. В** абсолютном большинстве УЗО, производимых и эксплуатируемых в настоящее время во всем мире, в качестве датчика дифференциального тока исполь­зуется именно трансформатор тока.

**Пусковой орган (пороговый элемент)** выполняется, как правило, на чувствительных магнитоэлектрических реле прямого действия или электронных компонентах. **Исполнительный механизм** включает в себя силовую контактную группу с механизмом привода (рис. 3.48).



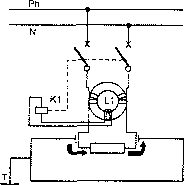
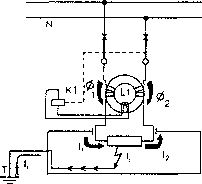
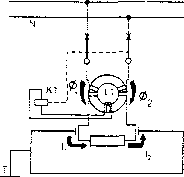
**Рис. 3.48.** Структура УЗО

Режимы работы УЗО

**УЗО предназначено** для непрерывной продолжительной работы. Оно должно отключать защищаемый участок сети при появлении в нем синусоидального переменного или пульсирую­щего постоянного (в зависимости от модификации) тока утечки, равного отключающему дифференциальному току устройства. УЗО, функционально не зависящее от напряжения питания, не должно срабатывать при снятии и повторном включении напряжения сети. УЗО не должно производить автоматическое повторное включение. УЗО, функционально не зависящее от на­пряжения питания, не должно зависеть от наличия напряжения в контролируемой сети, должно сохранять работоспособность при обрыве нулевого или фазного проводов. УЗО должно сраба­тывать при нажатии кнопки **«ТЕСТ».**

Конструкция контрольного эксплуатационного устройства должна исключать возможность попадания сетевого напряже­ния в цепь, подключенную к выходным выводам УЗО при на­жатии кнопки «ТЕСТ», когда УЗО находится в разомкнутом состоянии. Это означает, что тестовая цепь должна быть под­ключена к входному выводу УЗО через контакт, сблокирован­ный с силовой контактной группой.

УЗО защищается от токов короткого замыкания **последова­тельным защитным устройством (ПЗУ) —** автоматическим вы­ключателем или предохранителем, отвечающими требованиям

соответствующих стандартов. При этом номинальный ток ПЗУ не должен превышать номинальный рабочий ток УЗО.

...на катушку К1 поступает ЭДС, контакты размыкаются, автомати­чески прекращается подача напряжения на оборудование

Режим 3

Когда изоляция цела и утечки тока При нарушении изоляции в катушке L1 нет, в катушке L1 отсутствует появляется магнитный поток..

магнитный поток, а на катушке нет ЭДС. Контакты замкнуты, оборудование функционируем нормально

Режим 1 Режим *2*

**Рис. 3.49.** Режимы работы УЗО

Рассмотрим основные режимы работы УЗО.

**Режим № 1.** В нормальном режиме при отсутствии дифферен­циального тока — тока утечки — в силовой цепи по проводникам, проходящим сквозь окно магнитопровода трансформатора тока, протекает рабочий ток нагрузки. Проводники, проходящие сквозь окно магнитопровода, образуют встречно включенные первичные обмотки дифференциального трансформатора тока. Если обозна­чить ток, протекающий по направлению к нагрузке, как ф, а от нагрузки — как Е, то можно записать равенство = 12.

Равные токи во встречно включенных обмотках наводят в магнитном сердечнике трансформатора тока равные, но векторно встречно направленные магнитные потоки Ф] и Ф2. Результирую­щий магнитный поток равен нулю, ток во вторичной обмотке дифференциального трансформатора также равен нулю. Пуско­вой орган находится в этом случае в состоянии покоя.

**Режим № *2.*** При прикосновении человека к открытым токопроводящим частям или к корпусу электроприемника, на который произошел пробой изоляции, по фазному проводнику через УЗО, кроме тока нагрузки 1р протекает дополнительный ток — ток утечки (ID), являющийся для трансформатора тока дифференциальным (разностным).

Неравенство токов в первичных обмотках (I} + ID в фазном проводнике и 12, равный 1р в нейтральном проводнике) вызывает неравенство магнитных потоков и, как следствие, возникновение во вторичной обмотке трансформированного дифференциально­го тока. Если этот ток превышает значение уставки порогового элемента пускового органа, последний срабатывает и воздейству­ет на исполнительный механизм.

Исполнительный механизм, обычно состоящий из пружинно­го привода, спускового механизма и группы силовых контактов, размыкает электрическую цепь. В результате защищаемая УЗО электроустановка обесточивается.

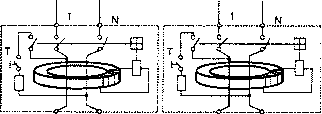
**Режим № 3.** Для осуществления периодического контроля исправности (работоспособности) УЗО предусмотрена цепь тестирования. При нажатии кнопки «ТЕСТ» искусственно созда­ется отключающий дифференциальный ток. Срабатывание УЗО означает, что оно в целом исправно. К УЗО, в силу его особого назначения — зашиты жизни и имущества человека — предъяв­ляются чрезвычайно высокие требования по надежности, помехоустойчивости, термической и электродинамической стойкости, материалам и исполнению конструкции. Этими осо­быми требованиями отчасти объясняется сравнительно высокая стоимость современных УЗО.

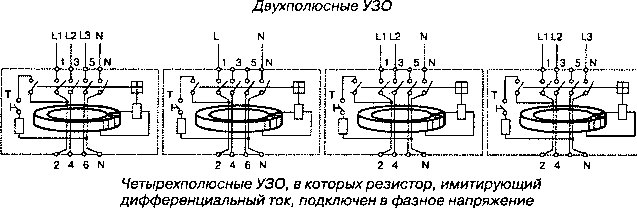
**Схемы включения УЗО**

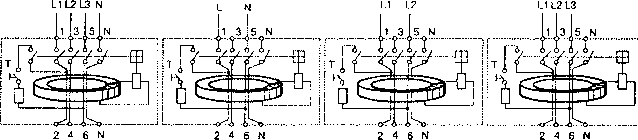
Конструкции УЗО различных производителей могут отли­чаться друг от друга не только параметрами, но и схемами под­ключения. На рис. 3.50 приведены наиболее распространенные схемы включения УЗО. Кроме того, показано включение УЗО в одно-, двух- и трехфазном вариантах [23].

При включении УЗО по неполнофазному варианту необходимо обратить внимание на правильность подключения проводников к клеммам устройства — должна быть подключена цепь тестирую­щего резистора. Схема подключения приведена на лицевой или боковой поверхности корпуса УЗО.

L N L1 L2







Четырехполюсные УЗО, в которых резистор, имитирующий дифференциальный ток, подключен на линейное напряжение

**Рис. 3.50.** Схемы подключения УЗО

Классификация УЗО по условиям функционирования:

**АС—** устройство защитного отключения, реагирующее на пере­менный синусоидальный дифференциальный ток, возникающий внезапно либо медленно возрастающий;

**А —** устройство защитного отключения, реагирующее на пере­менный синусоидальный дифференциальный ток и пульси­рующий постоянный дифференциальный ток, возникающие внезапно либо медленно возрастающие;

**В —** устройство защитного отключения, реагирующее на пере­менный, постоянный и выпрямленный дифференциальные токи;

**S —** устройство защитного отключения, селективное (с выдерж­кой времени отключения);

**G —** то же, что и типа S, но с меньшей выдержкой времени.

Применение УЗО тина А целесообразно в обоснованных случаях, например, в цепях, содержащих потребителей с ти­ристорным управлением без разделительного трансформато­ра. УЗО типа В применяют в промышленных электроустанов­ках со смешанным питанием — переменным, выпрямленным и постоянным токами.

Классификация УЗО по способу технической реализации

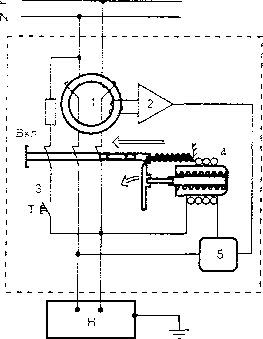
**Электромеханические—** функционально не зависят от на­пряжения питания. Источником энергии, необходимой для функционирования — выполнения защитных функций, включая операцию отключения, является для устройства сам сигнал — дифференциальный ток, на который оно реагирует.

**Электронные —** функционально зависят от напряжения питания. Их механизм для выполнения операции отключения нуждается в энергии, получаемой либо от контролируемой сети, либо от внешнего источника. Применение таких устройств более ограничено в силу их меньшей надежности, подверженности воздействию внешних факторов и др.

Следует отметить, что **основной причиной меньшего рас­пространения электронных УЗО** является их неработоспо­собность при часто встречающейся и наиболее опасной по условиям вероятности электропоражения неисправности электроустановки, а именно — при обрыве нулевого провод­ника в цепи до УЗО по направлению к источнику питания. В этом случае «электронное» УЗО, не имея питания, не фун­кционирует, а на электроустановку по фазному проводнику поступает опасный для жизни человека потенциал.

В развитых европейских странах электротехнические нормы допускают применение только УЗО, не зависящих от напряже­ния питания. УЗО второго типа разрешено применять в цепях, за­щищаемых электромеханическими УЗО, только в качестве допол­нительной защиты для конечных потребителей, например, для электроинструмента, нестационарных электроприемников.

В конструкции электронных УЗО, производимых в США, Японии, Южной Корее и в некоторых европейских странах (рис. 3.51), как правило, заложена функция отключения от сети защищаемой электроустановки при исчезновении напряжения питания. Эта функция конструктивно реализуется с помощьюэлектромагнитного реле, рабо­тающего в режиме самоудержи- вания. Силовые контакты реле находятся во включенном поло­жении только при протекании тока по его обмотке, что анало­гично магнитному пускателю.

При исчезновении напря­жения на вводных зажимах устройства якорь реле отпада­ет, при этом силовые контакты размыкаются, защищаемая электроустановка обесточива­ется. Подобная конструкция УЗО обеспечивает гарантиро­ванную защиту от поражения человека в электроустановке и в случае обрыва нулевого про­водника. В США применяются в основном УЗО, встроенные в розеточные блоки. На одном объекте, например, небольшой квартире, устанавливается по 10...15 устройств. Розетки, не обо­рудованные УЗО, обязательно запитываются шлейфом от розе­точных блоков с УЗО.

**Рис. 3.51.** «Электронное» УЗО с фун­кцией отключения от сети:

1 — дифференциальный трансформа­тор тока; 2 — электронный усилитель;

3 — цепь теста; 4 — удерживающее реле; 5 — блок управления; Н — на­грузка; Т — кнопка ТЕСТ

Работа УЗО на базе автоматического выключателя

В нашей стране, в отличие от общепринятой в мировой прак­тике концепции, целым рядом предприятий производятся элек­тронные УЗО на базе типового автоматического выключателя. Эти устройства функционируют так.

**При возникновении дифференциального тока** с модуля защитно­го отключения, содержащего дифференциальный трансформатор и электронный усилитель, на скомпонованный с модулем автома­тический выключатель подается либо электрический сигнал (на модифицированную катушку токовой отсечки), либо с якоря про­межуточного реле через поводок осуществляется механическое воздействие на механизм свободного расцепления выключателя. В результате автоматический выключатель срабатывает и отключает защищаемую цепь от сети. При отсутствии напряжения на вход­

ных зажимах такого устройства (например, при обрыве нулевого проводника до УЗО), во-первых, из-за отсутствия питания не функ­ционирует электронный усилитель, во-вторых, отсутствует энергия, необходимая дня срабатывания автоматического выключателя.

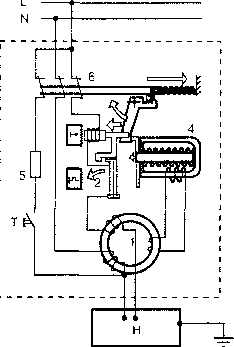
Таким образом, в случае обрыва нулевого проводника в пита­ющей сети устройство неработоспособно и не защищает контроли­руемую цепь. При этом в данном аварийном режиме (при обрыве нулевого проводника) опасность поражения человека электричес­ким током усугубляется, так как по фазному проводнику через неразомкнутые контакты автоматического выключателя в электро­установку поступает потенциал. Пользователь, полагая, что в сети напряжения нет, теряет обычную бдительность по отношению к электрическому напряжению и часто предпринимает попытки устранить неисправность и восстановить электропитание — от­крывает электрический щит, проверяет контакты, подвергая тем самым свою жизнь смертельной опасности.

УЗО со встроенной защитой от сверхтоков

Существует класс приборов — УЗО со встроенной защитой от сверхтоков **(RCBO),** так называемые **«комбинированные» УЗО** (рис. 3.52). Практически все фирмы-производители УЗО име­ют в своей производственной программе УЗО со встроенной зашитой от сверхтоков. Как правило, их доля в общем объеме выпускаемых устройств защитного отключения не превышает одного—двух процентов. Это объясняется довольно ограничен­ной областью их применения — незначительная неизменяемая нагрузка, автономный электроприемник и т.п.

Показательным примером является-освещение рекламных щитов, установленных на уличных павильонах, остановок общественного транспорта, где питание двух—трех люминес­центных ламп осуществляется через комбинированное УЗО с номинальным рабочим током 6 А и номинальным отключающим дифференциальным током 30 мА.

Конструктивной особенностью УЗО со встроенной защи­той от сверхтоков является то, что механизм размыкания си­ловых контактов запускается при воздействии на него любого из трех элементов — катушки с сердечником токбвой отсечки, реагирующей на ток короткого замыкания, биметаллической пластины, реагирующей на токи перегрузки, и магнитоэлект-

**Рис. 3.52.** Устройство УЗО со встроенной защи-  
той от сверхтоков:

1. — катушка токовой отсечки:
2. — биметаллическая пластина;
3. — дифференциальный трансформатор тока;
4. — магнитоэлектрический расцепитель,

реагирующий на дифференциальный ток;

1. — тестовый резистор;
2. — силовые контакты;

Н — нагрузка;

Т — кнопка ТЕСТ

рического расцепителя, реагирующего на дифференциальный ток. Применение УЗО со встроенной защитой от сверхтоков целесообразно лишь в обоснованных случаях, например, для одиночных потребителей электроэнергии.

Маркировка на корпусе УЗО

На каждом УЗО есть маркировка с указанием всех или, при малых размерах, части следующих данных [23].

1. Наименование или торговый знак (марка) изготовителя.
2. Обозначение типа, номера по каталогу или номера серии.
3. Номинальное напряжение Uп.
4. Номинальная частота, если УЗО разработано для частоты, отличной от 50 и (шш) 60 Гц.
5. Номинальный ток нагрузки 1п.
6. Номинальный отключающий дифференциальный ток IDi<.
7. Номинальная наибольшая включающая и отключающая коммутационная способность 1т.
8. Номинальный условный ток короткого замыкания 1п.
9. Степень защиты (только в случае ее отличия от IP20).
10. Символ [S] для устройств типа S, [G] — для устройств типа G.
11. Указание, что УЗО функционально зависит от напряжения сети, если это имеет место.
12. Обозначение органа управления контрольным устройством — кнопки **«ТЕСТ» ■—** буквой Т.
13. Схема подключения.
14. Рабочая характеристика: тип АС - символ |-^|, тип А — символ ^3-

Маркировка по пп. 2, 3, 5, 6, 8, 10, 12, 14 должна быть рас­положена так, чтобы быть видимой после монтажа УЗО. Ин­формация об устройстве по пп. 1, 7,13 может быть нанесена на боковой или задней поверхности устройства, видимой только до установки изделия. Информация об устройстве по пп. 4, 9, 11, а также значения интеграла Джоуля Pt и пикового тока 1р должны быть приведены в эксплуатационной документации. Выводы, предназначенные исключительно для соединения цепи нулевого рабочего проводника, должны быть обозначены буквой «N». Стандартные значения температуры окружающей среды (-5...+40 °C) могут не указываться. Диапазон температур (-25...+40 °C) обозначается символом

**Применение УЗО при различных системах заземления**

В настоящее время в нашей стране специалисты ведут ак­тивную работу по повышению уровня электробезопасности в электроустановках жилых и общественных зданий. В руководя­щих документах теперь предписано: *«В жилых и общественных зданиях линии групповой сети, прокладываемые от групповых щитков до штепсельных розеток, должны выполняться трехпро­водными (фазный, нулевой рабочий и нулевой защитный провод­ники). Питание стационарных однофазных электроприемников следует выполнять трехпроводными линиями. При этом нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не следует подключать на щитке под один контактный зажим».* Таким образом, сделан первый шаг по внедрению в России для электроустановок жилых и общественных зданий системы заземления TN-C-S.

Так, в ПУЭ (7-е издание) сформулированы требования к вы­полнению групповых сетей. Во всех зданиях линии групповой сети, прокладываемые от групповых, этажных и квартирных щитков до светильников общего освещения, штепсельных розе­ток и стационарных электроприемников, должны выполняться трехпроводными (фазный — L, нулевой рабочий — N и нулевой защитный — РЕ проводники). Не допускается объединение нуле­вых рабочих и нулевых защитных проводников различных груп­повых линий. Нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не допускается подключать под общий контактный зажим.

Выбор сечения проводников следует проводить согласно требованиям соответствующих глав ПУЭ. Однофазные двух- итрехпроводные линии, а также трехфазные четырех- и пяти­проводные линии при питании однофазных нагрузок должны иметь сечение нулевых рабочих N проводников, равное сечению фазных проводников.

**Трехфазные четырех- и пятипроводные линии** при питании трехфазных симметричных нагрузок должны иметь сечение нулевых рабочих N проводников, равное сечению фазных про­водников, если фазные проводники имеют сечение до 16 мм2 по меди и 25 мм2 по алюминию, а при больших сечениях — не менее 50% сечения фазных проводников, но не менее 16 мм2 по меди и 25 мм2 по алюминию.

Сечение РЕ проводников должно быть не менее сечения **N** проводников и не менее 10 мм2 по меди и 16 мм2 по алюминию независимо от сечения фазных проводников. Сечение РЕ про­водников должно равняться сечению фазных при сечении пос­ледних до 16 мм2,16 мм2 — при сечении фазных проводников от 16 до 35 мм2 и 50 % сечения фазных проводников при больших сечениях. Сечение РЕ проводников, не входящих в состав кабе­ля, должно быть не менее 2,5 мм2 — при наличии механической защиты и 4 мм2 — при ее отсутствии. В новое издание ПУЭ 2001 года новые требования вошли в окончательной формулировке.

Практические схемы систем заземления

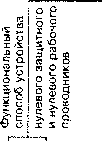
Существуют следующие системы заземления: TN-C, TN-S, TN-C-S, ТТ, IT (рис. 3.52...3.56) [23].

Т — непосредственное соединение нейтрали источника питания с землей.

I — все токоведущие части изолированы от земли.

Т — непосредственная связь открытых проводящих частей электроустановки здания с землей, независимо от характера связи источника питания с землей.

N — непосредственная связь открытых проводящих частей



электроустановки здания с точкой заземления источника питания.

S ~ функции нулевого защитного РЕ и нулевого рабочего N проводников обеспечиваются раздельными проводниками.

С —■ функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников обеспечиваются одним общим проводником PEN.

В России до настоящего времени применяется система подобная TN-C (рис. 3.53), в которой открытые проводящие части электроустановки (корпуса, кожухи электрооборудования) соединены с заземленной нейтралью источника совмещенным нулевым защитным и рабочим проводником PEN, т.е. «зануле­ны». Эта система относительно простая и дешевая. Однако она не обеспечивает необходимый уровень электробезопасности.

Системы TN-S (рис. 3.54) и TN-C-S (рис. 3.55) широко приме­няются в европейских странах — Германии, Австрии, Франции и др. В системе TN-S все открытые проводящие части электро­установки здания соединены отдельным нулевым защитным проводником РЕ непосредственно с заземляющим устройством источника питания.

При монтаже электроустановок правила предписывают при­менять для нулевого защитного проводника РЕ провод с желто- зеленой маркировкой изоляции.

В системе TN-C-S (рис. 3.55) во вводном устройстве элек­троустановки совмещенный нулевой защитный и рабочий проводник PEN разделен на нулевой защитный РЕ и нулевой рабочий N проводники.

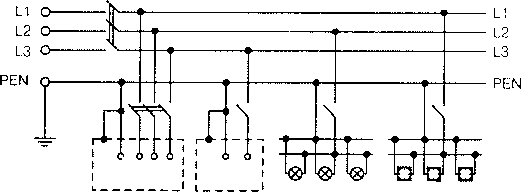
В системе TN-C-S нулевой защитный проводник РЕ соединен со всеми открытыми проводящими частями и может быть многократно заземлен, в то время как нулевой рабочий проводник N не должен иметь соединения с землей.

Наиболее перспективной для нашей страны является система TN-C-S, позволяющая в комплексе с широким внедрением УЗО обе­спечить высокий уровень электробезопасности в электроустановках без их коренной реконструкции.

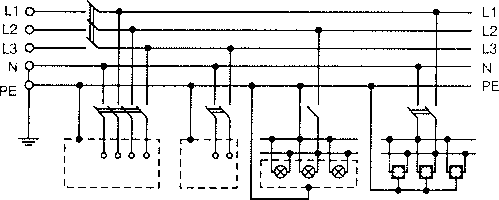
**Внимание!**

В электроустановках с системами заземления TN-S и TN-C-S электробезопасность потребителя обеспечивается не собствен­но системами, а устройствами защитного отключения (УЗО), действующими более эффективно в комплексе с этими системами заземления и системой уравнивания потенциалов.

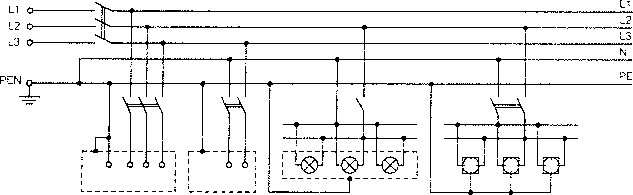
Собственно, сами системы заземления (без УЗО) не обес­печивают необходимой безопасности. Например, при пробое изоляции на корпус электроприбора или какого-либо аппара­та, при отсутствии УЗО отключение этого потребителя от сети



**Рис. 3.53.** Система TN-C



**Рис. 3.54.** Система TN-S



**Рис. 3.55.** Система TN-C-S

осуществляется устройствами защиты от сверхтоков — авто­матическими выключателями или плавкими вставками.

Быстродействие устройств зашиты от сверхтоков, во-первых, уступает быстродействию УЗО, а, во-вторых, зависит от многих факторов — кратности тока короткого замыкания, которая, в свою очередь, зависит от сопротивления проводников, переход­ного сопротивления в месте повреждения изоляции, длины ли­ний, точности калибровки автоматических выключателей и др.

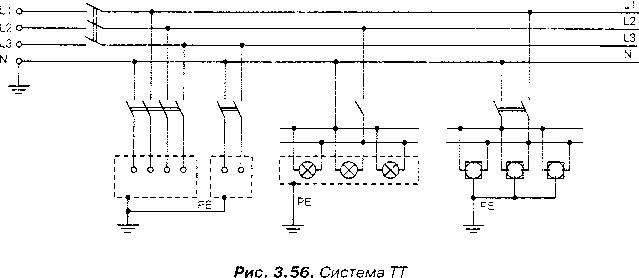
Наличие на объекте металлических корпусов, арматуры и пр., соединенных с PE-проводником, повышает опасность электропоражения, поскольку в этом случае вероятность обра­зования цепи «токоведущий проводник ■— тело человека — зем­ля» гораздо выше. Только УЗО осуществляет защиту от прямого прикосновения.

Внедрение систем TN-S и TN-C-S в европейских странах, к опы­ту которых мы вынуждены постоянно обращаться, поскольку там рассматриваемые проблемы решались на два десятилетия раньше, также проходило с большими трудностями. Например, в литерату­ре описан случай, когда электромонтер при подключении одного объекта ошибочно подключил фазу на защитный проводник, что повлекло за собой смертельное поражение нескольких человек.

В плане обеспечения условий электробезопасности при экс­плуатации электроустановки серьезной альтернативой выше рассмотренным системам заземления является сравнительно новое, но все более широко применяемое эффективное электро- зашитное средство — двойная изоляция.

Достижения химической промышленности в области про­изводства пластиков и керамик, имеющих великолепные меха­нические и электроизоляционные характеристики, позволили значительно расширить ассортимент электробезопасных элек­троприборов и электроинструментов в исполнении «двойная изоляция», при применении которых тип системы заземления в плане обеспечения условий электробезопасности не имеет зна­чения. Изделия в исполнении «двойная изоляция» маркируются знаком [□].

Рассмотрим **систему ТТ** (рис. 3.56). Все открытые проводящие части, защищенные одним защитным устройством, должны при­соединяться защитным проводником к одному заземляющему устройству. Если несколько защитных устройств установлены последовательно, то это требование применяется отдельно к каждой группе открытых проводящих частей, зашишаемой каж­дым устройством.

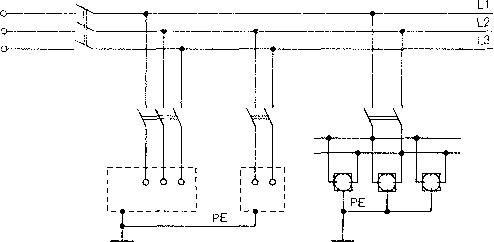


Нейтральная точка или, если таковой не существует, фаза питающего генератора или трансформатора должны быть заземлены. Должно выполняться следующее условие: RAIa = < 50 В, где Ra — суммарное сопротивление заземлителя и заземляющего проводника; 1а — ток срабатывания защитного устройства.

Если защитное устройство является устройством защитного отключения и реагирует на дифференциальный ток, то под 1а подразумевается уставка защитного устройства по дифферен­циальному току IDn.

Если защитное устройство — устройство защиты от сверхтока, то оно должно быть либо устройством с обратно щвисимой времятоковой характеристикой, и I.t — значение тока, обеспечивающее время срабатывания устройства не более 5 с, либо устройством с отсечкой тока, и тогда 11 — уставка по току отсечки.

**Системы IT** (рис. 3.57), как правило, не должны иметь нулевого рабочего проводника. Однако в случаях примене­ния системы IT с нулевым рабочим проводником необходимо предусматривать устройства обнаружения сверхтока в нулевом проводнике каждой цепи с воздействием на отключение всех проводников соответствующей цепи, находящихся под напря­жением, включая нулевой рабочий проводник.



**Рис. 3.57.** Система IT

Не требуется выполнения таких мер, если нулевой рабочий проводник надежно защищен от коротких замыканий с помо­щью устройства, установленного со стороны питания, или рас­сматриваемая цепь защищена с помощью устройства защитного отключения, реагирующего на дифференциальный остаточный ток с током уставки не более 0,15 максимально допустимого тока нулевого рабочего проводника. Такое устройство должно отключать все находящиеся под напряжением проводники соот­ветствующей цепи, в том числе нулевой рабочий проводник.

Если требуется отключение нулевого рабочего проводника, то он должен отключаться после отключения фазных проводников, а включаться одновременно с фазными проводниками или ранее.

Применение УЗО в системе заземления ТЫ

До настоящего времени большая часть электроустановок в нашей стране работает с системой заземления, подобной TN-C. В такой электроустановке при пробое изоляции на кор­пус электроприемника в случае, если этот корпус не заземлен (например, холодильник или стиральная машина на изолиру­ющем основании), УЗО, включенное в цепь питания электро­приемника, не сработает, поскольку нет цепи протекания тока утечки — отсутствует разностный (дифференциальный) ток. При этом на корпусе электроприемника окажется опасный по­тенциал относительно земли.

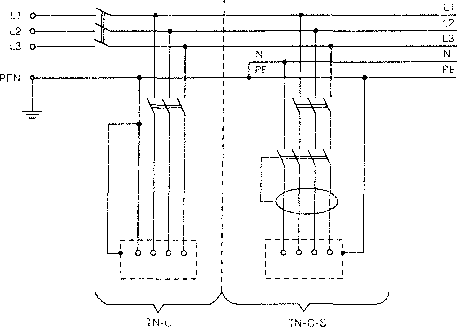
В этом случае при прикосновении человека к корпусу электро­приемника и протекании через его тело тока на землю, превы­шающего номинальный отключающий дифференциальный ток 152

УЗО (ток уставки) — IDn, УЗО среагирует и отключит электро­установку от сети, в результате жизнь человека будет спасена. Это означает, что в рассмотренном случае с момента нарушения изоляции и возникновения на корпусе электроприемника элек­трического потенциала до момента отключения дефектной цепи от сети существует период потенциальной опасности поражения электрическим током.

Таким образом, в электроустановках с системой заземления TN-C применение УЗО также оправдано, поскольку это устрой­ство и в таких электроустановках обеспечивает эффективную защиту от электропоражения. Электроустановки с системами заземления TN-S, TN-C-S, ТТ в данном аспекте обладают зна­чительным преимуществом: в аналогичной ситуации — при про­бое изоляции на корпус — УЗО мгновенно отключит электро­питание. поскольку все корпуса имеют надежное соединение с защитным проводником.

Подключение защитных проводников РЕ  
и уравнивание потенциалов

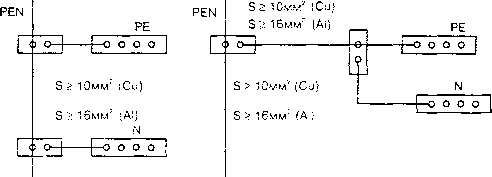
Следует особо пояснить правила подключения защитного проводника РЕ. Совмещенный нулевой и рабочий проводник PEN разделяется на нулевой защитный РЕ и нулевой рабо­чий N проводники во вводном устройстве (рис. 3.58).



**Рис.** 3.58. Выполнение системы заземления TN-C-S

Нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не допуска­ется подключать под общий контактный зажим. Смысл этого требования заключается в необходимости, в целях обеспечения условий электробезопасности, сохранения соединения защитно­го проводника с заземлением в случае разрушения (выгорания) контактного зажима.

На рис. 3.59 показаны примеры выполнения этого подклю­чения в этажном или квартирном щитках.



**Рис. 3.59.** Примеры выполнения подключения проводников РЕ и N к PEN

Обзор рынка зарубежных УЗО

Электромеханические УЗО производят ведущие европейские фирмы — SIEMENS, ABB, GE Power, ABL Sursum, Hager, Kopp, AEG. Baco, Legrand, Merlin-Germ, Circutor и др. Хорошо заре­комендовавшая себя фирма АВВ предлагает устройства F360, F370, DS640/DS650, DS652 и DS654. Средняя стоимость этих изделий в магазинах группы фирм ТФС — 90 у.е.

Французская фирма MERLIN-GERIN, входящая в промыш­ленную группу SCHNEIDER, выпускает УЗО DPN N Vigi, Vigi С60, Vigi NC100, C60, NC 100 или NC 125. Их средняя стоимость по прайс-листу ТФС — 85 у. е.

Широкий выбор УЗО предлагает концерн SIEMENS. В его каталогах десятки устройств, разнообразие которых может удо­влетворить любые требования покупателей. Наиболее популярная модель — двухполюсное УЗО NFI5SZ3227. Стоимость изделий «Siemens» почти не отличается от аналогов вышеназванных фирм. Французская фирма LEGRAND поставляет в Россию УЗО типа DX/D40, двух- и четырехполюсные. Их стоимость в магазинах группы фирм ТФС — до 90 у.е.

Тут самое время еще раз напомнить, что дать сравнитель­ную характеристику устройствам защитного отключения, по­ставляемым на российский рынок, так же невозможно, как составить «табель о рангах» производителей и поставщиков этих устройств в Россию. Хотите увидеть соответствие поку­паемого УЗО или дифференциального автомата требуемым параметрам? Соотнесите характеристики вашего прибора с аналогичными для УЗО-2000 и для АСТРО-УЗО. Если им­портные аналоги им уступают, купите отечественные изделия. По возможности советуйтесь со специалистами. Что касается качества и надежности устройств, тут можно положиться на ре­путацию их производителей и продавцов. Предпочтение следует отдавать специализированным магазинам и электротехническим торговым домам.

Обзор отечественного рынка УЗО

**В** настоящее время в России для производителей устройств за­щитного отключения наступили благодатные времена. И прежде всего потому, что разработаны и приняты нормативные документы и правила по их установке. И на российском рынке электротех­нического оборудования широко представлены УЗО как зарубеж­ных, так и отечественных производителей. Причем потребителям предлагается как продукция очень высокого класса европейского производства, так и просто качественная европейская продукция, отвечающая европейским стандартам.

На отечественном рынке представлены УЗО таких мировых лидеров, как ABB, SIEMENS, Moeller, Merlin-Gerin. Свой сег­мент рынка занимает и продукция производителей из Турции, Южной Кореи и Китая, устройства которых имеют более скром­ные качественные показатели.

Самые качественные устройства защитного отключения полностью изготавливаются из металла; такую продукцию про­должают выпускать в Германии. Но вообще у производителей во всем мире наметилась тенденция замены отдельных наименее важных деталей на пластмассовые. Но здесь важно подчеркнуть, что используемые в производстве УЗО пластмассы должны полностью отвечать всем технологическим требованиям. Даже корпуса УЗО делаются из специальных пластмасс, которые об­

ладают повышенной твердостью, термостойкостью, не должны гореть и плавиться от высоких температур.

В России уже более десятка отечественных электротехничес­ких предприятий наладили производство устройств защитного отключения. Спрос подстегивает производителей. Но большин­ство из них выпускают электронные УЗО. Что вполне объясни­мо. Для создания производства всех необходимых комплектую­щих (а их около 50) из металла и высококачественных пластмасс (корпус устройства) необходимы солидные инвестиции.

Помимо этого, одним из основных узлов электромеханичес­кого УЗО является сердечник, выполненный из специального материала — аморфного железа вакуумной плавки. Это самая дорогостоящая деталь в устройстве. В Европе такие сердечники выпускают всего два завода. В России подобные сердечники, по нашим данным, не выпускаются. Чтобы развернуть их производ­ство, опять-таки требуются вложения. А в электронных УЗО для сердечников может использоваться менее качественная сталь; усиление сигнала в них достигается за счет электроники.

Из российских предприятий производство электромеханичес­ких УЗО освоили курский ОАО «Электроаппарат» и «Москов­ский завод электроизмерительных приборов». Разворачивает свое производство электромеханических УЗО «Чебоксарский электроаппаратаый завод», при этом в традиционное устройство защитного отключения чебоксарские электротехники внесли ряд новшеств, которые значительно расширяют сферу его использо­вания.

Кроме крупных электротехнических заводов в России в на­стоящее время существуют небольшие предприятия, которые успешно осваивают производство современной электротехни­ческой продукции. Так, например, ЗАО «АСТРО-УЗО», которое наладило выпуск, а точнее — сборку высококачественных элект­ромеханических устройств защитного отключения из комплекту­ющих зарубежного производства. Помимо сборки на предприятии на специальном оборудовании производится полный комплекс работ по регулировке и настройке УЗО, что позволяет изготавливать изде- дия, соответствующие европейским стандартам. Приведем примеры УЗО, представленные на российском рынке, отвечающих требовани­ям Госстандарта и Главгосэнергонадзора (по материалам журнала «Идеи Вашего дома»). Технические параметры отчественных УЗО приведены в табл. 3.5.

*Технические параметры отечественных УЗО*

*Табллица 3.5*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Торговая марка и предприятие-изготовитель | Номинальное напряжение, В | Номинальный ток нагрузки, А | Номинальный отключающий дифференциальный ток, мА | □ 1  т  О г | Г | Номинальная включающая и отключающая способность, кА | Номинальная включающая и [ отключающая способность по I дифференциальному току, кА | I - -  Номинальный условный ток  I короткого замыкания, кА | Номинальное время отключения, мс | . Тип УЗО |
| Технические параметры отечественных электромеханических УЗО | | | | | | | | | | |
| УЗО 01, дэк, г. Влад ивосток | 240/415 | 16, 25,  32,40,  63, 80,  100 | 10, 30,  100,  300 |  | | 2,5 | — | - | от 0,4 ДО 2,0 | АС |
| УЗО иэк, г. Владивосток | 230/400 | 16,25,  32, 40,  63, 80,  100 | 10,30,  100,  300,  500 | 0,5  порога сраба­тывания | | 1,5 | — | — | 0,2 | АС |
| УЗО-М 304-2, УЗО-М 304-4, МЗЭП, г. Мо сква | 220, 380 | 25,  40,  63 | 10.  30, 300 |  | | — | — | 6 | 30 | АС |
| УЗО-Д40, «Электроап­парат», г. Курск | 220 | 16, 25, 32,40 | 10, 30 | 0,5  порога сраба­тывания | | 1,5 | 1 | 4,6 | 40 | АС |
| АСТРО-УЗО, ГП ОПЗ МЭИ, г. Москва | 220, 380 | 16, 25,  32, 40,  65, 80,  100, 125 | 10, 30,  100,  300,  500 | 0,5 порога сраба­тывания | | 1,5 | 1,5 | 10 | 30 | А, АС |
| Технические параметры отечественных электронных УЗО | | | | | | | | | | |
| УЗО2...УХЛ4, «Электро­контактор», г. Владикавказ | 220^ | 10,16,  25, 32 | 10,30 | 0,5  порога сраба­тывания | | 10 знач. ном. тока | — | — | 60 | АС |
| УЗО-ЩИТ-2, «Электро­контактор», г. Владикавказ | 22О-2о | 8,31,  5, 40 | 6, 10,  30, 50 | — | | 1,2 | — | 3 | 100 | АС |
| УЗО ВАД11 , «Низковольтник», г. Октябрьский | 220 | 6, 8, 10,  13, 16,  20, 25,  32,40 | 10, 30.  100 |  | | — | - | 4,5 | 40 | АС |
| УЗО 20, «Сигнал», г. Ставро поль | 220 | 6, 3, 10,  16,25,  31,5 | 10,30 | — | | 1 | 0,06 | - | 50 | АС |
| УЗО 22 (22Е), «Сигнал», г. Ставрополь | 220 | 6, 10, 16,25, i 32,40, 50,63 | | 10, 30, 100, 300 | — | | 1,5  (4,5) | 1,5 | — | I  40 | | AC I |

Устройство защитного отключения УЗО 01

Применяется в низковольтных электрических сетях бытового и про­мышленного назначения для защиты людей от поражения электрическим током при неисправностях электрооборудования или при контакте с открытыми токопроводящими частями электроустановок, а также для предотвращения возгораний, возникающих вследствие протекания токов утечки и замыканий на землю. Они функционируют при любых колебаниях напряжения в сети и даже при его отсутствии, например, при обрыве ну­левого или фазного проводников.

УЗО 01 предназначено для работы в сети, где защитный проводник «земля» и рабочий «ноль» разделены. Эти электромеханические устройства могут работать и в двухпроводных сетях. Но в таких случаях перед УЗО в цепь должно подключаться заземление.

**Конструкция**

УЗО 01 — электромеханическое устройство, не имеющее собственного потребления энергии, состоит из следующих частей: дифференциального трансформаторсцтока (ДТТ), электромагнитного расцепителя на посто­янном магните, механизма свободного расцепления, пятипластинчатых дугогасительных камер, комбинированных зажимов из посеребренной меди и анодированной стали, рукоятки управления ВКЛ-ВЫКЛ и т.д. Прибор обо­рудован кнопкой «ТЕСТ» для периодической проверки работоспособности. Все узлы УЗО заключены в корпус, изготовленный из негорючей пластмассы (рис. 3.61). УЗО 01 имеет возможность соединения с автоматическими вык­лючателями ВА102 ДЭК с помощью U-образной контактной шины.

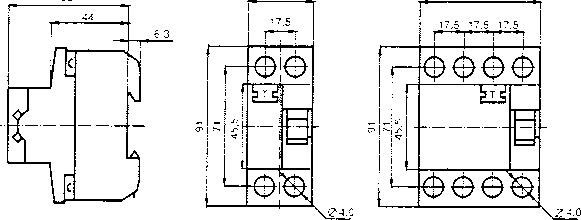
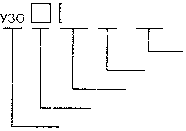
номинальный откл. дифференциальный ток 1Р, мА  
номинальный ток нагрузки Ц, А  
количество полюсов

Рис. **3.60.** Структура условного обозначения

номер разработки

устройство защитного отключения

Глава 4

Применение  
ламп накаливания

**Знакомство:** принцип действия, устройство и работа, обозначения ламп накаливания.

Как отличить качественные лампы.

Учет диапазона напряжений приобретаемой лампы.

Причины быстрого перегорания ламп накаливания и их устранение.

Блоки защиты.

**Ламповые патроны:** определение и назначение, уст­ройство патрона, разновидности.

Конструктивное исполнение, присоединение к электро­сети, применение патронов

**Устройство светильников с лампами накаливания.**

Установка светильников.

Монтаж и подключение люстр.

Ремонт.

1. Знакомство с лампами накаливания

Определение

**Лампа накаливания —** источник света, преобразующий энергию проходящего по спирали лампы электрического тока в тепловую и световую. По физической природе различают два вида излучения: тепловое и люминесцентное.

**Тепловым** называют световое излучение, возникающее при нагревании тел. На использовании теплового излучения осно­вано свечение электрических ламп накаливания.

Достоинства и недостатки

Достоинства ламп накаливания:

. при включении они зажигаются практически мгновенно;

. имеют незначительные размеры;

. стоимость их невысока.

**Основные недостатки ламп накаливания:**

. лампы обладают слепящей яркостью, отрицательно отражающей­ся на зрении человека, поэтому требуют применения соответству­ющей арматуры, ограничивающей ослепление;

• обладают незначительным сроком службы (порядка 1000 ч);

. срок службы ламп существенно снижается при повышении напряжения питающей электросети.

**Световой коэффициент полезного действия** ламп накалива­ния, определяемый как отношение мощности лучей видимого спектра к мощности потребляемой от электрической сети, весь­ма мал и не превышает 4 %.

Таким образом, основной недостаток ламп накаливания — низ­кая светоотдача. Ведь лишь незначительная часть потребляемой ими электрической энергии превращается в энергию видимых излучений, остальная часть энергии переходит в тепло, излуча­емое лампой.

Принцип действия

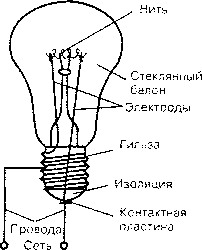
Принцип действия ламп накаливания основан на **преобразова­нии электрической энергии,** проходящей через нить, **в световую.** Температура разогретой нити достигает 2600...3000 °C. Но нить лампы не плавится, потому что температура плавления вольфра­ма (3200...3400 °C) превышает температуру накала нити. Спектр ламп накаливания отличается от спектра дневного света преоб­ладанием желтого и красного спектра лучей.

Колбы ламп накаливания вакуумируются или заполняются инертным газом, в среде которого вольфрамовая нить накала не окисляется: азотом; аргоном; криптоном; смесью азота, аргона, ксенона.

Устройство и работа ламп накаливания

тугоплавкой вольфрамовой проволоки щим через нее током. Чтобы спираль быстро не перегорела, из стеклянного баллона выкачан воздух либо баллон заполнен инертным газом. Спираль укреплена на электродах. Один из них припаян к металлической гильзе цоколя, другой — к металлической контактной пластине. Их разделяет изоляция. Один из проводов присое­динен к гильзе цоколя, а другой — к контактной пластине, как показано на рис. 4.1. Тогда ток, преодолевая электрическое сопротивление нити, раскаляет ее.

Лампа накаливания (рис. 4.1) светится потому, что нить из

Обозначения ламп накаливания

раскаляется проходя-

**Рис. 4.1.** Устройство и вклю­чение ламп накаливания

В обозначении ламп накаливания буквы означают: В— вакуумная; Г— газонаполненная; Б — биспиральная; **БК —** биспиральная криптоновая (имеет повышенную светоот­дачу и меньшие размеры по сравнению с лампами В, Б и Г, но стоит дороже); ДБ — диффузная (с матовым отражательным слоем внутри колбы); МО — местного освещения.

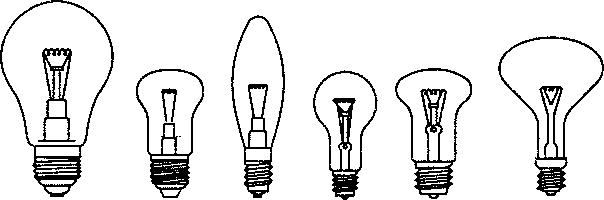
За буквами следуют две группы цифр. Они указывают диа­пазон напряжений и мощность лампы.

**Пример.** «В 220...230-25» обозначает напряжение 220...230 В, мощность 25 Вт. В обозначении может также присутство­вать дата выпуска лампы, например, IX 2005.

Лампы мощностью до 150 Вт выпускаются: в бесцветных прозрачных баллонах (световой поток ламп не уменьшается); в матированных изнутри баллонах (световой поток ламп уменьшает­ся на 3 %); в опаловых колбах; в окрашенных в молочный цвет баллонах (световой поток ламп уменьшается на 20 %).

Лампы мощностью до 200 Вт изготавливают как с резьбо­выми, так и со штифтовыми нормальными цоколями. Лампы мощностью более 200 Вт выпускаются только с резьбовыми цоко­лями. Лампы мощностью более 300 Вт выпускаются с цоколем диаметром 40 мм.

Примеры исполнения стандартных ламп накаливания



а) б) в) г) д) е)

Рис. 4.2. Примеры исполнения ламп накаливания

Примеры исполнения ламп накаливания приведены на рис. 4.2. На рис. 4.2.а,б — лампы одинаковой мощности, но на рис. 4.2.й — газонаполненная с аргоновым, а на рис. 4.2.6 — с криптоновым наполнителем (криптоновая). Размеры крипто­новой лампы меньше. Лампа на рис. 4.2.в напоминает свечу. Такие лампы часто применяют в люстрах и настенных светиль­никах. На рис. 4.2.г,*д,е* изображены, соответственно, биспираль- ная, биспиральная криптоновая и зеркальная лампы.

Зеркальные и декоративные лампы

Лампы в зеркальных колбах, или **зеркальные лампы,** имеют колбу специальной формы, на которую нанесен со стороны цоколя зеркальный слой. Остальная часть колбы матирована. Зеркальные лампы предназначены для освещения высоких по­мещений и открытых пространств, декоративного освещения. **Неодимовые лампы** используются там, где необходимо высокое качество цветопередачи.

**Обозначения зеркальных ламп: ЗК —** концентрированно­го светораспределения; ЗС — среднего светораспределения; ЗШ — широкого светораспределения; ЗКН — зеркальные из неодимового стекла концентрированного светораспределения; ЗШН — зеркальные из неодимового стекла широкого светорас­пределения.

Выпускаются также специальные лампы накаливания с зеркальным отражателем: термоизлучатели; кварцевые гало­генные (КГ-220-1200); ИКЗК-220-500.

**Обозначения декоративных ламп** специального назначения: **БЛ —** белые; **Ж —** желтые: **3 —■** зеленые; **К —■** красные; **О —** опаловые.

Разновидности ламп накаливания по заполнению баллона

Лампы накаливания изготовляются на напряжение от единиц до сотен вольт и на мощность от долей ватта до киловатт. Лампы накаливания, из колбы которых удален воздух, называются **ваку­умными.** Лампы, колбы которые заполнены инертными газами, называются **газонаполненными.**

**Преимущества газонаполненных ламп** ощутимы: газонапол­ненные лампы выгодно отличаются от вакуумных ламп. Объяс­няется это тем, что в среде инертного газа нить лампы не раз­рушается даже при более высокой температуре, чем в вакуумной лампе накаливания. Значит, они служат дольше. Газонаполнен­ные лампы при прочих равных условиях имеют большую свето­отдачу, чем вакуумные лампы, потому что газ, находящийся в колбе под давлением, препятствует испарению нити накала. Это позволяет повысить рабочую температуру нити. Таким образом, при одной и той же мощности они: меньше по размеру; обладают большей светоотдачей; в несколько раз дольше служат.

**Недостатком газонаполненных ламп** является дополнитель­ная потеря тепла нити накала вследствие конвекции газа, заполня­ющего внутреннюю полость колбы. В целях снижения тепловых потерь газонаполненные лампы заполняют малотеплопроводны­ми газами. Другим способом снижения тепловых потерь является уменьшение размеров и изменение конструкции нити накала. Так, например, нити накала выполняют в виде плотной винтообразной спирали (моноспирали) или двойной спирали (биспирали).

Как отличить качественные лампы

Рынок светотехнической продукции сейчас переполнен нека­чественными подделками. Отличить фирменную продукцию от подделки зачастую непросто. Простейший способ определения качества— визуальный: по маркировке на упаковке и самой колбе, где указываются фирма и страна-производитель (напри­мер, должно быть «Made in Germany», а не «Germany»). Согласно правилам торговли, на упаковке дается адрес производителя на русском языке. Продавец обязан иметь сертификат на каждый из товаров. Покупатель может потребовать такой сертификат и убедиться, что товар завезен легально и не является подделкой.

Особенности галогенных ламп накаливания

Лампы накаливания со временем теряют яркость, и происхо­дит это по простой причине: испаряющийся с нити накаливания вольфрам осаждается в виде темного налета на внутренних стен­ках стеклянной колбы. Современные галогенные лампы не име­ют этого недостатка благодаря добавлению в газ-наполнитель галогенных элементов (йода или брома). Последние способны «собирать» осевшие на колбе испарившиеся частицы вольфрама и «возвращать» их снова на вольфрамовую нить.

Кроме того, колба такой лампы выполняется из тугоплавко­го кварцевого стекла, которое более устойчиво к высокой тем­пературе и химическим воздействиям, и может быть заполнена газом под повышенным давлением. В итоге это позволяет по­высить температуру спирали, в результате чего увеличиваются в 2 раза световая отдача и срок службы галогенной лампы, аразмеры ее уменьшаются в несколько раз по сравнению с лам­пами накаливания такой же мощности.

Галогенные лампы применяются повсюду. Лампы, имеющие цилиндрическую или свечеобразную колбу и рассчитанные на сетевое напряжение 220 В, можно использовать вместо обычных (особенно там, где необходимы лампы небольшого размера). Зеркальные лампы, рассчитанные на низкое напряжение, прак­тически незаменимы при акцентированном освещении мебели, картин, а также жилых помещений.

Используя галогенные лампы, полезно помнить об их осо­бенностях. Трубчатые лампы (особенно мощные) лучше рас­полагать горизонтально с отклонением от горизонтали не более 10 градусов. Температура колбы может достигать 500 °C, поэтому следует соблюдать нормы противопожарной безопасности при установке ламп (например, обеспечить достаточное расстояние между поверхностью перекрытия и подвесным потолком).

**Полезный совет.** До стеклянной поверхности галогенной лампы лучше не дотрагиваться голыми руками, так как на ней оста­ются жирные пятна, что может привести к оплавлению в этом месте стекла колбы. Лампу необходимо брать, используя кусок чистой ткани.

Если колба чем-то испачкана, то нужно протереть ее медицин­ским спиртом.

Галогенные лампы очень чувствительны к скачкам напряжения сети, поэтому их следует включать через стабилизатор на­пряжения, а некоторые типы •— через понижающий трансфор­матор.

Учет диапазона напряжений приобретаемой лампы

В настоящее время выпускаются лампы, на которых указан диапазон напряжений: 125...135 В; 215...225 В; 220...230 В; 230...240 В. Эту маркировку на отечественные лампы наносят по кругу. Надпись может быть расположена и в три строчки. Цифры перед буквой В определяют диапазон напряжений данной лампы. Надо внимательно смотреть на эту маркировку при покупке ламп.

**Внимание!** Если вам приходится менять электрические лампы чаще одного раза в год, значит у вас в квартире повышенное или нестабильное напряжение. Если же лампы служат более двух лет, значит они горят с недостаточным накалом и их эксплуатация неэффективна. В этом случае применяйте лам­пы, рассчитанные на более низкое рабочее напряжение.

**Внимание! В** продаже встречаются лампы как на 127 **В,** так и на 220 В, и вы можете купить их случайно или по причине некомпетентнос­ти продавца. У лампы на 127 В, вкрученной в патрон, к которому подано напряжение 220 В, может не просто перегореть нить накаливания. Очень часто сама колба взрывается и разлетается на мелкие кусочки. Особенно опасно купить лампочки на 36 В, применяющиеся в промышленности. При выборе ламп можно воспользоваться рекомендацией завода-изготовителя, которые вкладываются в упаковочную коробку осветительного прибора.

**Внимание!** Покупая лампы, необходимо обратить внимание на марки­ровку, которая определяет оптимальное напряжение эксплуатации. При нормальном напряжении сети применяйте лампы с маркировкой 215...225 В и 220...230 В. Если эти лампы часто перегорают, покупайте лампы с мар­кировкой 230...240 В. При замене ламп 230...240 Вив труднодоступных местах, где часто приходится пользоваться электрическим освещением, применяйте лампы с маркировкой 235...245 В.

Если напряжение электросети вашей квартиры лежит в пределах диапазона, указанного на приобретенной лампе, то она хорошо светит и достаточно долговечна. Значение напряжения, лежащее примерно в середине диапазона, является расчетным. Например, для диапазона 230...240 В расчетное напряжение 235 В, а для диапазона 215...225 В — 220 В.

Таким образом, для сетей на одно номинальное напряжение (220 В) выпускаются лампы с несколькими диапазонами напряже­ний (215/225... 230/240 В). Необходимость в нескольких диапазонах объясняется тем, что рабочее напряжение в сети всегда отлича­ется от номинального: ближе к источнику электропитания — на­пряжение выше; вдали от источника питания — ниже.

**0**

**Пример 1.** При освещении длинного туннеля, если подстанция расположена в его начале, ближнюю к подстанции часть освеща­ют лампами на 230...240 В, затем диапазон снижают. В конце туннеля используют лампы диапазона 215...225 В.

**Пример 2.** В квартирах с устойчивым и нормальным напряжени­ем сети оптимально использовать лампы диапазона 215...225 В, на лестничных клетках — на 230...240 В.

**Важный вывод.** Чтобы лампы и ярко светили, и не перегорали преждевременно, нужно правильно выбрать диапазон напряже­ний приобретаемых ламп. В пределах каждого диапазона лампа накаливания дает хороший световой поток и достаточно долговечна. Наличие нескольких диапазонов объясняется тем, что рабочее напряжение в сети отличается от номинального: у источника питания (подстанции) оно выше, а вдали от ис­точника питания — ниже.

Для лестничных площадок домов можно рекомендовать лампы с номиналь­ным напряжением 230...240 В. В этом случае при номинальном напряжении сети 220 В: напряжение на лампе — 92 %, ток —■ 96 %, мощность — 88 %, световой поток — 75 %, срок службы — 350 %, т.е. имеют место как эко­номия электроэнергии, так и увеличение срока службы лампы накаливания.

Сопротивление нити накала лампы

Экспериментальная проверка наиболее распространенных бытовых ламп накаливания мощностью 25, 40, 60, 75,100 Вт по­казывает, что их сопротивление в холодном состоянии составляет 155,5; 103,5; 61,5; 51,5; 40 Ом, а в рабочем — 1936; 1210; 815; 650; 490 Ом соответственно. Тогда отношение «горячего» сопротив­ления к «холодному» равняется 12,45; 11,7; 13,25; 12,62; 12,4, а в среднем оно составляет 12,5.

В результате лампа накаливания при включении работает в экстремальных условиях при токах, которые превышают но­минальный, что приводит к ускоренному износу нити накала и преждевременному выходу лампы из строя, особенно при пре­вышениях напряжения в питающей сети. Последнее обстоятель­ство при длительных превышениях напряжения относительно номинального приводит к резкому сокращению срока службы лампы.

Процесс старения и срок службы лампы

**Срок службы лампы накаливания** колеблется в широких пределах, потому что зависит:

. от качества соединений в электропроводке и светильнике;

. от стабильности номинального напряжения;

. от наличия или отсутствия механических воздействий на лампу, толчков, сотрясений, вибраций;

. от температуры окружающей среды;

« от типа примененного выключателя и скорости нарастания величины тока при подаче питания на лампу.

**При продолжительной работе лампы** накаливания ее нить накала под воздействием высокой температуры нагрева по­степенно испаряется, уменьшаясь в диаметре, рвется (перего­рает).

Чем выше температура нагрева нити накала, тем больше света излучает лампа. При этом интенсивнее протекает процесс испарения нити, и сокращается срок службы лампы. Поэтому для ламп накаливания устанавливается такая температура нака­ла нити, при которой обеспечивается необходимая светоотдача лампы и определенная продолжительность ее службы.

**Средняя продолжительность горения** лампы накаливания при расчетном напряжении не превышает 1000 часов. После 750 ча­сов горения световой поток снижается в среднем на 15 %.

**Внимание!**

Лампы накаливания очень чувствительны даже к относительно небольшим повышениям напряжения: при повышении напряже­ния всего на 6 % срок службы снижается вдвое. По этой причине лампы накаливания, освещающие лестничные клетки, довольно часто перегорают, так как ночью электросеть мало нагружена и напряжение повышено.

Причины быстрого перегорания ламп накаливания

В одном из немецких городов есть фонарь, в который вкру­чена одна из первых ламп накаливания. Ей уже больше 100 лет. Но она сделана с огромным запасом надежности, поэтому горит до сих пор. В наше время лампочки накаливания выпускаются массово, но с очень малым запасом надежности. Бросок тока, возникающий при включении освещения, часто выводит лампоч­ку из строя из-за малого сопротивления в холодном состоянии. Поэтому при включении освещения лампочку надо разогреть малым током, а затем включить на полную мощность. Лампа на­каливания выходит из строя, как правило, при включении из-за малого сопротивления холодной нити накала.

Рассмотрим **небольшие хитрости** по продлению жизни лам­пам накаливания.

Учет номинального напряжения

В настоящее время промышленность производит лампы нака­ливания, на которых указано не одно напряжение (127 или 220 В), а диапазон напряжений (125...135, 215...225, 220...230, 230...240 В).

В пределах каждого диапазона лампа накаливания дает хоро­ший световой поток и достаточно долговечна. Наличие несколь­ких диапазонов объясняется тем, что рабочее напряжение в сети отличается от номинального: у источника питания (подстанции) оно выше, а вдали от источника питания — ниже.

В связи с этим, чтобы лампы долго служили и хорошо све­тили, необходимо правильно выбрать необходимый диапазон. Очевидно, что если напряжение в вашей квартирной сети равно 230 В, то покупать и устанавливать лампы накаливания, на которых указан диапазон 215...225 В, не имеет смысла. Такие лампы работают с перекалом и долго служить не будут — они перегорают преждевременно.

Влияние вибрации на срок службы ламп

Лампы накаливания, которые работают в условиях вибрации и подвергаются толчкам, выходят из строя чаше, чем работа­ющие в спокойном состоянии. Если возникает необходимость пользоваться переноской, то лучше осуществлять ее перемеще­ние в выключенном состоянии.

Профилактика патрона, в котором  
часто перегорают лампы

Иногда бывает, что в люстре перегорает одна и та же лампа, причем при работе лампы патрон очень горячий. В этом случае необходимо почистить и подогнуть центральный и боковые контакты, подтянуть контактные соединения проводов, подхо­дящих к патрону. Желательно все лампы в люстру установить одинаковой мощности.

**Блоки защиты Б3300... 1500**

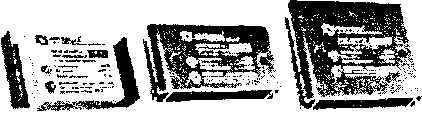
**Технические характеристики**

**Рабочее напряжение 176...264 В, 50 Гц**

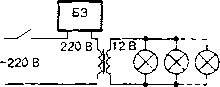
**Напряжение на нагрузке, не более 230 В**

**Количество каналов управления, шт 1**

**Блоки предназначены для продления срока службы галогенных ламп и ламп накаливания в 5—6 раз. Защита осуществляется благодаря системе плавного пуска и стабилизации рабочего напряжения на лампе. Систе­ма плавного пуска позволяет постепенно разогреть нить накаливания, предотвращая разрушающие броски пускового тока. Дополнительная стабилизация защищает лампу от перепадов напряжения, превышающих максимально допустимое для нее напряжение. Но с электронными транс­форматорами блок защиты не работает.**



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Блок защиты | БЗ-ЗОО | БЗ-500 | БЗ-1000 | БЗ-1500 |
| Максимальная мощность, Вт | 300 | 500 | 1000 | 1500 |
| Максимальный ток нагрузки, А | 1,4 | 2,3 | 4,5 | 6,8 |
| Крепежные размеры, мм | 60 | 65 | 87 | 87 |
| Габаритные размеры, мм | 70x42x15 | 80x42x15 | 100x50x26 | 100x74x26 |

**Подключение блока защиты следует проводить при отключенном напряжении сети. Суммарная мощность нагрузки, под­ключаемой к блоку, не должна превышать 300, 500, 1000 и 1500 Вт, соответственно. Блок защиты включается последователь­но с осветительным устройством по цепи 220 В (рис. 4.3).**

**БЗ**

Рис. **4.3.** Схема подключения блока защиты последовательно с осветительным устройством

**Модуль защиты ASP-L1 предназначен для продления срока службы всех видов ламп накаливания, в том числе и галогенных. Он защищает лампы от бросков тока в момент включения путем плавной подачи напряжения. Мо­дуль рассчитан на совместную работу с лампами на напряжение 220 В.**

**Основные параметры**

**Рабочее напряжение, В.........................................170—260**

**Частота, Гц 50...60**

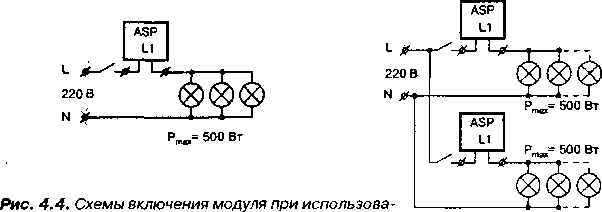
**Мощность нагрузки, не более, Вт 500**

**Время разогрева нити накаливания, с 5**

**Диапазон рабочих температур, °C -20...+40**

**Модуль ASP-LJ построен на двухстороннем стеклотекстолите размером 30x30 мм. Включается последовательно с нагрузкой и устанавливается в стандартную монтажную коробку вместе с выключателем. При использо­вании двухклавшиного выключателя устанавливаются два модуля.**

**Схемы включения модуля при использовании одно- и двухклавишного выключателя приведены на рис. 4.4.**



нии **одно- и двухклавишного выключателя**



**Внимание!**

**При работе модуля на максимальную нагрузку 500 Вт его тем­пература может достигать 70 °C.**

**Цифровой регулятор яркости ASP-L2 предназначен для плавного вклю- чения/выключения, а также плавного регулирования яркости освещения в бытовых, офисных и производственных помещениях при работе с лампами накаливания любого типа, в том числе и галогенных. Данное управление позво­ляет продлить срок службы ламп в несколько раз. Встроенный восьмичасовой счетчик времени отключит освещение автоматически, если свет, по каким- то причинам забыли выключить. Данный чип-модуль работает с любыми типами одноклавишных выключателей, клавиши которых не имеют фиксации (при отпускании клавиша должна возвратиться в первоначальное положение, как кнопка звонка). Такой тип управления считается более надежным по срав­нению с классическими регуляторами освещения, так как не имеет трущихся и вращающихся частей.**

**Основные параметры**

**Рабочее напряжение, В 200...240**

**Частота, Гц 50.-60**

**Мощность нагрузки, не более, Вт 500**

**Диапазон рабочих температур, °C 0...4-40**

**Запрещается эксплуатация устройства при повреждениях защитной оболочки и изоляции присоединительных проводников электросети. Мон­таж устройства производится только в обесточенном состоянии. Для избежания пожара и короткого замыкания электросети запрещается под­ключать нагрузку большей мощности, чем указано в паспорте устройства. При работе чип-модуля на максимальную нагрузку 500 Вт его температура может достигать 70 °C.**

**Рассмотрим порядок монтажа и эксплуатацию устройства. Модуль ASP-L2 построен на двухстороннем стеклотекстолите размером 32x32 мм и устанавливается в любую стандартную монтажную коробку вместе с выключателем. На устройстве находится клеммная колодка, куда подсое­диняются проводники освещения и электросети, как показано на рис. 4.5, при установке на место одноклавишного и при установке на место двух­клавишного выключателя.**



**Фаза (моль), проводник электросети — От лампы (провод, идущий на светильник)**

**От лампы 2 (провод, идущий на светильник)**

**Фаза (ноль), проводник электросети От лампы 1 (провод, идущий на светильник)**

**На выключатель**

**На выключатель**

**Блок таймера с функцией защиты ламп предназначен для отключения освещения на лестничных площадках, в тамбурах, прихожих и т.п. через заданный промежуток времени, а также для продления срока службы ламп (исключает броски тока при включении и перенапряжения питающей сети). Блок рассчитан на совместную эксплуатацию с лампами накаливания и гало­генными лампами накаливания на напряжение 220 и 12 В (последние питают через обычный [не электронный] трансформатор).**

**Технические характеристики**

**Рабочее напряжение 176...264 В, 50 Гц**

**Напряжение на нагрузке, не более 230 В**

**Максимальная мощность нагрузки**

**БЗТ-ЗОО 300 Вт**

**БЗТ-500 500 Вт**

**Подключается и устанавливается в монтажной коробке совместно с обыч­ным выключателем освещения. Благодаря этому любой выключатель может превратиться в таймер отключения освещения. В отличие от таймера- выключателя, имеющего свой дизайн и полностью законченную конструкцию, блок таймера с функцией защиты ламп позволяет сохранить стилистическое единство электроуапановочных устройств (выключателей, розеток и т.д.) в квартире, доме, офисе.**

**Включение освещения происходит при любом переключении выключате­ля. При этом не важно, в каком положении он находился ранее. Если при включенном освещении переключить выключатель, то свет выключится, несмотря на то, что время выдержки (5 минут) еще не прошло. Но с элек­тронными трансформаторами блок не работает.**

**Подключение блока таймера нужно проводить при отключенном на­**

**пряжении сети. Суммарная мощность нагрузки, подключаемой к блоку,**

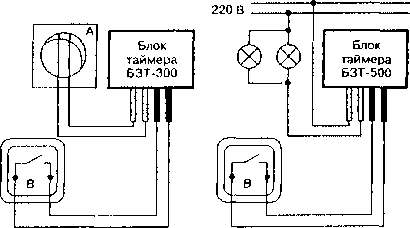
**не должна превышать 300 и 500 Вт соответ­ственно. Для подклю­чения светлые провода присоединяют к про­водам из монтажной коробки выключателя**

Рис. **4.6.** Схемы включения блоков БТЗ

1. **, идущим к лампам освещения, а темные провода подключают к клеммам выключателя**
2. **. Схемы включения приводятся на рис. 4.6.**
3. Патроны для ламп накаливания

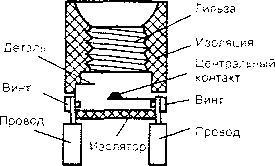
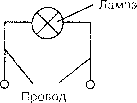
Определение и назначение

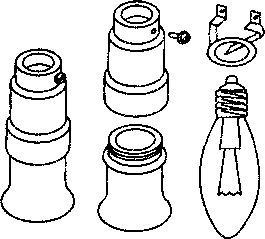
**Патрон —** приспособление для установки и закрепления электрической лампы в светильнике. Патрон должен соответ­ствовать типу цоколя крепящейся в нем лампы. Ламповые патроны предназначены для крепления и, в необходимых случа­ях, смены осветительных ламп. Лампы время от времени нужно менять. Поэтому их присоединяют к сети не наглухо, а ввинчи­вают в патроны.

Устройство патрона

Устройство патрона представлено на рис. 4.7. Один провод с помощью винта присоединен к боковому контакту, а дру­гой — винтом к центральному контакту. Гильза, другой боковой контакт и центральный контакт укреплены на изоляторе. Когда лампу ввинчивают в гильзу патрона, гильза цоколя соприкасает­ся с боковым контактом и, таким образом, оказывается соединен­ной с проводом. Контактная пластина лампы через центральный контакт патрона присоединяется к второму проводу.

Важная особенность современных патронов состоит в безо­пасности, которая обеспечивается следующим образом: до тех пор, пока лампа полностью не ввернута, гильза ее цоколя не со­единяется с токоведущими частями патрона. А когда соединение уже произошло, к цоколю невозможно прикоснуться, так как он полностью закрыт изолирующим корпусом патрона. Так обес­печивается электробезопасность. В патронах, выпускавшихся несколько лет тому назад, это требование не выполнялось, что необходимо иметь в виду, так как старые патроны еще находят­ся в эксплуатации.





**Рис. 4.8.** Примеры исполнения патронов для ламп с цоколем Е27

**Рис. 4.9.** Патрон для ламп накали­вания с цоколем Е14

Разновидности патронов

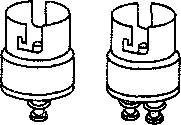
Резьбовой патрон с диаметром резьбы 27 мм предназначен для установки ламп накаливания с резьбовым цоколем Е27, наиболее широко применяется для освещения в квартирах. При­меры различного исполнения патронов для ламп с цоколем Е27 приведены на рис. 4.8.

Резьбовой патрон с диа­метром резьбы 14 мм предназ­начен для ламп накаливания с цоколями Е14. Старое на­звание «МИНЬОН». Эти пат­роны (рис. 4.9) используются с лампами относительно не­большой мощности, по форме напоминающими свечи.

Резьбовой патрон с диа­метром резьбы 40 мм пред­назначен для ламп, мощность которых более 500 Вт. Старое

название — «ГОЛИАФ». Он находит применение при организа­ции наружного освещения.

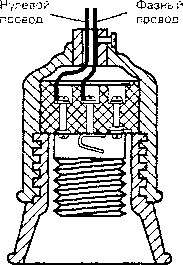
Байонетный патрон предназначен в основном для автомо­бильных, железнодорожных и других ламп специального назна­чения, так как предназначен для работы при вибрации и тряске. В подобных условиях резьбовые патроны не годятся, так как лам­пы из них могут вывинчиваться. Старое название — «СВАН».

Цоколь специальной лампы имеет два диаметрально расположенных штиф­та, которые вводятся в прорези патрона до отказа. Затем лампу немного повора­чивают и отпускают. Штифты входят в пазы патрона, а контакты лампы при­жимаются контактными пружинами (рис. 4.10).

**Рис. 4.10.** Байонетные патроны (с одним и с дву­мя контактами)

Конструктивное исполнение патронов

По конструктивному исполнению различают патроны:под­весные с ниппелем для сырых помещений; с ушком для подве­шивания; прямые потолочные; наклонные настенные. Наиболее распространены патроны в **пластмассовом** и **фарфоровом** кор­пусах. Контакты и контактные зажимы для присоединения про­водов смонтированы на фарфоровых вкладышах. Фарфоровые патроны более стойки к высоким температурам. Патроны для люминесцентных ламп выпускают стоечные, круглые и накидные с корпусами из пластмассы. К контактным зажимам патронов можно присоединять медные провода сечением до 1,5 мм2.

Присоединение к электросети

К контактным зажимам патронов мож­но присоединить медные провода сечени­ем 0,5; 0,75; 1; 1,5: 2,5 мм2 и алюминиевые 2,5 мм2. При зарядке патрона нулевой провод прикрепляют к винтовой гильзе патрона, а фазный — к центральному кон­такту патрона (рис. 4.11).

Применение патронов

Для ламп накаливания И ламп ДКЛ ***Рис.*** *4.****11.*** *Патрон пос-* применяются резьбовые патроны: *ле зарядки*

* для ламп мощностью до 60 Вт — патроны с диаметром резьбы 14 мм (с резьбой Е14 — малый цоколь) и 27 .мм (Е27 — средний цоколь);

. для ламп мощностью до 200 Вт — патроны с резьбой Е27;

* для ламп мощностью от 300 до 1500 Вт — патроны с диаметром резьбы 40 мм (Е40 — большой цоколь).

1. Светильники с лампами накаливания

**Устройство**

На рис. 4.12.а к корпусу настенного светильника привинчен патрон. Колпак из матового или молочного стекла навинчен на резьбе в корпусе. Такие светильники распространены в ванных комнатах и других сырых помещениях.

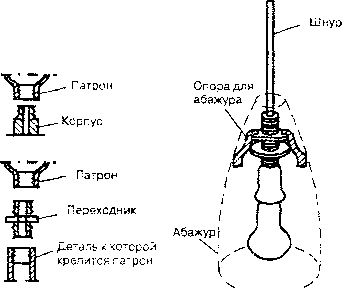
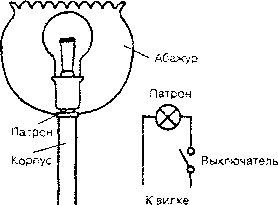
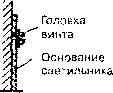
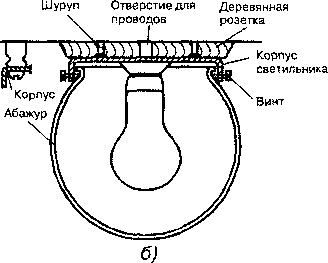
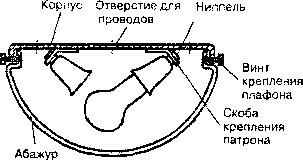
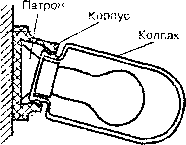
Корпус потолочного светильника с шарообразным абажуром привинчен к деревянной розетке (рис. 4.12.6). Розетка прикрепле­на к потолку шурупами или дюбелями. Провода вводятся через отверстие. Потолочный патрон привинчен к корпусу. Абажур закрепляют тремя винтами (двух винтов мало). Винты располо­жены под углами 120° и ввинчиваются в борт корпуса. Ввинчивать винты нужно равномерно и осторожно, чтобы не раздавить аба­жур. Иногда потолочные светильники укрепляют не на деревян­ной розетке, а на трех роликах, как показано на рис. 4.12.6 слева.

Плафон (рис. 4.12.в) имеет два патрона. Патроны привинче­ны к скобам с помощью ниппелей, а скобы приварены к корпусу. Провода вводят через отверстие. Абажур привинчивают тремя винтами. Для крепления к стенам в основании светильника (рис. 4.12.г) в отверстие вводят головку винта, предварительно ввинченного в стену (головка винта не доходит до стены на тол­щину основания светильника), а затем светильник оттягивают вниз. Светильник повисает на винте и не падает, так как верхняя часть отверстия Уже головки винта.

Патрон навинчен на корпус настольной лампы (рис. 4.12.6). Выключатель вмонтирован в основание светильника. Обратите внимание: шнур из светильника выводится через изолирующую втулку со скругленными краями и перед выходом из светильника закрепляется, например, подмоткой изоляционной ленты, чтобы его нельзя было выдернуть.

Патрон на корпус настольной лампы (рис. 4.12.6) непосред­ственно навинчен: наружная резьба верхней части корпуса со­ответствует внутренней резьбе в ниппельной головке патрона (рис. 4.12.е, сверху). Но если и у патрона, и у детали, к которой он должен быть прикреплен, резьбы внутренние, то приходит-

ся устанавливать переходную деталь. Переходные детали при­меняются во всех случаях, когда непосредственное соединение невозможно.



Отверстие

Изолирующая втулка

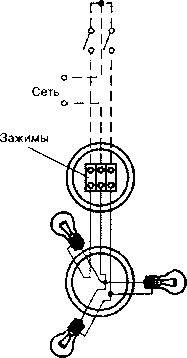
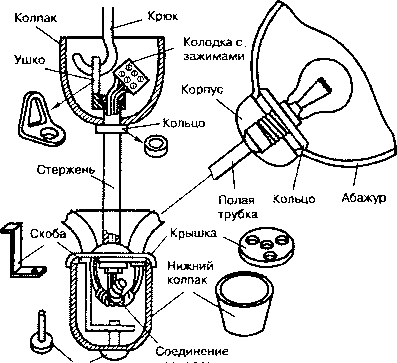
Основание светильника"

Рис. 4.12. Светильники с лампами накаливания

Относительно легкий светильник можно подвесить на шнуре (рис. 4.12jk). Абажур (если он имеет соответствующие форму и размеры отверстия) можно закрепить непосредственно на патроне.

Крепление деталей и соединения в люстре иллюстрирует рис. 4.13л. Схема внутренних соединений показана на рис. 4.13л. Люстра подвешивается на изолированном крюке — изоляция крюка или ушка обязательна. Ушко держится отбортовкой полого стержня. Внутри стержня проходят провода; они заканчиваются колодкой с зажимами для присоединения проводов от сети. Крюк, ушко, колодка закрыты колпаком. Он не соскальзывает вниз по стержню, так как закреплен кольцом. Кольцо металлическое (тог­да оно имеет прижимной винт) либо из какого-нибудь упругого материала.

Если винт вывинтить из скобы, то снимется нижний колпак и будут видны крепления полых трубок к крышке и соединения проводов. Провода скручены, пропаяны и изолированы изоля­ционной лентой либо упругими пластмассовыми колпачками. Корпус надет на трубку, а затем навинчен патрон. Абажур, име­ющий закраинки, которые входят в корпус, закреплен кольцом, которое навинчивается на патрон.



**Винт проводов**

**а) б)**

**Рис. 4.13.** Крепление деталей и соединения в люстре

Установка светильников

Светильники соединяют с проводами сети при помощи **штепсельных разъемов** или **люстрового зажима.** Заряжают све­тильники **медными гибкими проводами** с сечением жил: не менее 0,5 мм2 — внутри зданий; 1 мм2 — для наружной установки.

**Для декоративного оформления** места подвески светильника иногда используется потолочная розетка светильника, внутри которой имеется люстровый зажим. Допускается подвешивать светильник непосредственно на питающих его проводах только при условии, что эти провода специально предназначены для этой цели.

Подвесы подвешивают на крюках. Крюк в потолке должен быть изолирован от светильника с помощью поливинилхлорид­ной трубки.

**Внимание!** Изоляция крюка необходима для предотвращения появления опасного потенциала в металлической арматуре бетонных плит или стальных труб электропроводки при нару­шении изоляции в светильнике.

В случае крепления крюков к деревянным перекрытиям изо­лирование крюка не требуется. Для установки крюка в пустотелой плите перекрытия проделывают отверстие, а затем фиксируют крюк. В сплошных железобетонных перекрытиях светильник **подвешивают к шпильке,** пропускаемой насквозь через все пе­рекрытие. Все приспособления для подвеса светильников **испы­тывают на прочность** пятикратной массой светильника. Детали крепления подвеса при этом не должны иметь повреждений и остаточных деформаций.

Монтаж и подключение люстр

Люстру также подвешивают на заранее заготовленный **крюк,** предварительно испытанный на прочность. Крюк изолируют внахлестку двумя слоями изоляционной ленты. Провода про­ложены в трубках люстры заводом-изготовителем и выведены на клеммную колодку. Через нее люстра присоединяется к электро­проводке. Выключатели установлены на стене. Зарядку светиль­ников выполняют гибкими проводами с медными жилами.

Для подключения люстры необходима **индикаторная отвертка.** Индикатор перед работой обязательно проверяетсяна работоспособность. На потолке висят три конца: один ноль и два фазных. Провода «фаза» идут на выключатель, а «ноль» сразу идет в монтажную коробку.

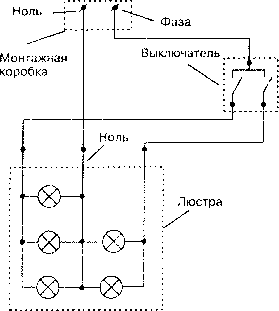
**Шаг 1.** Выключаем автоматический выключатель на лест­ничной плошадке и индикатором проверяем отсутствие напря­жения. Снимаем с трех потолочных концов изоляцию, затем разводим эти концы в сторону друг от друга так, чтобы они не замыкались. Включаем напряжение.

**Шаг 2.** Индикатором по очереди дотрагиваемся до каждого из концов. При этом выключатель должен быть включен. При касании провода индикатор загорается, значит это «фаза», не горит — «ноль». Запомните или пометьте изоляцией «ноль».

**Шаг** 3. Из люстры выходят три провода; нам надо найти из них «ноль». Для этого по очереди включаем в розетку два лю­бых провода, при этом не дотрагивайтесь до третьего. Должна загореться одна половина ламп; запоминаем провода, а затем один провод оставляем в розетке, а другой меняем местами с неподключенным. Должна загореться другая половина ламп. Если этого не произошло, меняем провода. Должно быть так, чтобы один провод всегда был в розетке; вставляя по очереди другие два провода, загорается сначала один ряд ламп, а потом другой. Тот провод, который не вынимался из розетки, и будет нулевым.

**Шаг 4.** Соединяем нулевой провод люстры с нулевым про­водом на потолке. Два фазных провода — с любым из двух на потолке.

Если вас не устраивает, что выключатель включает сначала большой свет, а затем маленький, то надо просто поме­нять местами фазные концы на люстре или на выключателе.

Схема подключения люстры к электропроводке показана на рис. 4.14.

**Рис. 4.14.** Схема включения люстры

**Внимание!**

Нельзя скручивать медный и алюминиевый провод. Между этими металлами получается гальваническая пара, которая способ­ствует разрушению контакта. Такие провода соединяются через винт с гайкой, а между ними обязательно ставится стальная шайба. В магазинах есть специальные соединительные колодки, которые прикручивают провода через втулку винтами.

Неисправности светильников с лампами накаливания

**Срабатывает автомат защиты при включении освещения:**

* если неисправен автомат, то произвести ремонт или замену авто­мата;
* если замыкание в сети освещения или светильнике, то найти и уст­ранить причину замыкания;
* если лампа замкнула контакты в патроне своим цоколем, то ото­гнуть контакты;
* если произошло замыкание проводов в месте их присоединения к па­трону или в коробке, то заменить светильник.

**Обрыв цепи в автомате:**

* заменить автомат.

**Неисправен выключатель, включающий одну или несколько ламп:**

* заменить выключатель.

**Выскочили из зажимов или обгорели провода в патроне, выключателе, автомате, коробке:**

* устранить неисправность.

**Лампа не касается контактов в патроне:**

* если контакты отогнулись, то подогнуть контакты;
* если контакты обгорели или отломились, то заменить патрон.

**Перегорание электрической лампочки:**

1. Заменить электрическую лампочку,
2. Если замена лампы накаливания не дает положительного результа­та, причину следует искать в патроне:

а) необходимо проверить, есть ли касание цоколя с центральным кон­тактом;

б) при необходимости центральный контакт необходимо немного ото­гнуть;

в) при плохом контакте возможны приваривание: цоколя лампы к па­трону; недопустимый перегрев лампы, патрона, светильника и подводящих проводов;

г) при наличии механических поломок контактных стоек, обгорании пластмассовых корпусов, наличии трещин и сколов патрон необходимо заменить на исправный.

**Лампы накаливания не выворачиваются из патрона.**

Лампы накаливания часто не выворачиваются из патрона из-за того, что заржавел цоколь или приварился центральный контакт. Применение большого усилия приводит к отрыву цоколя. Для устранения неисправно­сти необходимо:

* обесточить электросеть, вывернув предохранительные пробки или от­ключив автоматические выключатели;
* обмотать колбу в несколько слоев толстой тряпкой, чтобы не по­резать руку, если колба лопнет, и попытаться вывернуть лампу:
* в итоге лампа или выворачивается, или у нее срывается баллон, а цоколь остается в патроне.

**Баллон лопнул, а цоколь остался в патроне:**

* для выворачивания цоколя из патрона прибегнуть к помощи плоскогубцев;
* край цоколя, выступающий из патрона, захватить плоскогубцами и, придерживая патрон рукой, вывернуть цоколь, вращая его плоскогубцами против часовой стрелки;

» если не удается вывинтить цоколь плоскогубцами, патрон придется разобрать.

Присоединение шнура к патрону

Прежде, чем приступить к непосредственному присоединению шнура к патрону, надо соответственно заделать концы проводов:

. на расстоянии 25 мм от конца каждого провода острым ножом об­резать хлопчатобумажную оплетку и снять ее;

. на расстоянии 20 мм от конца провода обрезать и снять резиновую изоляцию. При этой операции нельзя сильно нажимать ножом на провод, иначе можно перерезать его металлические жилы;

. оголенный пучок жил нужно хорошенько зачистить ножом или шкуркой (стеклянной бумагой), скрутить и согнуть в кольцо диаметром 6 мм;

. оставшуюся часть оголенного конца провода при помощи плоскогубцев согнуть вокруг основания кольца;

. отрезать полоску изоляционной ленты длиной 56—60 мм и шириной 5—6 мм и обмотать ею провод, начиная от оплетки и до кольца;

» обмотка укладывается в два слоя: один слой — слева направо, второй — справа налево;

. на этом заделка заканчивается.

Затем оба провода нужно пропустить поодиночке в верхнее отверстие патрона и зажать Уежду шайбами контактных винтов. Контактные винты патрона находятся на фарфоровом основа­нии. Для освобождения патрона надо, придерживая левой рукой корпус, отвернуть, вращая против часовой стрелки, верхнюю его часть.

Безопасность использования светильников

Лампы нагреваются, а от чрезмерного нагрева может лоп­нуть (особенно пластмассовый) и даже загореться (бумажный, матерчатый) абажур. Значит, ни в коем случае нельзя ставить более мощные лампы, чем тем, на которые светильники рас­считаны. Особенно важно об этом предупредить теперь. Дело в том, что размеры абажуров таковы, что лампы накаливания повышенной мощности в них просто не помещаются.

**Внимание!** Размеры криптоновых ламп значительно меньше, что и служит распространенной причиной перегрева светиль­ников. И, наконец, следует еще раз подчеркнуть: многие мате­риалы, из которых сделаны абажуры, горючи.

Замена или восстановление перегоревшей лампы

Если кусок спирали отвалился совсем, то лампу можно про­сто выбросить. Но если спираль лишь лопнула, то такую лампу **можно попытаться восстановить.** Для этого необходимо оце­нить состояние нити накала лампы. При выявлении обрыва нити только в одном месте лампу следует вставить в настольный светильник со снятым рассеивателем. Наклонами, поворотами светильника, постукиванием пальцем по баллону добиваются соединения концов спирали нити накаливания как можно с меньшей накладкой друг на друга.

После чего, не изменяя положения лампы, включают све­тильник в сеть. При включении концы нити накала свариваются между собой, и такая лампа может еще послужить, особенно в щадящем режиме. Можно попытаться соединить концы нити накала лампы, не вкручивая ее в светильник, а затем осторож­но, чтобы не нарушить соединения, вкрутить ее и, проверив визуально целостность нити, включить светильник. Подобным образом удается восстановить половину перегоревших ламп.

Глава 5

Применение

галогенных ламп

**Знакомство:** особенности галогенных ламп, вольф- рамо-галогенный цикл, применение, система обозна­чений, устройство и принцип действия.

Галогенные лампы сетевого напряжения и низковоль­тные.

**Подключение** галогенных светильников.

1. Знакомство с галогенными лампами

Особенности галогенных ламп

Галогенные лампы накаливания по структуре и принципу действия сравнимы с лампами накаливания. Но они содержат в газе-наполнителе незначительные добавки галогенов (бром, хлор, фтор, йод) или их комбинации. С помощью этих добавок возможно в определенном температурном интервале практи­чески полностью устранить потемнение колбы (вызванное испа­рением атомов вольфрама) и обусловленное этим уменьшение светового потока.

Поэтому размер колбы в галогенных лампах накаливания может быть сильно уменьшен, вследствие чего, с одной сторо­ны, можно повысить давление в газе-наполнителе, и, с другой стороны, становится возможным применение дорогих инертных газов (криптон и ксенон) в качестве газов-наполнителей.

Современные галогенные лампы имеют ряд существенных **преимуществ:**

. неизменно яркий свет в течение всего срока службы;

* красивый, сочный свет, обеспечивающий великолепную цветопередачу и возможность создания привлекательных световых эффектов;
* больше света при такой же мощности благодаря более высокой световой отдаче, а следовательно, и повышенная экономичность;

. увеличенный вдвое срок службы по сравнению с лампами накаливания;

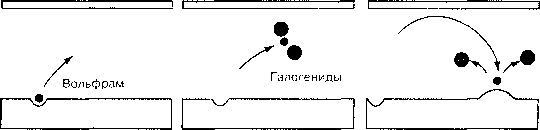
. уменьшенные размеры.

Вольфрамо-галогенный цикл

Существенные характеристики лампы накаливания— **све­товая отдача и срок, службы —** в основном определяются тем­пературой спирали: чем выше температура спирали, тем выше световая отдача, но тем короче срок службы.

Сокращение срока службы является последствием быстро растущей при повышении температуры скорости испарения вольфрама, которая приводит, с одной стороны, к потемнению колбы, а с другой — к перегоранию спирали.

Потемнение колбы можно эффективно предотвратить с помощью галогенной добавки к газу-наполнителю, которая в процессе вольфрамо-галогенного цикла (рис. 5.1) не дает уже испаренному вольфраму осесть на стенках колбы. Испаренный из спирали в процессе работы лампы вольфрам попадает в результате диффузии или конвекции в температурную область (Т, < 1400 К) вблизи стенки колбы, где образует стабильное вольфрамо-галогенное соединение. Вместе с тепловым потоком эти соединения снова перемещаются в зону горячей спирали (Т2 > 1400 К) и там снова распадаются.



**Рис. 5.1.** Вольфрамо-галогенный цикл

Часть вольфрама снова восстанавливается на спирали, но уже на новом месте. Нормальный вольфрамо-галогенный цикл при­водит лишь к предотвращению потемнения колбы, но не к увели­чению срока службы, который закончится в результате разрыва спирали на возникших «горячих точках».

Так называемый «регенеративный» цикл был бы возможен с участием фтора. Но этот способ сегодня еще не разработан из-за агрессивности фтора по отношению к кварцевому и тугоплав­кому стеклу, а также по причине его сопротивляемости к ныне используемым галогенам.

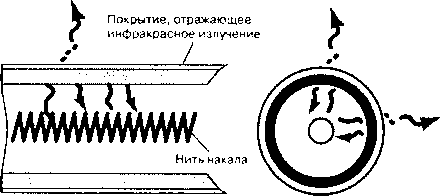
Галогенные лампы накаливания нового поколения с отра­жающим инфракрасное излучение покрытием ламповой колбы характеризуются **значительным повышением световой отдачи.**

Это обусловлено следующим физическим процессом. Часть энергии, которая в обычных галогенных лампах накали­вания преобразовывается в невидимое инфракрасное излуче­ние (более 60 % производительности излучения), в лампах с

покрытием частично преобразовывается снова в свет. Это ста­новится возможным благодаря структуре покрытия, которое пропускает только видимый свет, а инфракрасное излучение по возможности полностью возвращает на спираль, где оно частично поглощается. Это вызывает повышение температу­ры спирали, вследствие чего подачу электроэнергии можно сократить. Световая отдача возрастает.

Применение галогенных ламп

**Галогенные лампы накаливания** применяются для светиль­ников общего освещения и прожекторов, инфракрасного об­лучения, кинофотосъемочного и телевизионного освещения, автомобильных фар, аэродромных огней, оптических приборов и др. Миниатюрные лампы применяются в кинопроекторах, в медицинских приборах, в проекторах измерительных лаборато­рий, театральных световых приборах, в подводных световых при­борах. Среднегабаритные лампы применяются в осветительной аппаратуре для цветных кино-, фото-, телесъемок.



**Рис. 5.2. Принцип работы софитной галогенной лампы накаливания низкого напря­жения с покрытием, отражающим инфракрасную составляющую**

Система обозначений

Рассмотрим структуру условного обозначения галогенных ламп накаливания.

**В** СНГ приняты следующие обозначения галогенных ламп накаливания:

. первая буква — **материал колбы** (К — кварцевая);

• вторая буква — **вид галогенной добавки (И —** йод, Г — галоген);

. третья буква — **область применения** (О — облучательная) или **конструктивная особенность (М —** малогабаритная);

• первая группа цифр — мощность, Вт; сила света, кд; ток, А, или световой поток, лм, в зависимости от принятой марки­ровки для ламп соответствующего типа;

. последняя цифра — **порядковый номер разработки** после первой.

Буквенное обозначение (К — кварцевая, Г — галогенная,

Д — дифференциального излучения, И — с интерференционным отражателем,

К — с концентрированным телом накала, П — произвольного положения горения, М ~ малогабаритная, МН — миниатюрная, Т — термоизлучатель,

О —- с отогнутыми концами, Э — с эллиптическим отражателем).

—- X — номинальное напряжение или диапазон напряжений (от 6 до 380 В).

|—\_\_\_.—\_ х — номинальная мощность (от 20 дс 10000 Вт).

j J X — отличительная особенность от базовой модели (от 1 до 6).

\_ i I

х-х-х-х

Конструктивные особенности

По конструктивным признакам галогенные лампы накали­вания делятся на две группы: с длинным спиральным телом накала при соотношении длины ламп к диаметру более 10 — **линейные или трубчатые лампы;** с компактным телом накала при отношении длины тела накала к диаметру не менее 8 — эти галогенные лампы накаливания подразделяются в свою очередь на **мощные и малогабаритные, в** которых электроды размещены обычно с одной стороны.

**Лампы для светильников общего освещения и прожекторов** выпускаются преимущественно на напряжение 220 В мощ­ностью от 1 до 20 кВт; световая отдача— 22...26 лм/Вт; срок службы — 2000 ч; лампы трубчатые, положение горения — го­ризонтальное.

**Лампы инфракрасного облучения** выпускаются на напряжения 127, 220 и 380 В мощностью от 0,5 до 5 кВт, срок службы повы­шенный (2500...5000 ч), так как тела накала этих ламп работают при низких температурах (2400...2700К); лампы трубчатые, положение горения — горизонтальное.

**Малогабаритные галогенные лампы** накаливания разного назначения выпускаются на напряжение до 30 В (преимуще­ственно б, 12 и 24 В), мощностью 15...650 Вт; лампы имеют ком­пактную форму тела накала. Поскольку от большинства этих ламп требуется высокая яркость, они имеют температуру тела накала 3000...3200 К и срок службы несколько десятков или со­тен часов, положение горения — любое.

**Устройство галогенных ламп накаливания.** Колба лампы — длинная узкая кварцевая трубка; тело накала — прямолинейная вольфрамовая спираль, закрепленная на вольфрамовых держа­телях по оси колбы.

Расположенные по обоим концам трубки вольфрамовые вводы соединены с выводами впаянной в кварц молибденовой фольгой. Диаметр трубки-колбы и расположение тела накала в ней выбираются так, чтобы при горении галогенных ламп накаливания температура стенки была 500...600 °C (не менее 250 °C и не более 1200 °C).

Устройство и принцип действия

Тело накала галогенных ламп накаливания изготавливают из специальных марок вольфрамовой проволоки, преимущественно в виде спирали, которой в лампе с помощью электродов и держа­телей придается необходимая форма.

Принцип действия галогенных ламп накаливания заключает­ся в образовании на стенке колбы летучих соединений — гало­генидов вольфрама, которые испаряются со стенки, разлагаются на теле накала и возвращают ему, таким образом, испарившиеся атомы вольфрама.

Галогенная добавка в лампах накачивания с вольфрамовым телом наката вызывает замкнутый химический цикл. Йодо-вольфрамовый цикл препятствует осаждению вольфрама на колбе, но не обеспе­чивает возвращение его частиц в дефектные участки тела накала. Поэтому механизм перегорания тела накала в йодных лампах остается таким же, как и в обычных лампах накаливания.

Применение йода в галогенных лампах накаливания выявило некоторые его недостатки: агрессивность по отношению к ме­таллическим деталям, трудность дозировки, некоторое поглоще­ние излучения в желто-зеленой области. Другие галогены (бром, хлор, фтор), будучи более агрессивными, в чистом виде не могут его заменить. В настоящее время в большинстве галогенных ламп накаливания применяют химические соединения галогенов CH\_.Br (бромистый метил) и СН,Вг2 (бромистый метилен).

Чистый бром выделяется в зонах с температурой выше 1500 °C. Для галогенных ламп накаливания с большим сроком службы применяют СН3Вг, полагая, что таким путем вводится некоторый избыток водорода, компенсирующий его утечку через горячую кварцевую колбу. По сегодняшний день продолжается работа по подбору новых летучих соединений галогенов.

Исследования показывают, что механизм возвратного цикла значительно сложнее, чем представлялось на ранней стадии создания галогенных ламп накаливания. Установлено, что йодо-вольфрамовый цикл не происходит в лампе, абсолютно свободной от кислорода, однако введение в галогенные лампы накаливания кислорода способствует появлению вредного для ламп водяного цикла, как и в обычных лампах накаливания.

Длинные линейные галогенные лампы накаливания имеют недостатки: их невозможно долго эксплуатировать в наклонном или вертикальном положении, так как при этом галогенные добавки и инертный газ отделяются друг от друга, и регенера­тивный цикл прекращается. Из-за высокой стоимости кварца и недостаточной технологичности галогенных ламп накаливания они пока еще дороги.

Галогенные лампы накаливания по сравнению с обычными лампами имеют более стабильный по времени световой поток и, следовательно, повышенный полезный срок службы, а также значительно меньшие размеры, более высокие термостойкость и механическую прочность благодаря применению кварцевой кол­бы. Малые размеры и прочная оболочка позволяют наполнить лампу до высоких давлений ксеноном и получать на этой основе более высокую яркость и повышенную световую отдачу (либо повышенный фактический срок службы).

**Галогенные лампы сетевого напряжения**

Галогенный свет — от широкого рассеянного, мягкого, не дающего тени, до резко ограниченного узкого пучка— дает возможность изыскивать бесчисленное количество вариантов освещения.

Галогенные лампы, в отличие от традиционных ламп накали­вания, дают свет с более высокой цветовой температурой (око­ло 3000 К) при одинаковой способности к цветопередаче. Эти лампы более долговечны, дают больше света при одинаковой мощности и сохраняют постоянную величину светового потока в течение всего срока эксплуатации.

Яркость галогенных ламп можно регулировать, что позво­ляет адаптировать интенсивность света к индивидуальным требованиям потребителя. Галогенные лампы, рассчитанные на высокие напряжения, можно эксплуатировать без трансформа­тора при напряжении в сети 220...240 В.

**Галогенные лампы накаливания общего назначения** предо­ставляют возможность по-новому передать всю цветовую гамму и блеск окружающего интерьера. Их свет не теряет свою яркость на протяжении всего срока службы ламп.

По показателям экономичности они превосходят стандар­тные лампы накаливания в два раза: галогенная лампа горит ярче и служит в два раза дольше аналогичной по мощности обычной лампы накаливания. Галогенные лампы сетевого напря­жения — это превосходная альтернатива классическим лампам накаливания.

**Галогенные лампы направленного света —** это более мощ­ная и экономичная альтернатива обычным зеркальным лам­пам.

Алюминиевый отражатель направляет вперед вместе с видимым светом и тепло. Это позволяет эффективно решать температурную проблему, возникающую при установке ламп в потолочные светильники и в светильники с закрытыми голов­ными частями.

Для чувствительных к теплу объектов — модели с интерфе­ренционным отражателем, в которых 2/3 теплового излучения отводится назад.

**Низковольтные галогенные лампы**

Галогенный свет, благодаря своим исключительным каче­ствам, делает цвета окружающей среды более живыми и ин­тенсивными. Исключительные преимущества галогенных ламп низкого напряжения — компактная конструкция, высокая электробезопасность и возможность регулирования светового потока — позволяют осуществлять индивидуальный подход к решению осветительных задач с учетом личных потребностей клиента. При эксплуатации ламп, рассчитанных на низкие напряжения (6. 12 или 24 В), необходимо использовать транс­форматор.

**Капсульные галогенные лампы —** самые компактные из га­логенных ламп, изготавливаются по технике низкого давления и могут эксплуатироваться в открытых светильниках без за­щитного стекла. Капсульные лампы выпускаются с поперечной или продольной нитью накала. Спираль, расположенная по оси, обеспечивает оптимальное распределение светового потока. Наряду с капсульными галогенными лампами «HALOSTAR STANDARD», имеющими стандартные характеристики, пред­лагаются лампы «HALOSTAR STARLITE» с увеличенным до 3000 часов сроком службы и лампы 24-вольтовой серии «HALO­STAR UV-STOP 24V» со стеклом, поглощающим ультрафиоле­товое излучение, а также энергосберегающее решение — лампы «HALOSTAR IRC» с увеличенной на 30 % световой отдачей.

**Галогенные лампы с отражателем** (направленного света) значительно расширяют сферу применения галогенных источ­ников света.

Благодаря тому, что поверхность интерференционного от­ражателя покрыта специальным слоем, пропускающим инфра­красное излучение, около 66 % тепловой энергии отводится через отражатель назад. Чувствительные к теплу объекты, таким образом, не разрушаются и не портятся.

Более белый (цветовая температура света 3200 К) искря­щийся свет этих ламп позволяет наиболее удачно подчеркнуть блеск и цветовые нюансы товаров в витринах. Низковольтные галогенные лампы с алюминиевым отражателем, благодаря кото­рому тепло отводится вперед, идеальны для врезных потолочных светильников.

1. Светильники с галогенными лампами

**Низковольтные галогенные осветительные системы**

Свет галогенных ламп делает цвета окружающей среды более живыми и интенсивными. Предметы из стекла, хрусталя, хрома и серебра приобретают дополнительный блеск, что при­дает им исключительно привлекательный внешний вид.

Разнообразие типов галогенных ламп позволяет осуществ­лять индивидуальный подход к решению осветительных задач с учетом не только функционального назначения помещений, но и личных потребностей клиента. Свет галогенных ламп — от широко рассеянного, мягкого, не дающего тени, до резко огра­ниченного узкого пучка — дает возможность изыскивать бесчис­ленное количество вариантов освещения.

В низковольтных галогенных системах токоведущая часть — раз­новидность открытой проводки. Применение таких осветитель­ных систем позволило отказаться от прокладки скрытой провод­ки, сделало более универсальным и мобильным освещение.

Системами можно управлять с помощью настенных или дистанционных выключателей, диммеров, автоматики на базе Европейской инсталляционной шины (ЕГО) стандарта Х-10. Низковольтные галогенные осветительные системы достаточно дороги (300... 1500 евро), но они очень эффектны и удобны в эксплуатации. Можно выделить несколько разновидностей низ­ковольтных систем [17, 25].

1. Светильники разъемного подключения непосредственно к трансформатору (по-английски free jack system), которые наибо­лее распространены. В них через самофиксирующиеся разъемы, способные выдержать вес арматуры и лампы, непосредственно к трансформатору подключаются от одного до трех светильни­ков (или на одном шнуре и короткой шине —- до четырех). Как правило, free jack-системы используются для местного и деко­ративного освещения в сочетании с другими, более мощными осветительными, лампами.
2. Осветительные системы с самонесущими струнами (по- английски cable system) применяются для общего, местного,

комбинированного, ориентирующего и экспозиционного света. Выбор вида ламп и арматуры необычайно широк. Провода на­тягиваются между двумя стенами или потолочными консолями с помощью винтовых стяжек, по ним скользят подвижные контакт­ные соединения, ведущие к патронам (конструкции германской фирмы SHTAFF и др.). Эти устройства удобны там, где возни­кает необходимость частых перестановок.

3. Осветительные системы с **направляющей токоведущей шиной,** дающей возможность устанавливать светильник в любом месте (rail system), и осветительные системы с токоведущей ши­ной и возможностью установки светильников в фиксированных местах **(track system).** Rail- и track-системы очень универсальны. Градация между этими системами в силу разнообразия конструк­ций достаточно условна.

**И** та, и другая могут быть как гибкими (гнется профиль шины; например модели Swing и Magic германской фир­мы SOLKEN LEUGHTEN), так и жесткими (любые углы и кривые выполняются с использованием специальных пере­ходных элементов; например, модели Licht и Fit Line той же фирмы).

Шины подвешиваются к потолку на изолированных под­весках (rail и track-системы немецких компаний BRILONER, GROSSMAN, HUSTADT, SCHMITZ-LEUGHTEN, итальянской фирмы NOVOMIZARH), свисают с закрепленного на потолке трансформатора (rail- и track-системы ограниченной длины греческой фирмы TARSIS ILUMINACION) или наклеиваются изолирующим слоем на потолок и стены (track-система бельгий­ской фирмы RELUCI). Светильники устанавливаются на шину в специальных патронах, имеющих контактное соединение с токоведущей частью.

**Системы питаются** от понижающих электромагнитных или электронных трансформаторов мощностью 50.. .600 Вт с напряже­нием 12 или 24 В. Оно не считается опасным для жизни человека, **в** силу чего здесь не применяются нулевой защитный проводник и УЗО. Источники питания крепятся как на потолке, так и на стенах, но могут быть вынесены и за пределы помещения.

**Электронные трансформаторы,** по сути, представляют со­бой электронные преобразователи тока и большой мощности не обеспечивают (до 300 Вт). Поэтому они пригодны для систем с незначительной (до 4 м) длиной токоведущей шины.

При большей длине шины и больших нагрузках используются обычные **электромагнитные трансформаторы,** отличающиеся повышенной мощностью и надежностью, хотя они более габа­ритны и стоят дороже.

Весьма практичны модели трансформаторов (например, фирмы SOLKEN LEUGHTEN), **укомплектованные устройства­ми, тестирующими цепь, и электронными автоматическими выключателями,** которые предохраняют от выхода из строя трансформатор при обрыве цепи или при КЗ. Электронные и обычные трансформаторы работают с различающимися типами диммеров. Использование же последних в системах с люминес­центными лампами вообще недопустимо.

Применяются также схемы подключения к rail- и track-системам под напряжением 220 В светильников **с индивидуальными пони­жающими электронными трансформаторами.** Преимущество такого решения вполне очевидно — разнообразные сочетания на одной общей шине различных по форме источников света.

Следует помнить **о противопожарной безопасности,** работая с галогенными лампами. При диапазоне мощности галогенных ламп 5.. .50 Вт температура их нагрева достигает 500 °C! Поэтому близость открытой колбы к легко возгораемой поверхности не­допустима. Так, минимальная удаленность 50-ваттной лампы от потолка обычно составляет 9 см. Это расстояние зависит от ее мощности, типа отражателя, осветительной арматуры, мате­риала потолка, стены, выбора освещаемого объекта.

В **низковольтных шинных системах** используются капсуль­ные галогенные лампы, заполненные изнутри парами йода или брома. Отражатели при этом могут быть как обычными, так и зеркальными, в зависимости от решаемой задачи.

Там, где требуется снизить поток инфракрасных нагреваю­щих лучей на освещаемый объект (картину, аквариум), исполь­зуются отражатели, пропускающие сквозь себя ИК-излучение и отводящие две трети тепловой энергии. Если следует снизить тепловую нагрузку на потолок, используются отражатели, не пропускающие инфракрасные лучи, например зеркальные лам­пы Osram Decostar, Philips Masterline Plus. Sylvania Hi-Spot. Их теплоемкость нейтрализуется также с помощью осветительной арматуры.

При эксплуатации галогенных ламп низкого напряжения (6, 12 или 24 В) следует иметь в виду, что через тело накала и, соот­ветственно, через подводящие к нему провода протекают доста­точно большие токи, что вызывает большие потери напряжения в проводах. Чтобы избежать этого, необходимо **увеличивать сечение подводящих проводов.** Причем чем длиннее провод, тем больше сечение он должен иметь (табл. 5.1). В табл. 5.1 в метрах указано расстояние от трансформатора до светильника.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Суммарная мощность ламп в светильнике, Вт | Длина провода от трансформатора до светильника , м | | | | | | |
| 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 |
| 5 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 1 | 1 | 1 | 1,5 |
| 10 | 0,75 | 0,75 | 1 | 1,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| 20 | 0,75 | 1,5 | 2,5 | 2,5 | 4 | 4 | 6 |
| 50 | 2,5 | 4 | 6 | 6 | 10 | 10 | 16 |
| 100 | 4 | 6 | 10 | 16 | 16 | 25 | 25 |
| 150 | 6 | 10 | 16 | 25 | 25 | — | — |
| 200 | 6 | 16 | 25 | 25 | — | — | — |
| 250 | 10 | 16 | 25 | — | — | — | — |
| 300 | 10 | 25 | — | — | — | — | — |

Сечение проводников (мм2) для подключения светильников с низковольтными (12 В) галогенными лампами

Таблица 5.1

**Подключение галогенных светильников**

Галогенные светильники по типу используемых в них ламп делятся на три категории. **Низковольтные галогенные светиль­ники** рассчитаны на низковольтные галогенные лампы, имеют встроенный трансформатор и готовы к подключению к бытовой сети напряжения. **Светильники сетевого напряжения** работа­ют с галогенными лампами сетевого напряжения, для которых не требуется использование трансформатора. **В светильниках** универсального подключения могут использоваться лампы как на 220 В, так и на 12 В с трансформатором. Таким образом, уни­версальные светильники могут подключаться двумя способами: без трансформатора и с трансформатором.

*Подключение без трансформатора.* Светильник подключа­ется напрямую к сети 220 В. Покупаете лампы, мощностью не превышающие мощности, указанной в инструкции к светильни­ку. Данный способ имеет следующий недостаток: галогенные лампы типа MR11, MR16 и пальчиковые лампы с цоколем G4 или GY6.35 не выпускаются ведущими мировыми производите­лями ламп (OSRAM, PHILIPS, GE). Срок службы таких ламп от китайских производителей крайне мал, и поэтому рекомендуется второй способ подключения галогенных светильников.

*Подключение с трансформатором.* Мощность используемо­го трансформатора должна быть не меньше суммы мощностей подключаемых к нему ламп.

**И**

**Пример 1.** Необходимо подключить 4 лампы по 20 Вт. В сумме получаем 80 Вт. Т.к. трансформаторов на 80 Вт нет, то в этом случае нужно выбрать трансформатор мощностью не меньше, т.е. больше 80 Вт — например, трансформатор OSRAM НТМ 105/230-240 на 105 Вт.

**Пример** 2. Рассмотрим более сложный случай. Нужно подключить 7 ламп по 35 Вт. Общая мощность равна 245 Вт. Максимальная мощность пред­лагаемых трансформаторов 210 Вт. Значит, надо подключать лампы группами, ориентируясь на длину проводов и удобство подключения. **Ва­риант** А. Можете приобрести два трансформатора: 150 Вт и 105 Вт. К трансформатору 150 Вт подключить 4 лампы (суммарная мощность 4 х 35 Вт = 140 Вт) и к трансформатору 105 Вт подключить оставшиеся 3 лампы (суммарная мощность 3 х 35 Вт = 105 Вт). **Вариант Б.** Для под­ключения 7 ламп группами из 6 ламп и 1 лампы необходимы трансформаторы 210 Вт (6 х 35 Вт = 210 Вт) и трансформатор 50 Вт или 60 Вт. **Вариант В.** Можно подключить лампы и с разбивкой на другие группы, например.

2 + 2 + 3, 2 + 2 + 2 + 1 или все лампы по отдельности.

Надо также учитывать, что в современных электронных трансфор­маторах, кроме максимальной, указывается и минимальная допустимая нагрузка. **Например,** допустимая нагрузка трансформатора OSRAM НТМ 1051230-240— от 35 до 105 Вт (см. таблицу технических характе­ристик трансформатора, например, на [www.lampa28.ru](http://www.lampa28.ru)). Поэтому этот трансформатор не подходит для подключения одной лампы 20 Вт, нужно использовать трансформатор 50 Вт или 60 Вт (их минимальная допусти­мая нагрузка 20 Вт).

Глава 6

Применение  
люминесцентных ламп

**Знакомство.** Определение. Устройство люминесцентной лам­пы. Достоинства и недостатки люминесцентных ламп. Прин­цип действия. Классификация. Разновидности спектрального состава ЛЛ.

Энергоэкономичные и компактные люминесцентные лампы. Назначение пускорегулирующей аппаратуры.

Преимущества современных ПРА. Классификация схем. Рас­шифровка обозначений типов ПРА.

Устройство и работа светильников с ЛЛ. Этапы работы све­тильника с ЛЛ. Стартеры. Ремонт светильников с ЛЛ.

6.1. Знакомство с люминесцентными  
лампами

**Основные физические понятия**

**Люминесценция—** излучение, которое не требует нагрева тел и может возникать в газообразных, жидких и твердых телах под действием, например, ударов электронов, движущихся со скоростями, достаточными для возбуждения.

**Люминофоры —** твердые или жидкие вещества, способные излучать свет под действием различного рода возбудителей.

В люминесцентных и ряде других типов газоразрядных ламп используют **фотолюминесценцию —** оптическое излучение, возникающее в результате поглощения телами оптического из­лучения, но с другой длиной волны.

Электрические лампы, в которых электроэнергия превра­щается в световую непосредственно, независимо от теплового состояния вещества, за счет люминесценции, называются **лю­минесцентными.**

В зависимости от давления газа в лампе бывают люминесцен­тные лампы низкого давления (ЛНД) и высокого давления.

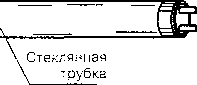
**Определение**

**Люминесцентные лампы —** это газоразрядные лампы низ­кого давления, в которых возникающее в результате газового разряда невидимое для человеческого глаза ультрафиолетовое излучение преобразуется люминофорным покрытием в видимый свет (принцип работы люминесцентной лампы).

**Устройство реальной люминесцентной лампы**

Люминесцентная лампа представляет собой стеклянную гер­метически закрытую трубку, внутренняя поверхность которой покрыта тонким слоем люминофора (рис. 6.1). Из трубки удален воздух и в нее введены небольшое количество газа (аргона) и дозированная капля ртути. Внутри трубки на ее концах, в сте­клянных ножках, укреплены биспиральные электроды из вольф-

рама, соединенные с двухштырьковыми цоколями, служащими для присоединения лампы к электрической сети посредством специальных патронов. При подаче напряжения к лампе между электродами возникает электрический разряд в парах ртути, в результате электролюминесценции паров лампа излучает свет.



**Рис. 6.1.** Устройство люминесцентной лампы

**Достоинства люминесцентных ламп**

Основным преимуществом люминесцентных ламп по срав­нению с лампами накаливания являются:

. более высокий коэффициент полезного действия (15...20 %), высокая световая отдача и в несколько раз больший срок служ­бы. Таким образом, при затрате той же мощности достигается значительно большая освещенность по сравнению с лампами накаливания;

. правильный выбор ламп по цветности может создать ос­вещение, близкое к естественному;

. благоприятные спектры излучения, обеспечивающие высо­кое качество цветопередачи;

. люминесцентные лампы значительно менее чувствительны к повышениям напряжения, поэтому их экономично приме­нять на лестничных клетках и в помещениях, освещаемых ночью, когда в сети напряжение повышено. Лампы накали­вания (очень чувствительные к повышениям напряжения) быстро перегорают:

• малая себестоимость;

. низкая яркость поверхности и ее низкая температура (до 50 °C).

**Недостатки люминесцентных ламп**

Основным недостатками люминесцентных ламп по сравне­нию с лампами накаливания являются:

. сложность схемы включения;

. ограниченная единичная мощность (до 150 Вт);

* зависимость от температуры окружающей среды (при сниже­нии температуры лампы могут гаснуть или не зажигаться);

. значительное снижение светового потока к концу срока службы;

* вредные для зрения пульсации светового потока;

. акустические помехи и повышенная шумность работы;

. при снижении напряжения сети более, чем на 10 % от номи­нального значения, лампа не зажигается;

. дополнительные потери энергии в пускорегулирующей аппа­ратуре, достигающие 25...35 % мощности ламп;

* наличие радиопомех;

. лампы содержат вредные для здоровья вещества, поэтому вы­шедшие из строя газоразрядные лампы требуют тщательной утилизации.

**Принцип действия**

Принцип действия люминесцентной лампы низкого давле­ния основан на дуговом разряде в парах ртути низкого давления. Получающееся при этом ультрафиолетовое излучение преобра­зуется в видимое в слое люминофора, покрывающего внутренние стенки лампы. Лампы представляют собой длинные стеклянные трубки, в торны которых впаяны ножки, несущие по два электро­да, между которыми находится катод в виде спирали.

В трубку лампы введены пары ртути и инертный газ, главным образом аргон. Назначением инертных газов является обеспечение надежного загорания лампы и уменьшение распыления катодов. На внутреннюю поверхность трубки нанесен слой люминофора.

Если к электродам, вставленным в концы стеклянной трубки, кото­рая заполнена разряженным инертным газом или парами металла, при­ложить напряжение из расчета не менее 500...2000 В на 1 м длины трубки, то свободные электроны в полости трубки начинают лететь в сторону электрода с положительным зарядом. Когда к электро­дам приложено переменное напряжение, направление движения электронов изменяется с частотой приложенного напряжения.

В своем движении электроны встречаются с нейтральными атомами газа— заполнителя полости трубки — и ионизируют их, выбивая электроны с верхней орбиты в пространство. Возбуж­денные таким образом атомы, вновь сталкиваясь с электронами, снова превращаются в нейтральные атомы. Это обратное пре­вращение сопровождается излучением кванта световой энергии. Каждому инертному газу и парам металла соответствует свой **спектральный состав** излучаемого света:

. трубки с гелием светятся светло-желтым или бледно-розовым све­том;

* трубки с неоном — красным светом;
* трубки с аргоном — голубым светом.

Смешивая инертные газы или нанося люминофоры на по­верхность разрядной трубки, получают различные **оттенки свечения.**

Люминесцентные лампы дневного и белого света выполняют в виде прямой или дугообразной трубки из обычного стекла, не пропускающего короткие ультрафиолетовые лучи. Электроды из­готавливают из вольфрамовой проволоки. Трубку заполняют смесью аргона и паров ртути. Внутри поверхность трубки покрыта люми­нофором — специальным составом, который светится под воздей­ствием ультрафиолетовых лучей, возникающих при электрическом разряде в парах ртути. Аргон способствует надежному горению разряда в трубке.

**Зависимость параметров ламп от напряжения сети**

При изменении напряжений сети в пределах +10 % изме­нение параметров лампы можно определить из соотношения d X = NxxdU„/'Uc, где X — соответствующий параметр лампы; dx — его изменение; Nx — коэффициент для соответствующего параметра. Для схемы с дросселем коэффициенты имеют следу­ющие значения: для силы света N. = 2,2: для мощности N = 2,0;

i Р

для светового потока Nfi = 1,5. В схеме с емкостно-индуктивным балластом величины Nx несколько меньше. При падении на­пряжения сети ниже допустимого ухудшаются условия переза- жигания. Повышение напряжения выше допустимого вызывает перекал катодов и перегрев пускорегулирующих устройств. **И** в том, и в другом случае происходит значительное сокращение срока службы ламп.

**Классификация люминесцентных ламп**

Люминесцентные лампы (ЛЛ) делятся на осветительные обще­го назначения и специальные. К ЛЛ общего назначения относят лампы мощностью от 15 до 80 Вт с цветовыми и спектральными характеристиками, имитирующими естественный свет различ­ных оттенков. Для классификации ЛЛ специального назначения используют различные параметры. **По мощности** их разделяют на маломощные (до 15 Вт) и мощные (свыше 80 Вт); по **типу разряда —** на дуговые, тлеющего разряда и тлеющего свече­ния; **по излучению —** на лампы естественного света, цветные лампы, лампы со специальными спектрами излучения, лампы ультрафиолетового излучения; **по форме колбы —** на трубча­тые и фигурные; **по светораспределению —** с ненаправленным светоизлучением и с направленным, например, рефлекторные, щелевые, панельные и др.

**Маркировка отечественных люминесцентных ламп**

**У** ламп с улучшенным качеством цветопередачи после букв, обо­значающих цвет, стоит буква Ц, а при цветопередаче особо высокого качества — буквы ЦЦ. Маркировка ламп тлеющего разряда на­чинается с букв ТЛ.

Л — люминесцентная.

Д — дневной.

ХБ — холодно-белый.

Б — белый.

ТБ — тепло-белый.

Е — естественно-белый.

К — красный.

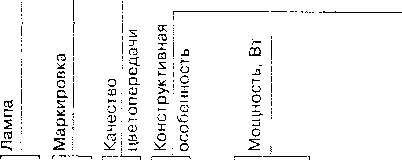
Ж — желтый.

3 — зеленый.

Г — голубой.

С — синий.

УФ — ультрафиолетовый.



Р — рефлекторная.

У — U-образная.

К — кольцевая.

А — амальгамная.

Б — быстрого пуска.

Л Д ЦК - 8 0

**Разновидности спектрального состава ЛЛ**

**Спектральный состав** видимого излучения зависит от состава люминофора, в соответствии с чем лампы обозначают буквами. Различную цветность можно получить с помощью лю­минофора — галофосфата кальция — в зависимости от цветовой температуры лампы.

**Цветовой температурой** называется температура абсолютно черного тела, при которой цвет его излучения совпадает с цве­том самого тела (К — Кельвин, Т = t + 273, где Т —температура в К, t — температура в °C).

**По спектру излучаемого света** лампы подразделяются:

**ЛБ —** лампы белого света с цветовой температурой 4200 К, соответствующей цветовой температуре яркого солнеч­ного дня;

**ЛХБ —** лампы холодно-белого света с цветовой температу­рой 4800 К;

**ЛТБ —** лампы тепло-белого света с цветовой температурой 2800 К, соответствующей цветности излучения ламп накаливания;

**ЛД —** лампы дневного света, имеющие цветовую темпера­туру 6500 К, соответствующую цветовой температуре голубого неба без солнца.

**Для осветительных установок,** в которых требуется правиль­ная цветопередача, выпускаются лампы:

**ЛЕЦ —** лампы естественного (Е) цвета;

**ЛТБЦ —** лампы тепло-белого (ТБ) цвета;

лдц — лампы дневного (Д) цвета.

Стоящие после обозначения цифры указывают мощность лампы в ваттах. Люминесцентные лампы выпускаются мощнос­тью 8...150 Вт.

**Пример 1.** ЛТБ-30 означает: люминесцентная, тепло-белого цвета, мощность 30 Вт.

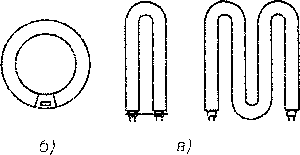
**Пример 2.** ЛБ-20 обозначает: люминесцентная лампа белого цвета мощностью 20 Вт.

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. Люминесцентные лампы показаны на рис. 6.2.

Раньше их называли: . прямыми (рис. *6.2.а):*

. кольцевыми (рис. 6.2.6/;

. U-образными (рис. 6.2.в).

a)

Ряс. 6.2. Люминесцентные лампы

Эти названия нашли отра­жение в старых обозначениях светильников для люминес­центных ламп. В настоящее время все лампы, кроме пря­мых, называют фигурными (рис. *6.2.6,в).*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип  лампы | Мощность, Вт | Световой поток, лм | Продолжительность  горения,ч | Тип цоколя |
| Лампы люминесцентные ртутные низкого давления | | | | |
| ЛБ-20 | 20 | 1200 | 7500 | Ц2Ш-13/35 |
| ЛБ-40 | 40 | 3000 |
| ДБ-80 | 80 | 5220 |
| ЛД-40 | 40 | 2340 |
| ЛД-80 | 80 | 4070 |
| ЛДЦ-40 | 40 | 2100 |
| ЛДЦ-80 | 80 | 3610 |
| ЛТБ-40 | 40 | 2780 |
| ЛТБ-80 | 80 | 4720 |
| ЛХБ-40 | 40 | 2780 |
| ЛХБ-80 | 80 | 1600 |

Технические характеристики

наиболее распространенных ламп Таблица 6./

Характеристики обычных люминесцентных ламп

В табл. 6.2 приведены характеристики наиболее распростра­ненных ЛЛ дневного света, а на рис. 6.3 — их внешний вид.

Обозначения:

Р — мощность; U — напряжение на лампе; I — ток лампы; R — световой поток; S —световая отдача.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Р, Вт | и, В | 1, А | R, лм | S, лм/Вт | I Размеры, мм | | |
| | L1 | L2 | О |
| ЛДЦ | 15 | 58 | 0,3 | 450 | 30 | 437,4 | 452,4 | 25 |
| лд | 15 | 58 | 0.3 | 525 | 35 | 437,4 | 452,4 | 25 |
| ЛХБ | 15 | 58 | 0,3 | 600 | 40 | 437,4 | 452,4 | 25 |
| ЛБ | 15 | 58 | 0,3 | 630 | 42 | 437,4 | 452,4 | 25 |
| ЛТБ | 15 | 58 | 0,3 | 600 | 40 | 437,4 | 452,4 | 25 |
| ЛДЦ | 20 | 60 | 0,35 | 620 | 31 | 589,8 | 604,8 | 38 |
| лд | 20 | 60 | 0,35 | 760 | 39 | 589,8 | 604,8 | 38 |
| ЛХБ | 20 | 60 | 0,35 | 900 | 45 | 589,8 | 604,8 | 38 |
| ЛБ | 20 | 60 | 0,35 | 980 | 49 | 589,8 | 604,8 | 38 |
| ЛТБ | 20 | 60 | 0,35 | 900 | 45 | 589,8 | 604,8 | 38 |
| лдц | 30 | 108 | 0.34 | 1110 | 37 | 894,6 | 909,6 | 25 |
| ЛД | 30 | 108 | 0,34 | 1380 | 46 | 894,6 | 909,6 | 25 |
| ЛХБ | 30 | 108 | 0,34 | 1500 | 50 | 894,6 | 909,6 | 25 |
| ЛБ | 30 | 108 | 0,34 | 1740 | 58 | 894,6 | 909,6 | 25 |
| ЛТБ | 30 | 108 | 0,34 | 1500 | 50 | 894,6 | 909.6 | 25 |
| лдц | 40 | 108 | 0.41 | 1520 | 38 | 1199,4 | 1214,4 | 38 |
| лд | 40 | 108 | 0,41 | 1960 | 49 | 1199,4 | 1214, 4 | 38 |
| ЛХБ | 40 | 108 | 0,41 | 2200 | 55 | 1199,4 | 1214,4 | 38 |
| ЛБ | 40 | 108 | 0,41 | 2480 | 62 | 1199,4 | 1214,4 | 38 |
| ЛТБ | 40 | 108 | 0,41 | 2200 | 55 | 1199,4 | 1214,4 | 38 |
| ЛДЦ | 80 | 108 | 0,82 | 2720 | 34 | 1500 | 1515 | 38 |
| лд | 80 | 108 | 0,82 | 3440 | 43 | 1500 | 1515 | 38 |
| ЛХБ | 80 | 108 | 0,82 | 3840 | 48 | 1500 | 1515 | 38 |
| ЛБ | 80 | 108 | 0,82 | 4320 | 54 | 1500 | 1515 | 38 |
| ЛТБ | 80 | 108 | 0,82 | 3840 | 48 | 1500 | 1515 | 38 |

Таблица 6.2

Рис. 6.3. Наиболее распространенные ЛЛ дневного света

*Технические характеристики*

*Л Л дневного света*

**Энергоэкономичные люминесцентные лампы (ЭЛЛ)**

ЭЛЛ предназначены для общего освещения и полностью взаимозаменяемы со стандартными ЛЛ мощностью 20, 40 и 65 Вт в существующих осветительных установках без замены светильников и пускорегулирующей аппаратуры.

Они имеют стандартную длину, стандартные значения рабочих токов и напряжений на лампах и те же или близкие значения свето­вых потоков, что и у стандартных ламп соответствующей цветности при пониженной на 10 % мощности (18, 36 и 58 Вт). Внешне ЭЛЛ отличаются от стандартных ламп только меньшим диаметром (26 мм вместо 38 мм). За счет уменьшения диаметра снижается расход основных материалов (стекло, люминофор, газы, ртуть и др.).

Для обеспечения того же падения напряжения на лампах при уменьшении их диаметра пришлось применить для наполнения смесь аргона с криптоном и снизить давление до 200...330 Па (вместо обычных 400 Па в стандартных лампах). В ЭЛЛ возраста­ет температура трубки до 50 °C, но создавать специальные усло­вия для охлаждения не требуется. Люминофорный слой в ЭЛЛ находится в более тяжелых рабочих условиях, поэтому наиболее подходящими для этих ламп являются редкоземельные люми­нофоры. Однако такие люминофоры примерно в 40 раз дороже стандартного галофосфата кальция (ГФК), поэтому и лампы с такими люминофорами в несколько раз дороже обычных. Для снижения стоимости ламп применяют двухслойное покрытие. Сначала на стекло наносят ГФК, а поверх него редкоземельный люминофор небольшой толщины.

Промышленность выпускает ЭЛЛ мощностью 18, 36 и 58 Вт цветностей ЛБ, ЛДЦ и ЛЕЦ со световыми параметрами, со­впадающими с параметрами обычных ЛЛ тех же цветностей мощностью 20, 40 и 65 Вт. Под маркой ЛБЦТ выпускаются ЭЛЛ с трехкомпонентной смесью редкоземельных люминофоров со сроком службы 15000 ч.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка лампы | Тип лампы Люмилюкс | Световой поток, лм, для лампы мощностью | | Вт |
| 18 | 36 | 58 |
| L..W/11 | Дневного цвета | 1300 | 3250 | 5200 |
| L..W/21 | Белого цвета | 1450 | 3450 | 5400 |
| L...W/31 | Тепло-белого цвета | 1450 | 3450 | 5400 |
| L...W/41 | «Интерна» Люмилюкс делюкс | 1300 | 5200 | 3250 |
| L...W/22 | Белого цвета | 1000 | 2350 | 3750 |
| L..W/32 | Тепло-белого цвета Стандартные | 1000 | 2350 | 3750 |
| L..W/25 | Универсально белый | 1050 | 2500 | 4000 |
| L...W/20 | Ярко-белого цвета | 1150 | 3000 | 4800 |
| L..W/30 | Тепло-белого цвета | 1150 | 3000 | 4800 |

Таблица 6.3

Параметры ЛЛ фирмы OSRAM

Зарубежные фирмы выпускают ЭЛЛ трех-, четырех стандар- 'i изованных цветовых тонов и с двух-, трехкомпонентной смесью редкоземельных люминофоров. В табл. 6.3 приведены парамет- I >ы некоторых типов ЭЛЛ в колбах диаметром 26 мм фирмы **OSRAM** (Германия).

**Компактные люминесцентные лампы**

В начале 80-х годов стали появляться многочисленные типы **компактных люминесцентных ламп (КЛЛ)** мощностью **от 5** до 25 Вт со световыми отдачами от 30 до 60 лм/Вт и сроками службы от 5000 до 10000 ч. Часть типов КЛЛ предназначена-для непо­средственной замены ламп накаливания. Они имеют встроенную пускорегулирующую аппаратуру и снабжены стандартным резь­бовым цоколем Е27.

Разработка КЛЛ стала возможной только в результате созда- **1 ия высокостабильных узкополосных люминофоров,** активиро- шных редкоземельными элементами, которые могут работать при более высоких поверхностных плотностях облучения, чем в стандартных ЛЛ. За счет этого удалось значительно уменьшить .тиаметр разрядной трубки. Что касается сокращения габари­тов ламп в длину, то эта задача была решена путем разделения **! зубок на несколько** более короуких участков, расположенных параллельно и соединенных между собой либо изогнутыми участками трубки, либо вваренными стеклянными патрубками.

Основные экономические преимущества КЛЛ — значитель­ная экономия электроэнергии и уменьшение необходимого количества ламп для выработки одинакового количества люмен- часов по сравнению с лампами накаливания.

Современные КЛЛ сложны в производстве. Поэтому ведутся георетические и экспериментальные исследования, направлен­ные на усовершенствование таких ламп.

**Конструктивные группы КЛЛ**

Все многообразие выпускаемых в настоящее время КЛЛ можно разделить на четыре основные группы.

**Первая группа — лампы** без внешней оболочки, с разрядной трубкой Н- или П-образной формы, специальным цоколем, вы­носной пускорегулирующей аппаратурой (ПРА) и встроенным ci артером (рис. 6.4).

8 Зак 563 209

■

||

В первую группу входят КЛЛ, получившие наиболь­шее распространение. Лампы имеют разрядную трубку с диаметром 12,5 мм и снабжены специальным двухштыревым цоколем G23. Они выпуска­ются отечественной промыш­ленностью (под маркой КЛ...

**Рис. 6.4.** КЛЛ без внешней обо­лочки, с разрядной трубкой

ТБЦ) и рядом зарубежных фирм. Лампы наполнены аргоном при давлении 400 Па, что обеспечивает нормальную работу катодов и условия разряда. Лампы легко зажигаются даже при темпера­турах до -20 °C, время зажигания не превышает 10 с. Основные параметры таких ламп приведены в табл. 6.4.

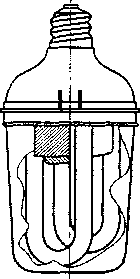
Технические характеристики компактных ЛЛ Таблица 6.4

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип лампы** | **Мощность, Вт** | **Напряжение,**  **В** | **Ток,**  **А** | **Световой поток, лм** | **Габариты,**  **мм** | **Цоколь** |
| **Первая группа** | | | | | | |
| КЛ7/ТБЦ | 11,2 | 45±5 | 0,18 | 400 | 27 13 135 | Специальный |
| КЛ9/ТБЦ | 12,8 | 60±6 | 0,17 | 600 | 27 13 167 | G23 |
| КЛ11/ТБЦ | 14,8 | 90±9 | “ 0,155 | 900 | 27 13 235 |  |
| **Вторая группа** | | | | | | |
| КЛС9/ТБЦ | 9 | 220 | 0,093 | 425 | 85 150 |  |
| КЛС13/ТБЦ | 13 | 220 | 0,125 | 600 | 85 160 | Резьбовой |
| КЛС18/ТБЦ | 18 | 220 | 0,18 | 900 | 85 170 | Е27 |
| КЛС25/ТБЦ | 25 | 220 | 0,27 | 1200 | 85 180 |  |
| **Третья группа** | | | | | | |
| CIRCOLUX | 12 | 220 | — | 700 | 165 100 | Резьбовой |
| CIRCOLUX | 18 | 220 | — | 1000 | 165 100 | Е27 |
| CIRCOLUX | 24 | 220 | — | 1450 | 216 1С0 |  |

Серия КЛЛ повышенной мощности состоит из трех ламп мощностью 18, 24 и 35 Вт длиной 251, 362 и 443 мм, с номи­нальным световым потоком, соответственно, 1250, 2000 и 2500 лм и сроком службы 5000 ч. Лампы изготавливают в трубках увеличенного до 15 мм диаметра и монтируют на специальном четырехштыревом цоколе.

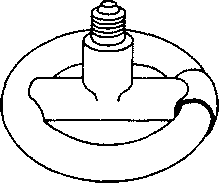
**Вторая группа — лампы с призма­тической или опаловой внешней обо­лочкой,** сложно изогнутой разрядной трубкой, стандартным резьбовым (или штифтовым) цоколем и встроенным стартером и ПРА (рис. 6.5).

Во вторую группу входят довольно распространенные за рубежом КЛЛ со стеклянной или пластмассовой внеш­ней оболочкой и стандартным резьбо­вым цоколем Е27. Внутри оболочки смонтированы ПРА, стартер и дважды U-образно изогнутая разрядная трубка. Основные параметры КЛЛ этого типа (отечественные КЛС.../ТБЦ и выпускае­мые за рубежом) приведены в табл. 6.4 (вторая группа).

Ввиду того, что разрядные трубки в этом виде ламп рабо­тают в закрытой внешней оболочке при температурах, заметно превышающих оптимальную, и нет возможности искусственно создать холодную зону, разрядные трубки наполняют амальга­мой ртути.

**Рис. 6.5. КЛЛ** с **призмати­ческой или опаловой внеш­ней оболочкой**

Лампы предназначены для непосредственной замены ламп накаливания и дают большую экономию электроэнергии. К их недостаткам относят сравнительно большие габариты и особен­но массу по сравнению с лампами накаливания, неразборность конструкции, в силу чего после выхода из строя разрядной труб­

**Третья группа — кольцевые лампы** без внешней оболочки со стандартным резьбовым (или штифтовым) цоколем и встроенным стартером и ПРА (рис. 6.6). В третью группу вхо­дит семейство кольцевых КЛЛ с резьбовым цоколем и встро­енным ПРА, смонтированным в пластмассовом корпусе, рас­

ки приходится заменять целиком всю лампу, включая дроссель. В связи с этим некоторые зарубежные фирмы выпускают такие лампы в разборном исполнении.

**Рис. 6.6. Кольцевые КЛЛ без внешней оболочки**

положенном по диаметру кольцеобразной разрядной трубки. Световая отдача кольцевых КЛЛ даже с полупроводниковыми ПРА уступает световой отдаче Н-образных КЛЛ соответствую­щих мощностей. Удобство кольцевых КЛЛ состоит в том, что ими можно непосредственно заменять лампы накаливания в осветительном приборе.

**Четвертая группа — лампы со стеклянной внешней оболочкой,** сложно изогнутой разрядной трубкой, специальным цоколем, выносным стартером и ПРА.

В четвертую группу входят лампы, имеющие цилиндри­ческую или грушевидную внешнюю оболочку, специальный 4-штыревой цоколь, выносные ПРА и стартер. Эти лампы име­ют более низкие световые отдачи по сравнению с Н- и П-образ- ными КЛЛ. Поэтому данные об этих лампах не приводятся.

**Безэлектродные компактные люминесцентные лампы**

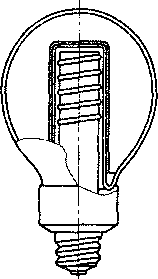
В этих лампах для возбуждения свечения люминофоров ис­пользуется разряд в парах ртути низкого давления в смеси с инертными газами (аргоном, криптоном). Поддержание заряда осуществляется за счет энергии электромагнитного поля, которое создается в непосредственной близости от разрядного объема. Создание безэлектродных КЛЛ стало возможным благодаря совре­менной микроэлектронике, которая позволила создать малогабарит­ные и сравнительно дешевые источники высокочастотной энергии с высоким КПД.

Безэлектродные лампы состоят из **трех основных узлов:**

* малогабаритного **источника ВЧ-энергии;**
* устройства для эффективной передачи ВЧ-энергии в раз­ряд, называемого **индуктором;**

**. разрядного объема.**

Различия в устройстве и конструкции узлов определяются выбранной для возбуждения разряда высокой частотой. В на­стоящее время известны три основных типа безэлектродных КЛЛ с примерно одинаковыми энергетическими параметра­ми: с **тороидальным индуктором** на ферромагнитном сердечни­ке (частоты от 25 до 1000 кГц); **с соленоидальным индуктором** (частоты от **3** до **30** МГц); **сверхвысокочастотные** (с частотой свыше 100 МГц).

Анализ показал, что в настоящее время наиболее целесообразно исполь­зовать конструкцию с соленоидальным индуктором и внешним по отношению к нему расположением разрядного объ­ема. Конструкция подобной лампы по­казана на рис. 6.7.

**Рис. 6.7.** Без- электродные КЛЛ

Экспериментальные образцы безэлек- тродаых КЛЛ с соленоидальным индук­тором (на частоте 18 МГц) мощностью 30 Вт на сетевое напряжение 220 В 50 Гц с диаметром внешней колбы 75.. .85 мм имеют световую отдачу 30.. .40 лм/Вт. При этом фер­ритовый сердечник разогревается до 300 °C.

В настоящее время ни в одной стране нет промышленного выпуска безэлектродных КЛЛ, и выпускают только эксперимен­тальные образцы.

**Стробоскопический эффект в люминесцентных лампах**

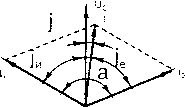
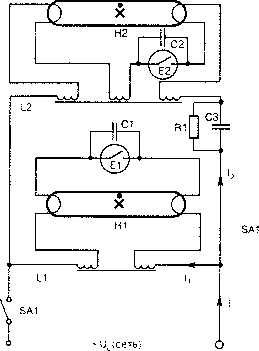
Люминесцентная лампа в сети переменного тока 100 раз в се­кунду зажигается и гаснет, так как при частоте 50 Гц ток 100 раз в секунду меняет направление, проходя через нуль. Погасания лампы не видны, однако они вредно влияют на зрение и, кроме того, могут исказить действительную картину движения освещаемых предметов. Это явление называется **стробоскопическим** эффектом.

Устранить периодические погасания люминесцентной лампы принципиально невозможно: это ее природа. Но с по­мощью простых мер освобождают люминесцентное освеще­ние от неблагоприятных последствий: утомляемости зрения, стробоскопического эффекта, акустических помех радиопри­ему, а также повышают коэффициент мощности. Если эти меры приняты, то люминесцентное освещение безопасно.

Чтобы не портить зрение и исключить стробоскопический эф­фект, помещения, где производится работа, освещают не одной, а несколькими лампами, а лампы включают со сдвигом фаз между токами, проходящими через них. Благодаря этому, когда одна лампа притухает, другая горит наиболее ярко, и освещенность вы­равнивается. Сдвиг фаз достигается одним из двух способов.

**Первый способ.** Если в помещении есть сеть трехфазного тока, то лампы, расположенные рядом, присоединяют к разным фазам, чтобы использовать неодновременность достижения мак­симальных и нулевых значений токов разных фаз. Число ламп в помещении должно быть кратно трем. Лучше всего, если три лампы расположены в одном светильнике.

**Второй способ.** Если нет трехфазной сети, то сдвиг фаз прихо­дится создавать искусственно. Для освещения применяют пары ламп. Одну лампу пары включают последовательно с дросселем L1 в цепь другой. Кроме дросселя L2, вводят так называемый балластный конденсатор СЗ (рис. 6.8.а). Ток I, в лампе Еф (индук­тивная ветвь) отстает по фазе от напряжения сети U, на **угол** <ри. Ток ф в лампе Н2 (емкостная ветвь) опережает U, примерно на такой же **угол** <рс, что отчетливо видно на рис. 6.8.6. Иными слова­ми, токи в лампах достигают максимальных и нулевых значений не одновременно, а со сдвигом на **угол** а, т.е. лампы гаснут не одновременно, что и требуется.



б)

**Рис. 6.8.** Схема включения ЛЛ

**Помехи, создаваемые люминесцентными светильниками**

**Акустические помехи.** Наличие цепи дросселей создает еше одно осложнение при люминесцентном освещении — так называ­емые акустические помехи, попросту говоря — жужжание. При­чинами акустических помех являются вибрации пластин магни­топровода дросселя с частотой 100 Гц, а также магнитострикция (изменение размеров тел, выполненных из некоторых материалов, под действием магнитного поля). Вибрация устраняется тщатель­ным креплением магнитопровода и пропиткой ПРА. Вибрация может усиливаться или ослабляться осветительной арматурой, так как ПРА устанавливаются в самих светильниках.

**Помехи радиоприему и их подавление.** Люминесцентные лампы создают эфирные и сетевые помехи радиоприему. Эфир­ные помехи проявляются на небольшом расстоянии; они хорошо снижаются конденсатором, расположенным внутри стартера. Сетевые помехи распространяются по проводам сети, и для по­давления приходится ставить фильтр (который не пропускает помехи в сеть) либо применять дроссель с симметрированными обмотками и т.п. Именно такие дроссели показаны на рис. б.8л. Одна половина дросселя LI (L2) включена в один, а другая — в другой сетевой провод. Дроссель подавляет (не пропускает в сеть) помехи, так как он представляет большое сопротивление для токов помех, имеющих повышенную частоту. Кроме того, у такого дросселя увеличена взаимная емкость обмоток, что спо­собствует закорачиванию токов помех’.

**Назначение пускорегулирующей аппаратуры**

Лампа без дополнительных приспособлений не может быть зажжена. Для зажигания лампы необходимо повышенное на­пряжение, превышающее примерно вдвое рабочее напряжение между электродами лампы. После зажигания лампы, в момент, когда процесс ионизации в ней резко возрастает, в цепь лампы должно включиться (автоматически) токоограничивающее со­противление (дроссель).

**Преимущества современных ПРА**

Электронные ПРА преобразовывают сетевое напряжение в ВЧ-колебания с частотой 35...50 кГц. Вследствие этого 100-гер­цевое мерцание, возникающее как стробоскопический эффект, например при вращающихся деталях машин, будет практически невидимым.

Еше одним преимуществом работы с ЭПРА является дополнительная экономия энергии (около 25 %) при рав­ных световых потоках, складывающаяся из увеличенной на 10 % световой отдачи лампы при работе с высокой частотой и сокращения потерь более чем в 2 раза, при использовании ЭПРА по сравнению с использованием электромагнитных ПРА.

**Классификация схем**

Большинство современных ЛЛ предназначено для работы в электрических сетях переменного тока. Они включаются в сеть только вместе с пускорегулирующим аппаратом (ПРА), который обеспечивает зажигание ламп и нормальный режим их работы.

Схемы **ПРА** классифицируют **по типу балласта** и **способу за­жигания** лампы. Чаще всего применяют **индуктивный балласт,** реже — **индуктивно-емкостной.** Балласты в виде **активного сопротивления** или **чистой емкости** применяют только в специ­альных случаях.

**По способу зажигания ламп** схемы и **ПРА** делят на **стартер­ные** и **бесстартерные.** Последние, в свою очередь, подразделяют на схемы **быстрого** и **мгновенного** зажиганий.

Для облегчения зажигания ламп, работающих в сети без до­полнительного трансформатора, широко применяют **и предва­рительный нагрев** электродов до температуры, обеспечивающей термоэмиссию, достаточную для зажигания разряда при более низких напряжениях.

Нагрев производится путем их кратковременного включения в цепь тока, что достигается замыканием контакта соответствую­щего устройства (стартера, динистора и др.). При последующем размыкании контакта возникает импульс напряжения, превышаю­щий напряжение сети. Этот импульс, приложенный к лампе с еще не успевшими остыть электродами, должен зажечь в ней разряд. Для этого нужно, чтобы импульс имел некоторую минимальную амплитуду и энергию.

**Расшифровка обозначений типов ПРА**

’"УБ — устройство балластное- (стартерное зажигание).

! ДБ — аппараты бесстар?ерные быстрого пуска (бесстартерное зажигание).

| И — аппараты индуктивные, содержащие в качестве балласта дроссели и потребляющие из сети ток.

! отстающий по фазе от напряжения.

! Е — аппараты емкостные или индуктивно-емкостные, потребляющие из сети ток, опережающий по фазе напряжение се-и.

К — аппараты компенсированные, состоящие из комбинации однотипных индуктивных и емкостных аппаратов.

*А —* антистробоскопический.

В — встроенный в светильник (предназначены для установки в

корпусах светильников или а специальных кожухах)

Н — независимой установки (можно устанавливать как в светильнике, так и отдельно от него, без специального кожуха!.

П - с пониженным уровнем шума и радиопомех.

КК — с колодками зажимов.

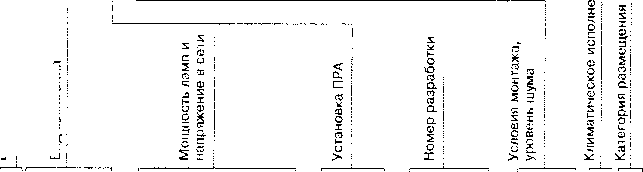
ВК — с выводными концами.

Н — аппараты с нормальным уровнем шума (для промышленных помещений).

П — аппараты с пониженным уровнем шума для

административно-служебных и жилых помещений.

ПП — аппараты с особо низким шумом для школы, больниц и т.п. О



Вид зажигания

2 У Б К - 4 0/2 2 0 - В П - 0 1 0 - В К У4

. ч . г i I 1 i s *s i*  : я i

**Пример.**

Расшифруем обозначение 2УБК-401220-ВП-010-ВК У4.

В этом обозначении:

2 — двухламповый;

УБ — стартерный;

К— компенсированный;

40 — мощность каждой лампы (40 Вт);

220— номинальное напряжение сети (220 В);

В — встроенное исполнение;

П— пониженный уровень шума;

010— номер разработки, для потребителя он не имеет значе­ния;

ВК — с выводными концами.

В конце обозначения указано климатическое исполнение У (для районов с умеренным климатом) и категория размещения 4 (в помещениях с искусственно регулируемым климатом).

1. Светильники с люминесцентными  
   лампами

**Устройство и работа светильника с ЛЛ**

В схему светильника, кроме лампы, включены:

• выключатель SA1;

. стартер Е1 со встроенным конденсатором С1, служащим *для* подав­ления радиопомех;

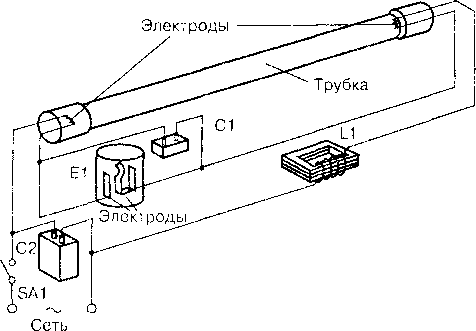
. дроссель L1;

. конденсатор С2, служащий для повышения коэффициента мощно­сти cos р.

Поясню назначение конденсатора С2 подробнее. Дроссель почти не потребляет электроэнергию, т.е. ту энергию, которую он берет из сети при намагничивании, он почти полностью возвращает в сеть при размагничивании. Но эта «перекачка» энергии из сети в сеть загружает ее провода и вызывает в них тепловые потери.

Чтобы разгрузить сеть от тока дросселя, в его цепь включа­ют конденсатор (С2 на рис. 6.9). Тогда перекачка энергии про­исходит уже не между сетью и дросселем, а между дросселем и конденсатором, т.е. внутри самой установки [9].

**Этапы работы светильника с ЛЛ**



**Рис. 6.9.** Схема светильника с люминесцентными лампами

В процессе зажигания люминесцентной лампы совершается ряд явлений. В общих чертах они состоят в последующей смене ряда этапов.

**Первый этап.** При замыкании выключателя SА1 к стартеру прикладывается напряжение сети. В **стартере** (небольшая нео­новая лампочка) возникает слабый тлеющий разряд, который разогревает **электроды.** Один из электродов — биметалличес­кий. **Биметалл —** это пластинка из двух металлов с различными температурными коэффициентами линейного расширения. При нагревании один из металлов удлиняется больше, чем другой, а так как они скреплены, то вся пластинка изгибается. При охлаж­дении происходит распрямление пластинки. Под действием теп­ла он изгибается и касается другого электрода. В результате ток в цепи значительно увеличивается, а разряд в стартере гаснет.

**Второй этап.** Увеличившийся ток **разогревает электроды** люминесцентной лампы, и они начинают **испускать электроны** (это подготовка к зажиганию).

**Третий этап.** Электроды стартера остывают, биметалл рас­прямляется, и, наконец, между электродами образуется **зазор.** При этом сила тока в цепи резко уменьшается. При уменьшении тока в дросселе согласно закону Ленца возникает кратковре­менное значительное напряжение, стремящееся поддержать исчезающий ток. Это напряжение самоиндукции складывается с напряжением сети, в результате чего к электродам люминес­центной лампы оказывается приложенным импульс напряжений большего значения, чем напряжение сети. Под действием этого импульса в люминесцентной лампе возникает **разряд в аргоне:** лампа начинает несколько разогреваться.

**Четвертый этап.** Под действием теплоты капля ртути испа­ряется и создает в лампе **ртутные пары** необходимой плотности. Так как они ионизируются значительно легче паров аргона, то в дальнейшем разряд происходит в основном уже не в аргоне, а в ртутных парах.

**Пятый этап.** Когда лампа горит, напряжение на ее электродах, а следовательно, и на электродах стартера (который присоеди­нен параллельно) ниже напряжения сети. Ведь последовательно с лампой включен дроссель Ы, через который теперь проходит значительный ток, причем ток переменный.

**В** результате в дросселе индуцируется **электродвижущая сила** (ЭДС) **самоиндукции,** действующая согласно закону Ленца навстречу напряжению сети. В итоге на лампу и стартер при­ходится уже не полное напряжение сети, а разность между ним и напряжением самоиндукции. Это совершенно необходимо, иначе лампа погаснет.

Действительно, если бы при горяшей лампе и на стартере снова оказалось напряжение, равное напряжению сети (а не ниже), то в стартере вновь возник бы разряд, и спустя неболь­шое время электроды стартера, сомкнувшись, закоротили бы лампу.

**Внимание!**

У дросселя еще одна важнейшая задача — он ограничивает воз­растание тока, что имело бы место при включении люминесцен­тной лампы непосредственно в сеть. Таковы свойства газового разряда. Возрастание тока (при отсутствии дросселя) разру­шило бы лампу или же привело к перегоранию предохранителей (отключению автоматического выключателя). Без дросселя

люминесцентные лампы включать опасно.

**Стартеры для люминесцентных ламп**

Стартер — наиболее уязвимая часть схемы люминесцентного освещения. Кратковременное замыкание и последующее раз­мыкание цепи можно производить вручную при помощи ключа или автоматически с помощью специального устройства, на­зываемого стартером. Существуют следующие типы стартеров: **тлеющего разряда, тепловые, электромагнитные, термомагнит­ные, полупроводниковые** и др.

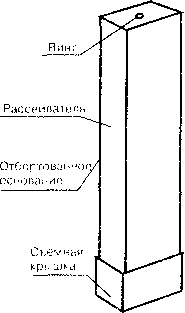
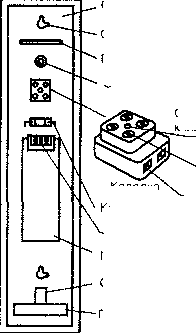
**Процесс зажигания** лампы с помощью стартера можно раз­бить в общем случае на четыре стадии: **подготовительная —** с момента подачи напряжения до замыкания стартера; **нагрев электродов лампы —** с момента замыкания до момента размы­кания; **попытка зажигания —** в момент размыкания: **подготовка стартера к следующему включению.**

**У** отдельных типов стартеров может отсутствовать первая стадия. Наибольшее распространение получили стартеры тле­ющего разряда.

**Настенный светильник с U-образной ЛЛ**

Ознакомимся с несколькими светильниками с люминесцен­тными лампами для нормальных условий среды и рассмотрим примеры электроустановочных устройств, которые для них предназначены.

На рис. 6.10 представлен настенный светильник с U-образ­ной люминесцентной лампой.

Отверстия для отвертки

Основание

Отверстие для крепления

Пружинный ламподержатель

Отверстие для проводов

Колодка

Винты

**ПРА**

Отверстие для крепления к основанию светильника

Конденсатор

Стартер ® В W

Лепестки

Патрон

**Рис. 6.**10. Настенный светильник с U-образной люминесцентной лампой

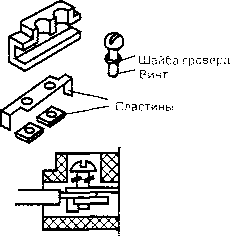
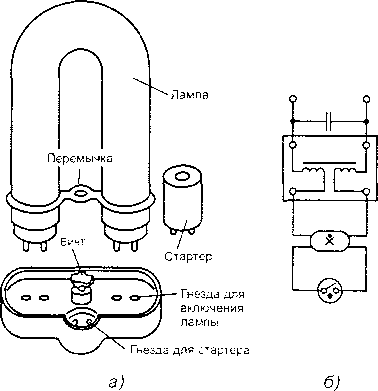
Отверстие для ввода проводов

Рассеиватель установлен на отбортованное основание и за­креплен винтом и съемной крышкой. На рисунке хорошо виден патрон, в который вставлен стартер, конденсатор, колодка для присоединения к сети и пружинный ламподержатель. Снизу лам­па прикреплена перемычкой, а та, в свою очередь, привинчена к патрону винтом. Показаны четыре гнезда для включения лампы и два гнезда для стартера. Лампа показана отдельно (рис. 6.11).

Сетевые провода вводятся через отверстие и присоединяют­ся к зажимам. Показано присоединение винтами внешних про­водов. Внутренние провода припаяны к лепесткам. Основание светильника так выдавлено, что между ним и стеной провода проходят свободно.

Отверстия в колодке служат: для ввода проводов; для от­вертки: для крепления к основанию светильника.

На рис. 6.12 показано устройство контактов. Провода зажи­мают между пластинами. Пластины имеют насечку и отверстия с резьбой для винтов. На винты надеты пружинящие (разрезные) шайбы. Для крепления к стене служат два отверстая.



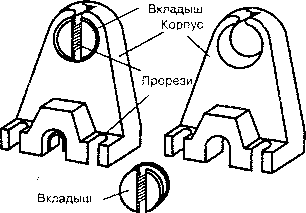
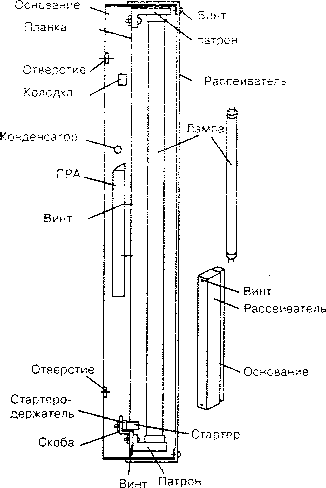
**Рис. 6.11.** Соединение элементов светильника и схема включения

**Рис. 6.12.** Устройство контактов

**Светильник для равномерного освещения**

Светильник для равномерного или общего локализован­ного освещения помещений общественных и жилых зданий показан на рис. 6.13. К основанию винтами привинчен рассеива­тель. Форма отверстий дает возможность устанавливать светиль­ник вертикально и горизонтально. В светильнике установлены патроны, стартеродержатель со стартером, колодка с зажимами, ПРА (привинчивается винтами) и конденсатор. Лампа 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 патроны, в них сделаны 222

продольные прорези. Винты с шайбами ввинчиваются в от­верстия планок. Верхний пат­рон непосредственно укреп­лен на планке, приваренной к основанию. Под нижний патрон подложена изогнутая скоба, на которой установлен стартеродержатель.

**Рис. 6.13.** Светильник для равномерного или общего локализованного освещения

**Рис. 6.14.** Устройство патрона

Устройство патрона пока­зано на рис. 6.14. В корпусе размещены:

. снизу — контактный узел;

. спереди — поворотный вкладыш.

В контактном узле в колод­ку из изолирующего материа­ла вставлены контактные пру­жины, ход которых ограничен упорами. Провода зажимают между торнами винтов и кон­тактными пружинами. Винты ввинчивают в пластинки. По­ложение их зафиксировано пазами колодки.

Лампу вставляют в про­резь, а затем поворачивают на 90°. При этом соединяют­ся штифты с контактными пружинами.

**Потолочный светильник с  
фасонной кольцеобразной лампой**

Потолочный светильник с фасонной кольцеобразной лампой показан на рис. 6.15. Его основанием служит диск с отборто­ванным краем, скобой и двумя отверстиями для крепления к потолку.

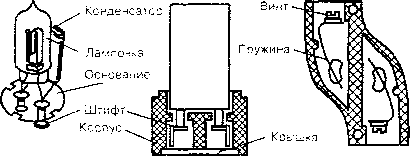
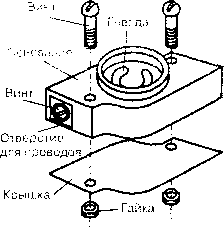
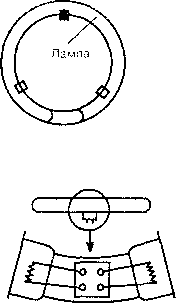
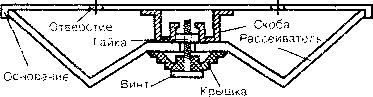
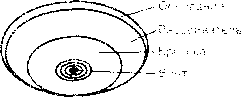


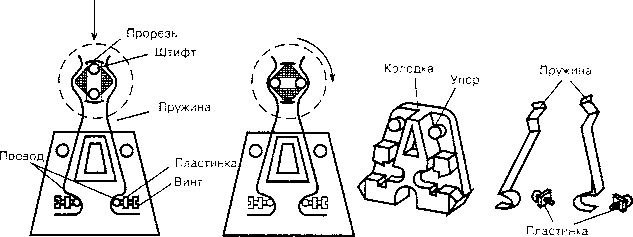
Рис. 6.15. Потолочный светильник с фасонной кольцеобразной лампой

На основании установлены: ПРА; конденсатор; стартеродер- жатель со стартером; зажимы; три ламподержателя.

**Рассеиватель** прижат декоративной крышкой, которую дер­жит винт, ввинченный в гайку. Лампа показана отдельно. Она закреплена тремя **ламподержателями,** которые расположены под углами 120°. Для присоединения лампы служит **накидной патрон.** Выводные штырьки вставляются **в** его гнезда.

**Стартеродержатель** имеет пластмассовый корпус, закрытый снизу тонкой крышкой из изолирующего материала. Винты и гайки служат и для крепления крышки. Провода вводят в от­верстия и присоединяют винтами к пружинам. Когда штифты стартера вводят в гнезда стартеродержателя и затем стартер поворачивают до упора, **контактные пружины раздаются,** на­жимают на **штифты стартера,** благодаря чему обеспечивается надежное соединение. Здесь же показано устройство стартера. Чехол, изолированный изнутри конденсаторной бумагой, при­креплен к основанию из изолирующего материала. Закраинки чехла сперва вставлены в прорези основания, а затем загнуты под прямым углом. В основание вставлены два штифта. К ним припаяны выводы **неоновой лампочки** с биметаллическим кон­тактом и конденсатора для подавления радиопомех.

Устройство патрона показано на рис. 6.16. В полый корпус вставлены: снизу — контактный узел; спереди — поворотный вкладыш.

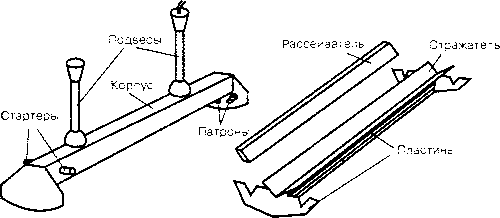


**Рис. 6.16.** Устройство патрона

В контактном узле в колодку из изолирующего материала вставлены контактные пружины, ход которых ограничен упо­рами. Провода зажимают между торцами винтов и контактны­ми пружинами. Винты ввинчивают в пластинки. Положение их зафиксировано пазами колодки. Лампу вставляют в прорезь, а затем поворачивают на 90°. При этом соединяются штифты с контактными пружинами.

Подвесной светильник с двумя лампами укрепляется на двух подвесах. Тот подвес, через который выведены из све­тильника провода, —трубчатый. На рис. 6.17 показан корпус с подвесами, двумя стартерами и патронами.

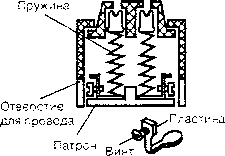
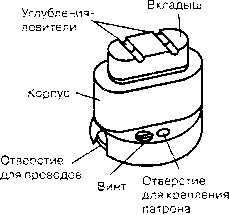
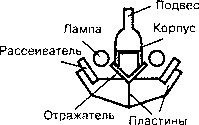
**В** корпусе установлен один двухламповый ПРА или два одноламповых: емкостный и индуктивный. К корпусу двумя замками-зашелками (не видны) прикрепляется отражатель с экранирующей решеткой. Экранирующая решетка состоит из множества поперечных пластин (показаны только крайние) и од-

ной продольной пластины из органи­ческого стекла. В шель, образованную прорезями, вставляются рассеиватели из опалового силикатного стекла, так как силикатные стеклорассеиватели ничем не закреплены.

**Рис. 6.**17. Подвесной светильник с двумя лампами

Поперечный упрощенный разрез светильника (рис. 6.18) показывает взаимное расположение ламп. Све­тильник над лампами открыт. Благода­ря этому свет отражается от потолка, а лампы можно заменять, не снимая решетки-отражателя.

Патрон, с которым мы познако­мились выше, неудобен тем, что при смене ламп его иногда приходится передвигать. Патрон на рис. 6.19 значительно удобнее. Его корпус не­подвижен, а вкладыш с контактными колпачками (в которые упираются штифты лампы) может перемещать­ся; при этом пружины сжимаются или разжимаются. Провода в патрон вводят через отверстия и присоединя­ют винтами, которые ввинчивают в пластины.

Пластины и винты укреплены на основании патрона. Корпус и основа­ние соединены двумя винтами с гайками. Отверстия служат для крепления патрона. Лампу легко вставлять, так как на вкладыше сделаны углубления-ловители. Именно они направляют штифты лампы в углубления в колпачках.

**Рис.** 6.18. Поперечный упрощенный разрез све­тильника

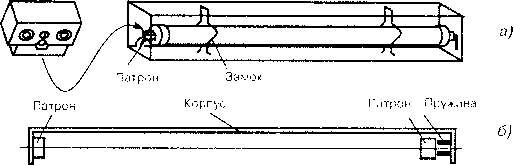
Патрон

Колпачок

**Рис.** 6.19 Устройство усовер­шенствованного патрона

**Накидные патроны**

Патроны, представленные на рис. 6.16 и 6.19. служат и для крепления, и для присоединения ламп, но они занимают относительно много места. Поэтому все чаще применяется не­зависимое крепление ламп в светильниках, например, пружиня­щими проволочными замками в сочетании с двумя накидными патронами (рис. 6.20.п).



**Рис. 6.20.** Накидные (а) и торцевые (б) патроны

**В** заключение расскажем о весьма распространенных **торце­вых патронах,** установка которых схематически показана на рис. 6.20.5. В комплект одной лампы входят два патрона. Один из них неподвижно закреплен в одном из торцов корпуса светиль­ника. другой имеет компенсирующие втулки, благодаря чему может перемешаться вдоль оси лампы, создавая автоматическую компенсацию допусков (4 мм) на длину лампы. Компенсирую­щие втулки (не показаны) представляют собой две полые металли­ческие трубки с отогнутыми фланцами на концах и надетыми на них статьными винтовыми пружинами.

И, наконец, несколько слов о креплении патронов. Распрост­ранены крепления одним винтом, двумя винтами и безвинтовым способом. В последнем случае приливы в патроне фиксируют его в пазах корпуса светильника, но так, что патрон может от­клоняться на 10... 15° в наружную сторону от лампы, что автома­тически компенсирует допуски на точность изготовления ламп и светильников.

**Ремонт светильников с люминесцентными лампами**

Люминесцентные светильники представляют собой сложное устройство со многими конструктивными элементами и большим количеством контактов.

**Внимание!** Люминесцентные пампы следует вынимать из пат­ронов с большой осторожностью, чтобы не повредить цоколь и не разбить стекло лампы, так как в лампе находятся пары ртути, которые являются очень токсичными'.

Еще одной особенностью эксплуатации люминесцентных ламп является наличие в схеме включения вспомогательной ап­паратуры — стартера и дросселя. Если в данной схеме лампа не зажигается, необходимо проверить исправность электросети, а также отдельных элементов схемы включения лампы.

Нормальная эксплуатация лампы существенно зависит от внешних условий: от напряжения питающей сети; от температу­ры окружающего воздуха.

При эксплуатации люминесцентных ламп необходимо знать, что характер газового разряда в значительной степени определя­ется величиной давления газа или паров, в которых происходит разряд. При понижении температуры давление паров в лампе падает, и процесс зажигания и горения лампы ухудшается. Опти­мальной температурой эксплуатации люминесцентных ламп явля­ется температура 20...25 °C. При исправности электросети и всех элементов схемы включенная лампа все же может не зажигаться, если температура окружающей среды меньше +10 °C и если коле­бание напряжения питающей сети превосходит 6...7 %>.

Зажигание лампы происходит обычно не сразу, а после нескольких срабатываний стартера. Полная длительность зажигания не должна превышать 15 секунд. Если в течение этого времени лампа не загорится, то возможны неисправнос­ти, которые могут быть как в самой лампе, так и в отдельных элементах схемы включения. Неисправности в светильниках люминесцентных ламп приведены в табл. 6.5. Вольтамперные характеристики дросселей представлены в табл. 6.6.

|  |  |
| --- | --- |
| Причина | Способ устранения |
| Срабатывает защита при включении светильника | |
| Пробой компенсирующего конденсатора на  входе светильника параллельно питающей сети.  Замыкание в цепях установки:  проверить цепи за автоматом | Заменить конденсатор.  Проверить наличие напряжения на контактах патронов лампы и стартера. Заменить лампу. Если новая лампа зажигается, то замененная лампа была неисправной.  Проверить целостность спиралей лампы, взглянув на ее торец через стекло баллона. Черны й налет по концам говорит о расходовании активного слоя катодов |
| Лампа не зажигается | |
| Неисправности в электро­сети — наличие обрыва или плохого контакта Неисправности стартера — не замыкает цепь накала электродов лампы. Неисправности дросселя — обрыв в обмотке дросселя. Неисправности патронов — отсутствие контактов. Неисправности лампы — обрыв электродов лампы | Проверить наличие напряжения на контактах патронов лампы и стартера. Заменить лампу. Если новая лампа зажигается, то замененная лампа была неисправной. Проверить целость спиралей лампы, взглянув на ее торец через стекло баллона. Черный налет по концам говорит о расходовании активного слоя катодов |
| При включении лампы свечение люминофо ра, обуславливаемое возникновением вспомогательного разряда, имеется только в одном конце лампы. Лампа мигает, но не зажигается | |
| Замыкания в проводке.  Замыкания в патроне.  Замыкания в выходах лампы, где свечение люминофора отсутствует | Лампу переставить так, чтобы неисправный и нормально светящиеся концы ее поменялись местами. Если при такой перестановке свече­ние будет отсутствовать, данная лампа явля­ется дефектной и должна быть заменена новой  Если при замене лампы нет свечения, необхо­димо проверить схему включения и патрон лампы, устранить их замыкания, в случае необходимости патрон сменить |
| Свечение на концах лампы имеется и сохраняется длительное время, но лампа не зажигается | |
| Неисправности стартера.  Неисправности патрона.  Неисправности проводки  i | Если после вынимания стартера свечение исчезнет, значит данный стартер подлежит замене.  Если и при отсутствии стартера на концах лампы будет свечение, необходимо проверить проводку, патрон стартера и устранить имеющиеся в них замыкания |
| На концах включенной лампы появляется и исчезает тусклое оранжевое свечение, лампа не зажигается и через некоторое  время свечение вообще исчезает I | |
| В лампу попал воздух j | Заменить лампу на новую I |

|  |  |
| --- | --- |
| Причина | Способ устранения |
| Лампа зажигается нормально, но уже в первые часы горения наблюдается сильное потемнение ее концов и через некоторое время она перестает зажигаться | |
| Преждевременное потемнение концов лампы может быть вызвано плохим качеством ее катодов. Неисправен дроссель — пусковой и рабочий токи имеют значения, не соответствующие вольт-амперной характеристике | Проверить значение пускового и рабочего токов |
| Лампа зажигается нормально, но при горении разряд не заполняет равномерно все пространство между электродами на отдельных участках извивается в виде змейки | |
| Неисправен дроссель.  Ток лампы слишком велик | Проверить значение пускового и рабочего токов лампы, и, если они выходят за пределы, указанные в вольт-амперн ой характеристике, дроссель должен быть заменен новым. Если значение токов не выходит за пределы, то может быть неисправна сама лампа — ее катоды обработаны недостаточно хорошо. Лампу следует несколько раз погасить и зажечь, повер нуть ее в патронах по собствен­ной оси на 1 80" и еще раз зажечь и погасить. Если и после этого разряд не заполнит все пространство меж ду электродами, лампу нужно заменить. |
| Если лампа периодически зажигается и гаснет | |
| Неисправна лампа.  Неисправен стартер | Проверить падение напряжения в лампе. Если оно превышает значения, указанные в таблице, то данная лампа должна быть заменена новой. Если напряжение зажигания разряда в стар - тере ниже минимально допустимого значения, то должен быть заменен стартер |
| Лампа зажигается нормально, но горит очень тускло, световой поток, излучаемый лампой, недостаточен | |
| Дроссель не обеспечивает над­лежащего режима работы лампы. В лампе мало ртути и ток лампы не выходит за нижний предел | Если рабочий ток лампы меньше, чем мини­мально допустимое значение, указанное в таблице, то следует сменить дроссель. Если ток лампы мал, но не выходит за нижний предел, значит, лампа должна быть заменена, поскольку в ней мало р туги |
| Лампа не зажигается или работает с перерывами | |
| Слабы или окислились зажимы в цепях до светильника, у дрос­селя, колодок лампы, у стартера, контакты ножек лампы и элек­тродов стартера в гнездах | Проверить зажимы и контакты в проводке до светильника и в светильнике |
| Изменение цвета свечения лампы | |
| Изменение состава люминофора при большом сроке службы лампы | Заменить лампу |

|  |  |
| --- | --- |
| Причина | Способ устранения j |
| При включении светильника перегорают спирали лампы | |
| Неисправен дроссель, т.к. в его обмотке частично или полностью пробита изоляция | Заменить дроссель |
| Нагрев поверхностей, на которых укрепляется светильник | |
| Нагрев дросселя светильника | Поставить асбестовые прокладки  под светильник.  Оставлять воздушный зазор под светильником |
| Обрыв в дросселе или в конденса торе балластного сопротивления | |
|  | Заменить на новые дроссель или конденсатор балластного сопротивления |
| При работе светильника слышится гудение | |
| Колебание пластин магнито­провода дросселя | Заменить дроссель |

**Внимание!** При любой неисправности в светильниках с люми­несцентными лампами: он должен быть немедленно отключен: должна быть выяснена причина неисправности; должна быть устранена данная неисправность, поскольку неисправность одного элемента может привести к выходу из строя других

элементов.

Волътамперные характеристики дросселей Таблица 6:6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номинальная мощность лампы, Вт | Напряжение лампы, В | | | Рабочий ток в лампе, А | | | Пусковой ток  лампы, А | |
| мин. | ИОМИН. | макс. | мин. | номин. | макс. | номин. | макс. |
| 15 | 55 | 57 | 62 | 0,28 | 0,3 | 0,31 | 0,43 | 0,49 |
| 20 | 59 | 63 | 68 | 0,32 | 0,35 | 0,37 | 0,54 | 0,6 |
| 30 | 105 | 110 | 120 | 0,3 | 0,32 | 0,34 | 0,44 | 0,5 |
| 40 | 110 | 115 | 125 | 0,39 | 0,41 | 0,44 | 0,57 | 0,65 |

Глава 7

Правильно выбираем  
светильник

**Коротко о свете:** варианты генерации света, взаимодействие излучения с веществом, отражение и преломление, цветопере­дача, равномерность освещения, световая отдача, полезные термины и определения.

**Прикидочный расчет** освещения заданного помещения. Осо­бенности освещения в различных помещениях. Оптимальное искусственное освещение

**Знакомьтесь, светильники:** классификация по назначению, полезные определения, системы стандартов светильников, оценка светораспределения светильника, условные обозначе­ния светильников, знаки сертификации, маркировка светиль­ников.

**Критерии выбора светильника:** для гостиной, для кабинета, для спальни, для кухни.

7.1. Коротко о свойствах света

**Три варианта генерации света**

Принципиально различают три способа генерации света: тер­моизлучение, газовый разряд высокого и низкого давления.

**Термоизлучение —** излучение нагреваемого провода до макси­мальной температуры при прохождении электрического тока. Образцом является солнце с температурой поверхности 6000 К. Лучше всего подходит для этого элемент вольфрам с наивысшей среди металлов температурой плавления (3683 К).

**Пример.**

За счет термоизлучения работают лампы накаливания и гало­генные лампы накаливания.

Газовый дуговой разряд появляется в закрытой стеклянной емкости, наполненной инертными газами, парами металла и редкоземельными элементами при подаче напряжения. Возни­кающие при этом свечения газообразных наполнителей дают желаемую цветность света.

**Пример.**

За счет газового дугового разряда работают ртутные, метал­логалогенные и натриевые лампы.

**Люминесцентный процесс.** Под действием электрического разряда закаченные в стеклянную трубку пары ртути начинают излучать невидимые ультрафиолетовые лучи, которые, попадая на нанесенный на внутреннюю поверхность стекла люминофор, преобразуется в видимый свет.

имер.

За счет люминесцентного процесса работают люминесцент- ные лампы, компактные люминесцентные лампы.

**Взаимодействие излучения с веществом**

Абсорбция (поглощение света) —это свойство вещества пре­образовывать поглощенное излучение (в данном случае, свет) в другие формы энергии, главным образом, в тепловую. Единицей измерения является степень абсорбции (а = Фа/ Фо) — отноше­ние поглощенного светового потока к общему.

Отражение — способность материала отражать свет. Разли­чают несколько видов отражения: зеркальное, смешанное, пол­ностью рассеянное и нерегулярно рассеянное. Во внутреннем освещении используется в основном рассеянное (диффузное) отражение. Характер отражения определяется коэффициентом отражения, выражающим отношение отраженного светового потока к падающему (р = Фр/ Фо).

Коэффициент отражения задается в основном для рассеян­ного падающего света (pdif) или для квазипараллельного пада­ющего света под углом 8° (р). В осветительной технике мерой служит в основном pdif; р и pdj{ могут достигать теоретически максимального значения 1 (100 %). В табл. 7.1 приведены ко­эффициенты отражения наиболее распространенных красок и материалов.

Коэффициенты отражения красок, и материалов Таблица 7.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Краски |  | Материалы |  |
| Белая | 0,8 | Штукатурка | 0,8 |
| Светло-желтая | 0,7 | Кафель, белый | 0,7 |
| Светло-зеленая, розовая | 0,4 | Клен,береза | 0,6 |
| Небесно-голубая | 0,4 | Дуб, светлый | 0,4 |
| Светло-серая | 0,4 | Бетон | 0,3 |
| Светло-коричневая | 0,3 | Грецкий орех, темный | 0,2 |
| Серая | 0,2 | Дуб, темный | 0,2 |
| Темно-красная | 0,1 | Кирпич красный | 0,2 |
| Черная | 0,1 | Стеклоблоки |  |

Трансмиссия — это свойство материала беспрепятственно пропускать встречное излучение. Мерой ее является коэффици­ент трансмиссии т = Ф ' Ф,}.

**Отражение и преломление**

При попадании света на материал (например на оконное стекло) происходят **три явления:** часть света отражается от его поверхности, часть поглощается им и оставшаяся часть проходит через него. Эти части светового потока обозначаются:

Фр — поток отраженного света;

Ф — поток поглощенного света;

а

Фр — поток пропущенного света.

Для количественного анализа берутся отношения каждого из трех вышеназванных частей светового потока к общему па­дающему световому потоку:

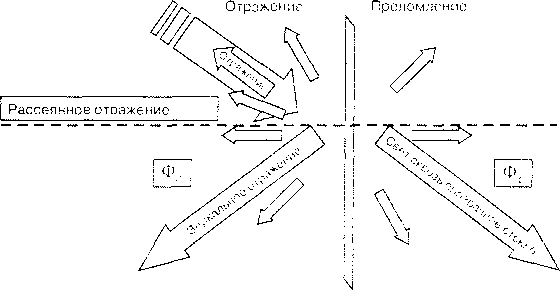
р **= Фр/Ф0 —** коэффициент отражения;

а = Фц/Ф0 — коэффициент поглощения;

т **= Фт/Ф0 —** коэффициент пропускания (где р+а+т = 1 или **Ф +Ф +'ф = Ф„).**

р а т О/

**Поглощенный световой поток** преобразовывается в тепло­вую энергию и нагревает материал. Чем темнее материал, тем больше светового потока он поглощает. Например, обыкновен­ное защитное стекло толщиной 4 мм отражает 8 %, пропускает 90 % и поглощает 2 % падающего светового потока. На рис. 7.1 представлен идеальный случай: строго направленное и полнос­тью рассеянное отражение или преломление.



**Рис. 7.**1. Отражение и преломление

**Цветопередача**

Характеристика цветопередачи лампы описывает, насколько натурально выглядят окружающие нас предметы в свете этой лампы. Выражением этого является общий индекс цветопере­дачи *11а.* Для определения величины *Ra* из окружающей среды выбирают восемь тестовых цветов, которые освещаются тести­руемой лампой, а затем стандартной лампой, имеющей такую же цветовую температуру (от температуры «черного тела» до дневной). Чем меньше разница в цветопередаче между тестовыми цветами, тем лучше цветопередача исследуемой лампы. Макси­мальное значение составляет 100 (как среднее для восьми тестовых цветов).

В зависимости от места установки лампы и выполняемой ими задачи искусственный свет должен обеспечивать возможность наиболее лучшего восприятия цвета (как при естественном дневном свете). Данная возможность определяется характери­стиками цветопередачи источника света, которые выражаются с помощью общего коэффициента цветопередачи 7? .

Коэффициент цветопередачи отражает уровень соответ­ствия естественного цвета тела с видимым цветом этого тела при освещении его эталонным источником света.

Для сравнения с рассмотренными источниками света фиксиру­ется сдвиг цвета с помощью 8 (или 14) указанных в DIN 6169 стан­дартных эталонных цветов, который наблюдается при направлении света тестируемого или эталонного источника света на эти эталон­ные цвета. Чем меньше отклонение цвета излучаемого тестируемой лампой света от эталонных цветов, тем лучше характеристики цвето­передачи этой лампы. Источник света с показателем цветопередачи *Ra =* 100 излучает свет, оптимально отображающий все цвета, как свет эталонного источника света. Чем ниже значения *R,* тем хуже передаются цвета освещаемого объекта (табл. 7.2).

Тестируемые цвета:

R1 — цвет увядшей розы;

R2 — горчичный;

R3 — салатовый;

R4 — светло-зеленый;

R5 — бирюзовый;

R6 — небесно-голубой;

R7 — цвет фиолетовой астры;

R8 — сиреневый.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Характеристика  цветопередачи | Степень цвето­передачи | Коэффициент цветопередачи ***Ra*** | Примеры ламп |
| Очень хорошо | 1А | Более 90 | Галогенные лампы;  люминесцентные лампы  LUMILUX DE LUXE; HQL../D |
| Очень хорошо | 1В | 80...89 | Люминесцентные лампы  LUMILUX; HQI.../NDL или WDL |
| Хорошо | 2А | 70...79 | Стандартные люминес­центные лампы 10 и 25 |
| Хорошо | 2В | 60...69 | Стандартные люминес­центные лампы 30 |
| Достаточно | 3 | 40...59 | HQL |
| Недостаточно | 4 | Менее 39 | Натриевые газоразрядные лампы высокого и низкого давления |

Технические характеристики цветопередачи

Таблица 7.2

Дополнительные тестируемые цвета *с* насыщенными красками:

R9 — красный; R12 — синий;

R10 — желтый; R13 — цвет кожи;

R11 — зеленый; R14 — цвет зеленого листа.

**Равномерность освещения**

Равномерность освещения зависит от разновидности и рас­положения светильников, от геометрии и вида ограничивающих поверхностей. Она влияет как на зрительный комфорт, так и на зрительную способность. Неравномерность освещенности может привести к появлению зон, в которых возникает недо­статочный контраст между предметами и окружением. Кроме того, глаза, вынужденные из-за неравномерности освещения часто перенастраиваться, быстро утомляются.

Равномерность в конкретном месте **определяется значениями яркости** Liiin, Lni,x и Lcp (Lrnin — наименьшая яркость в районе подсчета, Lom„— максимальная яркость в районе подсчета и Lcp —- средняя яркость в районе подсчета). Были учреждены следующие две оценки G: L . /L и L ./'L .

mm max nnn ср

Для продольной gl и поперечной gq равномерности рекоменду­ются согласно DIN 5С44 следующие значения (табл. 7.3).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Равномерность в продольном направлении | | | Равномерность в продольном направлении | | | Оценка |
| Степень | Рекомен­дуемая | Допус­тимая | Степень | Рекомен­дуемая | Допус- тимая |
| **А** | 1:1.3 | 1:1,6 | D | 1:2,5 | 1:4,0 | Отлично |
| в | 1:1,6 | 1:2,0 | Е | 1:4,0 | 1:6,0 | Хорошо |
| с | 1:2,0 | 1:2,5 |  | 1:6,0 | 1:8,0 | Удовлетворительно |

**Световая отдача**

**Световая отдача** показывает, с какой экономичностью потребля­емая электрическая мощность преобразуется в свет. Единица измерения: **люмен на ватт [лм/Вт].** Теоретически достигаемая максимальная величина при полном преобразовании энергии в видимый свет составляет 683 лм/Вт. Реально достижимые значения, разумеется, значительно ниже и находятся между 10 лм/Вт и 150 лм/Вт. **Реальные примеры** световой отдачи раз­личных источников света приводятся на рис. 7.2.

1000 -1

◄ 683 лм/Вт = теоретическая граница для  
монохроматического зеленого цвета

199 лм/Вт = теоретическая граница для «белого» света (390...780 нм) Натриевая лампа низкого давления

Натриевая лампа высокого давления

Люминесцентная лампа

Металлогалогенная лампа

Ртутная лампа высокого давления

◄ Специальная лампа накаливания.

Ксеноновая лампа накаливания, Лампа смешанного света

Лампа накаливания общего назначения

-«4 Лампа накаливания с угольной нитью Мампа Эдиссона)

◄( Неоновая лампа, электролюминесцентная плата

•< Керосиновая лампа

лм/Вт

Рис. 7.2. Реальные примеры световой от-  
дачи различных источников света

Стс-ариновая свеча

**Полезные термины и определения**

**Видимое излучение —** электромагнитное излучение с длиной волны от 380 до 780 нм. Нм (нанометр) — одна миллиардная доля метра.

**Коэффициент цветопередачи R® —** отношение цветов предметов при освещении их данным источником света к цветам этих же предметов, ос­вещаемых источником света, принятым за эталон (чаще всего Солнцем), в строго определенных условиях.

Данный коэффициент отражает уровень соответствия естественного цвета тела с видимым цветом этого тела при освещении его эталонным источником света. Для определения значения фиксируется 1<а, сдвиг цвета с помощью восьми указанных в DIN 6169 стандартных эталонных цветов, который наблюдается при направлении света тестируемого источника света на эти эталонные цвета. Чем меньше отклонение цвета излучае­мого тестируемой лампой света от эталонных цветов, тем лучше харак­теристики цветопередачи этой лампы. Источник света с показателем цветопередачи Ra — 100 излучает свет, оптимально отражающий все цвета, как свет эталонного,.источника света. Чем ниже значение Ra> тем хуже передаются цвета освещаемого объекта:

Ra = 91... 100 — очень хорошая цветопередача:

Ra ~ 81...91 — хорошая цветопередача;

Ra — 51... 80— средняя цветопередача;

R& < 51 — плохая цветопередача.

**Освещение —** применение света в конкретной обстановке, рядом с объек­тами или в их окружении, с целью сделать их видимыми.

**Освещенность Е —** величина, которая отражает соотношение падаю­щего светового потока к освещаемой площади. Освещенность равна 1 лк, если световой поток 1 лм равномерно распределяется по площади 1 м2. Единица измерения: люкс [лк]. Примеры величины освещенности:

Солнечный летний день — 60000...100000 лм.

Мрачный летний день — 20000 лм.

Мрачный зимний день — 3000 лм.

Хорошо освещенное рабочее место — 500...750 лм.

Ночь полнолуния — 0,25 лм.

Ночь безлунная — 0,01 лм.

Освещенность согласно DIN 503512 трактуется как минимальная освещенность на рабочих .пестах, определяется в DIN 5035 (части 2) и соответствующими директивами для рабочих мест. Разумеется, соблю­дение этих регламентов и норм не гарантирует в каждом случае хорошую систему освещения.

**Свет и излучение —** электромагнитное излучение, вызывающее в глазу человека зрительное ощущение. При этом речь идет об излучении в диапа­зоне от 360 до 830 нм, занимающем мизерную часть всего известного нам спектра электромагнитного излучения.

**Световая отдача** г, — величина, которая показывает, с какой эконо­мичностью потребляемая электрическая мощность преобразуется в свет. Этот термин относится исключительно к источникам света (лампам), а не к светильникам, для которых применяется понятие КПД, т.е. от­ношение излученного светильником светового потока к общему световому потоку, излучаемому находящимися в нем источниками света (лампами). Единица измерения: люмен на Ватт [лм/Вт].

**Световой поток Ф —** вся мощность излучения источника света, оцени­ваемая по световому ощущению глаза человека. Полное количество света, излучаемого данным источником. Единица измерения: люмен [лм].

**Сила света** I— интенсивность излучаемого в определенном направ­лении света. Источник света излучает световой поток Ф в разных на­правлениях с различной интенсивностью. Отношение светового потока, направляемого от источника света (лампыНили светильника в пределах элементарного пространственного угла (1 стерадиан), охватывающего данное направление, к этому углу. Полный пространственный угол равен 12,56 стерадиан (4п ). Единица измерения: кандела [кд].

**Система комбинированного освещения —** система освещения помеще­ний, включающая в себя светильники, расположенные непосредственно у рабочего места и предназначенные для освещения только лишь рабочей по­верхности (местное освещение), а также светильники общего освещения, предназначенные для выравнивания распределения яркости в поле зрения и создания необходимой освещенности по проходам освещаемого помещения. Светильник общего назначения — светильник, не предназначенный для специального назначения. Примерами светильников общего назначения яв­ляются подвесные светильники, отдельные прожекторы и некоторые ста­ционарные светильники для установки на поверхности или встраиваемые. Примерами светильников специального назначения являются светильники для тяжелых условий эксплуатации, для фото- и киносъемок, для плава­тельных бассейнов.

**Система общего освещения —** система освещения помещения, пред­назначенная для освещения не только рабочих поверхностей, но и всего помещения в целом, в связи с чем светильники общего освещения обычно размещаются под потолком на достаточно большом расстоянии от рабочих поверхностей.

**Цветность света** очень хорошо описывается цветовой температурой. Существуют следующие три главные цветности света: тепло-белая — бо­лее 3300 К, нейтрально-белая — 3300... 5000 К, белая дневного света — более 5000 К. Лампы с одинаковой цветностью света могут иметь различные характеристики цветопередачи, что объясняется спектральным составом излучаемого ими света.

**Полезные советы**

При выборе светильника учитывают: условия окружа­ющей среды: требования к характеру светораспределения; электробезопасность, экономическую целесообразность.

Для создания уюта и обстановки, способствующей отдыху человека после трудового дня, учебы, чтению художественной литературы, применяют **светильники для местного освещения.** Вариантов исполнения светильников местного освещения очень **много.**

Комфортность современного жилья неотделима от качествен­ного освещения. При этом глаза не должны перенапрягаться и уставать. Оказывается, чтобы достичь зрительного комфорта, надо выдержать на определенном уровне много светотехнических параметров: **оптимальную освещенность; минимальное слепящее действие; грамотное распределение яркости света по основным поверхностям; правильную цветопередачу и тенеобразование. А** обеспечить все это помогут правильно выбранные и размещен­ные светильники.

**С** изменением **яркости света,** отраженного от пола, стен и потолка, меняется зрительное восприятие пропорций помеще­ния, поэтому, варьируя яркость, можно «корректировать» объем помещения. А то, как мы воспринимаем форму предмета, ока­зывается, зависит от яркости отдельных его поверхностей и от распределения образующихся на нем теней. Значит, свет может «управлять» формой объектов, увеличивать или, к сожалению, уменьшать их выразительность.

Главное здесь — правильно выбрать **направление падающего светового потока.** Если объемный предмет равномерно осветить со всех сторон, он может казаться плоским, так как при рассеян­ном освещении объемность теряется. Известно, что **цвет** эмоци­онально воздействует на человека. Поэтому следует учитывать, что восприятие одного и того же цвета может сильно зависеть от климата местности, а также от привычек и вкусов человека. Так, в журнале «Идеи Вашего дома» (№ 7/2000) Марина Табакова дает ряд полезных и интересных советов по правильной органи­зации освещения в доме.

Н

Совет 1. Темный потолок кажется более низким, а светлый — высоким. Слишком светлый пол «снижает» высоту помещения. Более светлая стена в конце узкого коридора зрительно делает его шире.

Совет 2. Цвета теплых тонов «приближают» предметы (на­пример, желтая стена кажется ближе), а холодных— «удаля­ют».

Совет Л В маленьких помещениях для визуального расширения пространства и увеличения насыщенности светом нужно повы­шать освещенность стен и применять отделочные материалы; с хорошими отражающими свойствами (то есть с большим коэффициентом отражения), а в больших— применять тот же прием, но для пола и потолка.

**Совет 4.** Окна, картины и зеркала способствуют «расширению» пространства.

**Совет 5.** При освещении больших помещений лучше использо ■ вать светильники прямого света.

Совет 6. Следует помнить, что черный цвет «сужает» помеще­ние, а белый — «расширяет».

Совет 7. Если в узком помещении светильники расположены вдоль средней линии потолка, то комната будет казаться еще более узкой. Чтобы ее зрительно расширить, необходимо рас­положить светильники по линии, смещенной к одной из стен.

Совет 8. В помещении можно выделить функциональные зоны не только перегородками, но и с помощью светильников местного освещения, например, бра.

Совет 9. Наименее устойчивы к воздействию света рукописи, документы, фотографии, произведения живописи (акварель, темпера, пастель), гобелен, кружева, одежда. По нормам уровень освещенности таких предметов не должен превышать 50 лк.

**Совет 10.** Наилучший результат диет сочетание рассеянного или отраженного освещения с прямым направленным светом, но при работе с объектом, (таким как, например, лицо челове­ка), имеющим глубокий, ярко выраженный рельеф, важнее роль мягкого рассеянного или отраженного света.

Н

Совет 11. Применяя светильники направленного света, необхо­димо избегать образования нежелательных теней, способных изменить форму и освещаемого, и близлежащего объекта, а также интерьера в целом.

**Н**

**Совет 12.** Если поверхность освещена неравномерно, то ее отдельные участки воспринимаются как лежащие на разных уровнях.

**Совет 13.** Экспериментируя с тенями, можно создавать самую разнообразную световую динамику в помещении.

**Совет 14.** Если в комнате создана равномерная освещенность, то теплый цвет воспринимается ярче, чем холодный.

**Совет 15.** Если поверхность предметов, стен и т.д. окрашена в темный цвет, то их фактура и обработка не будут хорошо видны.

**Н**

**Совет 16.** На ярком фоне объект выглядит темнее, а на тем­ном — светлее.

**Совет 17.** Цвета теплой тональности выигрывают при освеще­нии лампами накаливания и разрядными лампами тепло-белого света.

**Совет 18.** Если в отделке использовать насыщенные и разно­образные по тону цвета, то зрительное утомление увеличива­ется.

**Поддержание постоянного уровня освещенности**

Системы освещения **с регулировкой светового потока** обеспе­чивают больший комфорт и экономию электроэнергии. Наряду с индивидуальным использованием дистанционного управления или клавишного выключателя начинают применяться контуры регулирования с датчиками дневного света.

**В** светильниках с использованием **низковольтных галогенных ламп,** работающих с магнитным трансформатором, управление осуществляется через **регулировку светового потока с отсечкой фазы по заднему фронту.** При работе с электронными транс­форматорами управление осуществляется через **регулировку светового потока с отсечкой фазы по переднему фронту.**

**В** светильниках с электронными ПРА, управляющими ком­пактными люминесцентными лампами, а также с люминесцен­тными лампами, диапазон регулирования светового потока составляет 0...100 % и 1...100 %, соответственно. Регулировка светового потока при этом осуществляется через **интерфейс 1...10 В.**

**Распространенные системы освещения**

В практике проектирования осветительных установок ис­пользуются две отличительные друг от друга системы освещения. Так система общего освещения предназначена для освещения всего помещения в целом. В связи с этим светильники общего освещения обычно размещаются под потолком помещения на достаточно большом расстоянии от рабочих поверхностей.

В системе общего освещения принято различать два способа раз­мещения светильников: равномерное и локализованное. В системе общего равномерного освещения расстояния между светильниками в каждом ряду и расстояния между рядами выдерживаются неиз­менными. В системе общего локализованного освещения положение каждого светильника определяется соображениями выбора наивы­годнейшего направления светового потока и устранения теней на освещаемом рабочем месте, т.е. целиком зависит от расположения оборудования.

Равномерное расположение светильников общего освещения применяется обычно в тех случаях, когда желательно обеспечить одинаковые условия освещения по всей площади помещения в целом. При необходимости дополнительного подсвета отдельных участков освещаемого помещения, если эти участки достаточно велики по площади или если по условиям работы невозможно устройство местного освещения, прибегают к локализованному размещению светильников.

Локализованное размещение светильников позволяет одно­временно с уменьшением удельной установленной мощности по сравнению с вариантом равномерного размещения обеспечить и лучшее качество освещения. При этом удается создать жела­тельное направление светового потока на рабочие поверхности и устранить падающие тени от близко расположенного оборудо­вания или человека.

К недостаткам локализованного размещения светильников следует отнести несколько повышенную по сравнению с равно­мерным размещением неравномерность распределения яркости в поле зрения и некоторое усложнение прокладки электриче­ской осветительной сети.

Вторая система — система комбинированного освещения — включает в себя как светильники, расположенные непосред­ственно у рабочего места и предназначенные для освещения только лишь рабочей поверхности (местное освежение), так и светильники общего освещения, предназначенные для вы­равнивания распределения яркости в поле зрения и создания необходимой освещенности. Пользуясь приведенными ниже рекомендациями (разработаны Федотовым Г.А., ООО «Сонекс- К», [www.sonex-Iight.ru](http://www.sonex-Iight.ru)) можно произвести приближенный расчет освещения заданного пространства.

**Прикидочный расчет освещения заданного помещения**

Для производства расчета по табл. 7.6 выберем тип источ­ника света и способ установки светильника, которые считаете желательными для освещения вашего помещения. Для примера возьмем подвесной светильник (люстру) с лампами накалива­**ния,** обеспечивающий равномерное светораспределсние. Руко­водствуясь табл. 7.7, определим требуемый уровень освещенно­сти. Предположим, что проектируется освещенность детской комнаты площадью 13 м2, в которой будут происходить подвиж­ные игры. Для этого процесса требуется освещенность 100 лк.

По табл. 7.4 находим, что для получения такой освещенности при использовании ламп накаливания необходимо обеспечить установочную мощность 29 Вт/м2. При заданной площади 13 м2 для создания освещенности 100 лк требуется мощность

*Р = 29 Вт/м2* х *13 м2 = 367Вт.*

'Итоги расчета: необходимо использовать подвесной светиль­ник с шестью лампами по 60 Вт каждая.

Удельная мощность освещения лампами накаливания Таблица 7.4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Средняя освещенность, лк | Классы светопередачи | | |
| В основном прямое светораспределение | Равномерное  светорас­пределение | Отраженное светорас­пределение |
| 50 | 3.5 | 4.5 | 5,5 |
| 75 | 5,5 | 7 | 8 |
| 100 | 7,5 | 9,5 | 11 |
| 150 | 11 | 14 | 16 |
| ЗОС | 22 | 28- | 32 |
| 500 | 35 | 45 | 55 |
| 1000 | 75 | 95 | 110 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Функциональное  назначение | Тип лампы | | Методы установки | | | | | | |
| Лампа накаливания | Люминесцентная | лампа I | Подвесной | Потолочный | Настенный | Пристраиваемый | Настольный | Напольный | Встраиваемый |
| Общее освещение | | | | | | | | | |
| Жилые комнаты | X | X | X | X | X | X | X | X | — |
| Кухни | X | X | X | X | X | X | — | — | X |
| Ванные комнаты | X | X | X | X | X | X | — | — | — |
| Санузлы | X | X | — | X | X | — | — |  | — |
| Вспомогательные помещения | X | X | X | X | X | X | — | — | X |
| Местное освещение | | | | | | | | | |
| Рабочие зоны | X | X | — | X | — | X | X | X | X |
| Зоны отдыха | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Локальные объекты | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Освещение для ориентации ночью | X | — | — | X | X | X | X | X | X |

Таблица 7.5

*X —* целесообразно.

*Области применения бытовых светильников*

*Удельная мощность освещения люминесцентными лампами*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Средняя освещенность, лк | Классы светопередачи | | |
| В основном прямое светорао пределение | Равномерное светорас- пределение | Отраженное светорао пределение |
| 20 | 6 | 7 | 8,5 |
| 30 | 7 | 8.5 | 10,5 |
| 50 | 12 | 14,5 | 17,5 |
| 75 | 19 | 22 | 26 |
| 100 | 24 | 29 | 35 |
| 200 | 48 | 70 | 85 |
| 300 | 72 | 85 | 105 |
| 500 | 120 | 145 | 175 |
| 1000 | 240 | 290 | 350 |

Таблица 7.6

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Уровни освещен­ности, лк | Общая комната | Кабинет, детская | Спальня | Кухня | Прихожая,  коридор | Ванная |
| 1000 | Шитье, рукоделие |  |  | — |  | — |
| 500 | Подсветка  локальных  объектов | Черчение, рисование, живопись |  |  | — | — |
| 300 | — | Чтение,  письмо |  | Обработка продуктов | — | — |
| 200 | Чтение в кресле | Настольные игры | Бритье, косметические процедуры, чтение лежа | Прием пищи, сервировка | Туалет у  зеркала | Бритье, косметические процедуры, умывание |
| 150 | Засголье, глажение | Укладка и извлечение книг | — | Мытье посуды | Прием  гостей | Стирка,  мытье |
| 100 | - | Подвижные игры | Уход за больными | Укладка  и извлечение  продуктов | -- | — |
| 75 | Уборка  помещения | Укладка и извлечение вещей, уборка помещения | Укладка и извлечение вещей, уборка помещения | Уборка помещения | Одевание и снятие верхней одежды, уборка помещения | Уборка  помещения |
| 50 | Пассивный  отдых | Одевание, гимнастика | Одевание, гимнасгика | — | — | — |
| 10 | Просмотр телепередач | Освещение для ориентирования ночью | Освещение для ориентирования ночью | Освещение для ориентирования ночью | Освещение для ориентирования ночью | Освещение дпя  ориентирования  ночью  . J |

247

Таблица 7.7

*Оптимальные уровни освещенности при основных видах труда и отдыха*

**Особенности освещения в различных помещениях**

В целях экономии электроэнергии, создания мягкого светораспределения, однородной освещенности и яркости применяют **светильники с люминесцентными лампами. Про­**мышленность выпускает много модификаций люминесцентных светильников разной конфигурации и декоративных рисунков рассеивателя.

**Спальня,** кроме общего освещения может иметь светильник возле туалетного столика. Лучше всего устроить двухстороннее освещение. Источник света располагают на уровне головы че­ловека, сидящего у столика, чтобы был мягкий, рассеянный свет белого или чуть розового оттенка. Свет, падающий сверху, дает глубокие тени на лице.

**Прихожая** должна быть ярко освещена: висячий светильник или плафон под потолком, а также бра, лучше всего с обеих сто­рон зеркала и примерно на уровне головы.

**Детская комната—** рекомендуется общее освещение, спе­циальное (над рабочим столом и местом для игр) и ночник. В комнатах для детей дошкольного возраста светильники, выклю­чатели и штепсельные розетки ставятся в местах, не доступных для детей. Проводка лучше всего скрытая. В детских комнатах не следует ставить настольных ламп, падение их может вызвать не­счастный случай. Над рабочим местом ребенка желательно иметь настенную лампу на шарнирных кронштейнах, прикрепленную с левой стороны стола. Абажур висячей лампы должен быть сделан из материала, рассеивающего свет. Абажур настенной лампы из непрозрачного материала должен давать узкую полоску света, сосредоточенную на рабочем месте. Освещение комнаты доста­точно яркое, но без резкого перехода от света к тени.

**Кухня** может иметь общее освещение и местное — над ра­бочим столом хозяйки, над плитой. Для освещения кухонного стола, мойки, плиты очень удобны лампы дневного света: они более прочны, а энергии расходуют в четыре раза меньше, чем обычные лампы. Над обеденным столом люминесцентные лам­пы устанавливать не рекомендуется — они придают продуктам бледный, неаппетитный вид.

**Ванная —** рекомендуется ставить вверху плафон, освещаю­щий всю комнату. Здесь можно применять лампы накаливания и люминесцентные.

В **подсобных помещениях** светильники выбирают по назначе­нию и условиям окружающей среды.

**Сухие складские помещения —** следует применять све­тильники со стеклянным отражателем, предотвращающим вы­падание колбы лампы при эксплуатации (ПСХ-60, НСП-03, **НСП-01).**

**Погреба, коридоры, сени, веранды** освещаются светильни­ками, изготовленными для помещений с повышенной влажнос­тью. или подвесными патронами, изготовленными из фарфора (НБО-бО, ПСХ-60, ПСХ-75).

**Сараи,** а также подсобные помещения для содержания скота, птицы освещаются светильниками, рассчитанными для помеще­ний с химически активной средой. К ним относятся «Астра-1», «Астра-2», «Астра-11», «Астра-12» и т.д.

Мощность ламп для жилых комнат выбирают исходя из удельной мощности, т.е. около **10 Вт на один квадратный метр площади.** Для нежилых помещений квартиры предусматривает­ся удельная мощность 6 Вт/м2.

**Светильники с люминесцентными и ртутными лампами** приме­няют для освещения помещений, где выполняют работу большой и средней точности, а также в производственных помещениях с недостаточным или отсутствующим естественным освещением, во вспомогательных помещениях с постоянным пребыванием людей при нормируемой освещенности выше 100 лк. Светильники с этими типами ламп и прожекторы с лампой ДРЛ рекомендуются для осве­щения дворовых территорий и открытых пространств, требующих повышенной освещенности. Кроме того, светильники с люминес­центными лампами ЛДЦ применяют в помещениях, где выполняют­ся работы, требующие распознавания цветовых оттенков.

**Светильники с ртутными лампами** целесообразно применять при высоте помещения более 6 м, где не требуется правильного различия цветов.

**Оптимальное искусственное освещение**

Оптимальное искусственное освещение должно обеспечи­вать равномерную и достаточную освещенность жилища. Об­**щую освещенность** в комнате можно считать достаточной, если эта освещенность эквивалентна мощности ламп накаливания 15...25 Вт на 1 м2 площади.

' 2. Современные светильники

Определение

**Светильник —** источник света (лампа, лампы), заключенный в осветительную арматуру. Источниками света служат лампы накаливания, галогенные лампы накаливания, газоразрядные и люминесцентные.

**Для распределения светового потока** в нужном направле­нии и защиты от слепящего действия электрические лампы устанавливаются в **арматуре.** Лампа вместе с арматурой назы­вается **светильником.** Арматура перераспределяет световой поток в нужном направлении, защищает источник света от пыли, влаги и др.

Светильники располагают по возможности в местах, удобных и безопасных для обслуживания. Типы светильников выбирают­ся в зависимости от характера окружающей среды, высоты под­веса, светотехнических требований и интерьера помещения.

Светильники предназначены для рассеивания света ламп накаливания (устранения слепящего эффекта) и придания эстетических форм осветительной системе. **Защита от слепя­щего действия** ламп в светильниках достигается применением светорассеивающих оболочек (рассеивателей), экранирующих решеток и колец, а также соответствующим заглублением ламп в арматуре. Этими мерами создается защитный угол, под которым не видны нить накала или светящаяся поверхность лампы.

Светильники также предохраняют лампы накаливания от прикосновений к ним, в ряде случаев — от попадания влаги, пыли.

Классификация по назначению

Правильно собранный светильник делает осветительную систему с лампами накаливания безопасной и эффективной в работе. По типу систем освещения, в которых применяют светильники, они делятся на разновидности, приведенные в табл. 7.8.

|  |  |
| --- | --- |
| Разновидности светильников | Назначение |
| Светильники общего освещения (подвесные, потолочные, настенные, напольные, настольные) | Для общего освещения помещений |
| Светильники местного освещения (настольные, напольные, настенные, подвесные, пристраиваемые, встраиваемые в мебель) | Для обеспечения освещения рабочей поверхности в соответствии с выполняемой зрительной работой |
| Светильники комбинированного освещения (подвесные, настенные, напольные, настольные) | Выполняют функции как светильника общего, так и местного освещения или одновременно обе функции |
| Декоративные светильники (настольные, настенные) | Выполняют функцию элемента убранства интерьера |
| Светильники для ориентации — ночники (настольные, настенные) | Для создания освещения, необходимого для ориентации в жилых помещениях в темное время суток |
| Экспозиционные светильники (настольные, настенные, пристраиваемые, встраиваемые, потолочные, подвесные, напольные) | Для освещения отдельных объектов |

**Полезные определения**

**Отражатели —** это светоуправляющие устройства, работающие на базе отражающей поверхности. Они могут быть зеркальными и рас­сеивающими.

**Рассеивающие отражатели** в основном покрываются белым лаком. **КПД** и распределение света определяются прежде всего глубиной установки лампы и габаритами отражателя. Его форма оказывает незначительное влияние.

**Зеркальные отражатели** на сегодняшний день почти без исключения изготавливаются из полированного и анодированного алюминия, поэтому контур отражателя играет решающую роль. Практическое значение на сегодняшний день имеют следующие (формы зеркальных отражателей:

**, сферические отражатели** отбрасывают свет в фокус, они часто применяются как дополнительные отражатели для концентрированных световых пучков и в автомобильных фарах;

**» эллипсоидальные отражатели** направляют свет во второй фокус. С помощью такого отражателя можно управлять большим количеством света из малых отверстий при условии, что при этом используются маленькие лампы с высокой яркостью. Недостатком является высокая температура в фокусе, объясняющаяся узкой (фокусировкой направленнос­тью света;

**• параболические отражатели** выстраивают свет от источника света в своем фокусе параллельно. Максимальное значение силы света определя­ется яркостью источника света и отверстием (проемом) отражателя. Параболические отражатели в основном применяются в автомобильных фарах и прожекторах.

**Светильник —** прибор, перераспределяющий, фильтрующий и преобра­зующий свет, излучаемый одной или несколькими лампами и содержащий все необходимые детали для установки, крепления его и ламп, но не сами лампы, а также электрические цепи и элементы для присоединения его к электрической сети.

**КПД светильника —** величина, которая отражает отношение свето­вого потока светильника к световому потоку установленной в нем лампы. Является важным критерием оценки энергоэкономичности светильника. **Светильник автономный —** светильник с индивидуальным источником питания.

**Светильник венчающий —** опорный светильник для установки на вер­тикальной опоре.

**Светильник встраиваемый —** светильник, предназначенный для полного или частичного встраивания в монтажную полость. Термин относится к светильникам, предназначенным для работы в замкнутых объемах, устанав­ливаемым в специальной полости, например, в подвесные потолки.

**Светильник консольный —** опорный светильник, световой центр кото­рого смещен относительно вертикали, проходящей через точку крепления опоры.

**Светильник напольный (торшер) —** опорный светильник для установ­ки на полу.

**Светильник настенный (бра) —** светильник для установки на вертикаль­ную поверхность.

**Светильник настольный —** опорный светильник для установки на столе или другой мебели.

**Светильник опорный —** светильник для установки на верхней стороне горизонтальной поверхности или крепления к ней с помощью стойки или опоры.

Светильник переносной — светильник, который при нормальном ис­пользовании может легко перемещаться с места на место без отключения от электрической сети. К переносным светильникам относятся настоль­ные светильники с несъемным гибким кабелем или шнуром, снабженным штепсельной вилкой, и светильники, которые могут быть закреплены на основании при помощи винтов-барашков, зажимов или крюков так, чтобы обеспечивалось быстрое снятие их с основания вручную.

**Светильник подвесной —** светильник, который крепится к опорной по­верхности снизу при помощи элементов подвеса высотой более 0,1 м.

**Светильник потолочный —** светильник, который крепится к потолку **не­**посредственно или с помощью элементов крепления высотой не более 0,1 м.

**Светильник пристраиваемый —** светильник, жестко прикрепляемый непосредственно к поверхности мебели или оборудования.

**Светильник регулируемый —** светильник, основная часть которого мо­жет изменять положение в пространстве при помощи шарниров, пантогра­фов и гибких стоек, телескопических и подобных устройств. Регулируемый светильник может быть стационарным или переносным.

**Светильник ручной —** переносной светильник, который во время рабо­ты располагается в руке или крепится к деталям одежды человека.

**Светильник сетевой —** светильник, питаемый от электрической сети.

Светильник **стационарный —** светильник, который нельзя переносить с одного места на другое, или крепление которого выполнено так, что его перемещение возможно только при помощи инструмента. Как правило, стационарные светильники рассчитаны на постоянное присоединение, к электрической сети без помощи штепсельных вилок или подобных уст­ройств. Примерами стационарных светильников, являются подвесные и потолочные светильники.

**Системы стандартов светильников**

Искусственный свет, конечно, полностью не может заменить свет природный, но без него было бы невозможно развитие цивилизации. Источником искусственного света является элек­трическая энергия, которую, по последним данным энергетиков, используют около 20 % от всей выработанной в России электро­энергии на искусственное освещение.

С другой стороны, мало преобразовать электрическую энергию в световую. Необходимо обеспечить производство качественных бытовых и промышленных светильников, спо­собствующих выполнению человеком разнообразных функци­ональных процессов и обеспечение комфорта в его жизнедея­тельности.

Кроме того, чрезвычайно важно обеспечить полную безопасность пользователей бытовых светильников, в большин­стве своем малознакомых с правилами обращения с электропри­борами, выделяющими достаточно большое количество тепла, и защитить человека от возможных поражений электрическим током и от возгораний при их эксплуатации.

В России в настоящее время действуют **две системы стан­дартов** на бытовые светильники — ГОСТ издания 1972 года и ГОСТ издания 1997... 1999 годов. Естественно, что первые из упомянутых стандартов морально устарели и не отвечают мно­гим законам и мировым стандартам. Вторая же система основа­на на передовых достижениях науки и техники и, по существу, является аутентичным переводом стандартов, разработанных **Международной Электротехнической Комиссией (МЭК).** По­этому приведенные технические нормы, правила и требования к бытовым светильникам основаны преимущественно на стан­дартах МЭК, но в необходимых случаях даны также и ссылки на требования отечественной системы стандартов.

В зависимости от **типа источника света** различают:

. светильники с лампами накаливания;

. светильники с галогенными лампами накаливания;

. светильники с люминесцентными лампами;

. светильники с газоразрядными лампами и ряд других.

**По соотношению светового потока,** направленного вверх, к световому потоку, направленному вниз, выделяют:

• светильники **прямого света** (весь или почти весь световой поток направлен вниз);

. светильники **рассеянного света** (световой поток, направлен­ный вверх равен световому потоку, направленному вниз, как, например, у хрустальной люстры);

. светильники **отраженного света** (весь или почти весь свето­вой поток направлен вверх).

Промышленностью выпускается множество светильников, и это разнообразие не случайно. Объясняется это тем, что све­тильники должны гармонично сочетаться с размерами, формой, высотой, окраской и назначением помещений, мебелью. Кроме того, лампы, установочные устройства, декоративные материалы совершенствуются, что открывает широкие возможности перед создателями светильников. Не смущайтесь поэтому, если на практике встретятся светильники, отличающиеся от тех, которые здесь описаны, или укомплектованные другими установочными устройствами.

Установка светильников в помещении производится б за­висимости от условий окружающей среды. Для предохранения источника света от воздействий окружающей среды светильники выполняются различного исполнения по степени защиты.

**Оценка светораспределения светильника**

Светораспределение оценивают с помощью кривой силы света (КСС). Чем больше она напоминает овал, вытянутый вдоль оси светового потока, тем уже считается кривая и тем лучше освещенность в центре светового пятна. Вид этой кри­вой — важнейшая характеристика источника света. От того, как распределяется в пространстве световой поток светильника об­щего освещения, очень сильно зависит наша способность точно различать мелкие детали предметов.

**Светильники с узкой кривой силы света** лучше применять в помещениях с высокими потолками. Эти светильники обладают высокой контрастностью, направленностью, резкими тенями, экономичностью. Они преимущественно освещают горизон­тальные поверхности. Для того чтобы смягчить освещение, необходима светлая отделка помещения, в том числе и пола. Такого рола устройства с зеркальными галогенными лампами, устанавливаемые на шинопроводах (что достаточно удобно), часто применяются для акцентированной подсветки картин, скульптур и других предметов.

Светильники со средней кривой силы света применяются для создания общего освещения с мягкими световыми переходами, достаточной насыщенностью светом, умеренной контрастнос­тью и сбалансированным распределением яркости в помещени­ях с обычной высотой потолков.

**Светильники** с **широкой кривой силы** света лучше подходят для общего освещения помещений с низкими потолками и создают хорошую освещенность вертикальных и наклонных поверх­ностей. обеспечивают равномерное распределение света. Но у таких светильников мал защитный угол, и требуется хорошо продуманная установка, чтобы избежать попадания света прямо в глаза.

Условные обозначения светильников

Б — бактерицидные.

Г — ртутные типа ДРИ, ДРИШ.

Ж — натриевые рипа ДНаТ.

И — кварцевые галогенные (накаливания).

К — ксеноновые трубчатые лампы.

Л — прямые трубчатые люминесцентные.

Н — накаливания общего назначения.

Р — ртутные типа ДРЛ.

С — лампы-светильники (зеркальные и диффузные).

Ф — фигурные люминесцентные.

Э — эритемные.

Б — настенные.

В — встраиваемые, Г — головные.

Д — пристраиваемые.

К — консольные, торцевые.

Н — настольные, опорные.

П — потолочные.

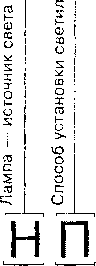
Р — ручные,

С — подвесные.

Т — напольные, венчающие.

П — для промышленных предприятий.

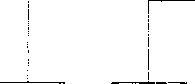
Р — для рудников и шахт.

О — для общественных зданий.

Б — для жилых (бытовых) помещений.

Т — для кинематографических и телевизионных студий.

У — для наружного освещения.

Номер  
модификации

Мощность лампы

0-03-60

На каждый из видов светильников имеется свой **государ­ственный стандарт,** который устанавливает обязательные тре­бования к их качеству, в том числе показатели безопасности для жизни, здоровья, имущества потребителя и для окружающей среды при обычных условиях его эксплуатации.

**Сертификаты** соответствия светильников выдают после тщательной проверки их на соответствие требованиям этих стандартов.

Вместе с тем, для проведения сертификации светильников отечественного производства необходимо иметь условное обо­значение светильников, которое установлено ГОСТ 17677. Это обозначение предусматривает классификацию светильников по типу применяемого источника света **(первая буква** в обозна­чении), по способу установки светильника **(вторая буква)** и по основному назначению светильника **(третья буква).**

Светильнику может быть присвоен шифр (условное обозна­чение).

**Пример.**

Светильник, предлагаемый компанией «Грандвей» (www.grandw­ay.ги), под маркировкой **Ш10-03-60.** Первая буква «Н» обознача­ет, что в светильнике используется лампа накаливания общего назначения, буква «П» говорит о том, что этот светильник следует крепить к потолку помещения, а буква «О» назначает нашему светильнику быть использованным в общественных зданиях. Цифра «03» означает модификацию прибора, а цифра «60» — максимальную мощность используемой лампы накали­вания.

**Двухзначное число** (01...99) обозначает **номер серии.**

Кроме того, могут **на светильниках выпуска прошлых лет стоять дополнительные цифры** (цифра), которые обозначают **количество ламп в светильнике. Могут быть и другие группы:**

1. **я группа —** цифры, обозначающие мощность ламп, Вт.
2. **я группа —** цифры (ООО...999), обозначающие номер моди­фикации.
3. **я группа —** буква (или буквы), обозначающая климатиче­ское исполнение:

**У —** для районов с умеренным климатом;

**Т —** для районов с тропическим климатом, и т.д.;

и цифра, обозначающая категорию размещения светильни­ков:

1. — на открытом воздухе;
2. **—** под навесом и другими полуоткрытыми сооружениями;
3. **—** в закрытых неотапливаемых помещениях;
4. — в закрытых отапливаемых помещениях.

Может быть уточнение **по степени защиты от взрыва:**

**В —** взрывобезопасные;

И — повышенной надежности против взрыва.

Каждая серия объединяет светильники, имеющие конст­руктивные особенности, определяемые примененным мате­риалом и формой рассеивающих и экранирующих элементов, характером обслуживания, способом подвески (на трубу, на крюк, на трос и т.д.), способом присоединения к питающей сети (через штепсельный разъем, клеммную колодку или непосредственно к проводке). Конструкции большинства светильников предусматривают **встроенный штепсельный** разъем.

**~ >имер.**

1556-3\*60-077— подвесной светильник для жилых помещений с тремя лампами накаливания по 60 Вт серии 56 модификации 077.

**Знаки сертификации**

Светильники всех серьезных производителей сертифициро­ваны в соответствии с требованиями «Закона о сертификации продукции и услуг». Часть светильников прошла сертификацию «Союза немецких электротехников» (Институт сертификации и испытаний — VDE-PZI). Наличие сертификата удостоверяет соответствие светильника действующим техническим стандар­там и его безопасность. Сертификат VDE обладает прямым дей­ствием в странах Европейского союза и признается органами РОСТЕСТ.

Кроме того, все изделия маркируются знаком СЕ, свидетель­ствующим о соответствии изделия требованиям директив Совета Европы к качеству потребительских изделий. Знак СЕ наносится изготовителем под собственную ответственность в добровольном порядке и не является символом какой-либо контрольно-испы­тательной организации. Сертификационные знаки наносятся на индивидуальную и групповую упаковку всех типов светильников, а также на корпуса светильников с люминесцентными и газораз­рядными лампами.

**Маркировка светильников**

На светильнике и на упаковочной таре наносится четкая и прочная маркировка, обеспечивающая его правильный монтаж и эксплуатацию. Маркировка может быть нанесена любым способом, обеспечивающим ее стойкость в течение всего срока службы све­тильника — на наклеиваемых ярлыках, штамповкой, гравировкой и т.п. Как правило, маркировка наносится в виде специальных символов (знаков). Расположение маркированных данных зависит от их важности. Расшифровка знаков показана в табл. 7.9.

**Маркировка, наносимая на тыльную часть светильника** и видимая при его монтаже и подготовке к работе:

. товарный знак изготовителя или его наименование:

. нормируемое напряжение в вольтах (на светильниках с лампами накаливания его указывают, если оно отличается от 250 В);

* символ класса зашиты II или Ш, если светильник соответ­ствует одному из этих классов; классы зашиты 0 и I симво­лов не имеют и в маркировке не указываются;

. слово «светильник» и обозначение типа светильника и (или) номер артикула;

. символ о возможности или о невозможности установки све­тильника на опорную поверхность из сгораемого материала. Кроме символа о невозможности установки на поверхность из сгораемого материала, в эксплуатационном документе обязательно должно быть предупредительное указание об этом;

* символ светильника, предназначенного для встраивания;

. символ заземляющего контакта;

. месяц и год изготовления светильника.

**Маркировка, наносимая на наружную часть светильника** (за исключением стороны, соприкасающейся с опорной поверхнос­тью) или внутри его, видимая при замене лампы:

* количество и максимально допустимая мощность используемых ламп (в виде N х Р, где N — число ламп, Р —■ мощность). В одно­ламповых светильниках число ламп не указывают.

. информация о лампах специального назначения, если тре­буется, например, символ ламп с зеркальным куполом, или о галогеновых лампах с дихроичным отражателем.

Маркировка, видимая на смонтированном для нормальной эксплуатации и полностью укомплектованном светильнике:

» код IP (степень защиты), если он отличается от кода IP20; '

. символ, обозначающий минимальное расстояние до осве­щаемого объекта для светильников, которые могут вызвать перегрев освещаемых объектов:

. предельно допустимая температура окружающей среды (ta = N °C), если она отличается от 25 °C.

**Потребительская тара** должна иметь художественно оформ­ленную маркировку, содержащую:

. слово «светильник»:

. условное обозначение светильника или условное наимено­вание предприятия-изготовителя или товарный знак;

. артикул по каталогу.

. розничную пену *ши* надпись «цена договорная» («цена свободная»).

*Расшифровка маркировочных символов на светильниках*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Символ | | | —  Значение символа |
| 1 А 64 | | | «Знак соответствия» в системе сертификации России с указанием условного обозначения организации (ME 64), выдавшей изготовителю сертификат |
| А | | | Знак VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker — Союз германских электротехников) удостоверяет нормативную конформность светильника или другого светотехнического изделия и его безопасность -- электрическую, пожарную, токсическую и др. |
|  |  | | Знаком GS («испытанная безопасность») уполномоченный контрольный пункт удостоверяет соответствие продукции Федераль­ному закону ФРГ о безопасности бытовых и других электроприборов |
| 1 | \y--lvt5\*  ЕМУ |  | Знак VDE-EMV («электромагнитная совместимость») подтверждает конформность изделия общеевропейским нормам ограничения электромагнитных помех: обратное воздействие электрического при­бора на питающую сеть; защита от радиопомех; помехоустойчивость |
|  | | | Беречь от влаги | |
|  | | | Запрещение применения ламп холодного света ( |

Таблица 7.9

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| I Символ | | Значение символа |
| В sU«.r,-.  :e. | | Знак «Зеленая точка» свидетельствует, что производитель платит взносы в организацию, финансирующую переработку упаковочных материалов |
| ***rr\ '*** vX/ | | Знак «ресайклинг» (переработка) означает, что предметы поддаются переработке или получены из вторичного сырья и полимеров |
| ЕЁ |  | Маркировка способа складирования; п — число последнего допустимого ряда в штабеле |
|  | | Минимальное расстояние до освещаемого объекта, метров |
| L/C | | Нормируемая максимальная температура окружающей среды, С |
| A | | Открывать упаковку в указанном месте |
| a | | Подтверждение соответствия товара основным требованиям Европейского Союза (ЕЭС). Знак СЕ (Communitee Europeenne) не является знаком какой-либо контрольно-испытательной организации и не свидетельствует о гарантии того или иного вида безопасности. Однако все производители и импортеры обязаны под собственную ответственность наносить этот знак на светильник, на его упаковку или ввести в сопроводительную документацию, поскольку знак СЕ является условием для сбыта изделий в странах ЕС, а также символом соответствия изделия, произведенного в странах ЕС, требованиям ряда директив Совета ЕС:   1. с 01.01.96 все изделия, на которые распрост роняется действие нор­мативных документов Совета Европейского Союза об электромагни- ной совместимости, должны маркироваться знаком соответствия СЕ; 2. с 01.01.97 действие вышеуказанных документов распространяется и на изделия, которые должны соответствовать требованиям о низковольтной аппаратуре |
| <XX  j | | Знак ENEC (European Norms Electrical Certification — Европейские нормы сертификации электротехнических изделий) является общеевропейским испытательным и сертификационным знаком, присваиваемым светильникам, прокекторам, другим СП и их электро - техническим и электронным компонентам (ПРА, трансформаторам, ЗУ и т.д.). Он подтверждает соответствие изделия действующему комп­лексу единых Европейских норм DIN EN 60598 и может предостав - ляться 22 европейскими контрольно-испытательными центрами.  В Германии знак ENEC в комбинации со знаком VDE присуждается ис­пытательным и сертификационным институтом (PZ5) в Оффенбахе. Подтверждение соответствия товара основным электротехническим нормам ЕЭС сопровождается двухзначным кодом страны изготовителя (XX): 01 — Испания: 07 — Люксембург: 13 -- Швейцария;  02 — Бельгия; 08 — Франция: 14 — Швеция;  03 —Италия; 09 —Греция; 15 —Дания:  04 — Португалия; 1 0 —Германия; 16 — Финляндия;  05 — Нидерланды: 11—Австрия; 17 — Норвегия и т.д.  06 — Ирландия 12 — Великобритания; |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Символ | | I Значение символа |
| п | | Правильное вертикальное расположение груза |
|  | | Светильники для тяжелых условий эксплуатации |
| ! | | Хрупкость груза; требуется осторожное обращение |
|  | | Класс защиты 1: защиту от пробоя обеспечивает не только рабочая изоляция (на всех частях осветительного прибора), но и заземление токопроводящих, доступных для прикосновения частей, гибсим проводником со стороны питающей сети.  Клемма для подсоединения защитного заземления |
|  | EJ | Класс защиты II: двойная усиленная изоляция — токоведущие части снабжаются дополнительной (к рабочей) защитной изоляцией. Подсоединение заземления запрещается |
| <ш> | | Класс защиты III от поражения электрическим током |
|  | | Светильники, пригодные для монтажа на опорных поверхностях из нормально возгораемых материалов (с температурой воспламенения >200‘С) |
| -V' | | Светильники, предназначенные для встраивания •\* |
|  | | Светильники, предназначенные для установки на невоспламеняемые поверхности |
|  | ipoO | Степень защиты светильников от проникновения твердых тел, пыли и влаги |
|  | | Металлогалогенная лампа (ДРИ) |
| tefek=i) | | Натриевая лампа (ДНаТ) |
| D=J | | Ртутная лампа (ДРЛ) |
|  | | Компактная люминесцентная лампа |
| =u д\_и | | Трубчатая люминесцентная лампа |
| 1 | | Лампа с зеркальным куполом |

**Критерии выбора светильника**

Очень многие совершают ошибку. Отправляясь в магазин, выбирают самый, с их точки зрения, красивый светильник или тот. что больше других подходит по стилю к интерьеру. А потом возникают проблемы: чтобы почитать в кресле, не на­прягая глаза, приходится включать все светильники в комнате, в ванной невозможно ни побриться, ни накраситься, а когда гости собираются за столом, лица их приобретают странный синюшный оттенок.

Безусловно, «внешность» светильника очень важна, но не забудьте решить главный вопрос: какую задачу он будет выпол­нять? Каким должен быть его свет? Светильники различаются по типам светораспределения. Их несколько (информация с сайта [www.batteryteam.ru](http://www.batteryteam.ru)).

Прямое. Свет направлен строго в одну сторону, очень узкий световой пучок предназначен для точного направленного осве­щения.

Преимущественно прямое. Основная часть светопотока направлена вниз, меньшая мягко рассеивается вверх, создавая декоративное освещение.

Равномерное. Свет распределяется ровно во все направления. Светильник обычно из прозрачного материала (например, шар матового стекла). Создается ровное фоновое освещение, но от­сутствуют акценты для создания настроения.

Преимущественно рассеянное. Свет ламп высокой мощности направлен на рефлектирующие стены (потолки), меньшая доля косвенного света подчеркивает форму светильника и расстав­ляет акпенты.

Рассеянное. Свет направлен исключительно на отражаю­щие поверхности стен и потолка. По-настояшему гармоничное освещение достигается *с* помощью комбинации светильников с различным распределением света.

При выборе ламп для светильника желательно руководство­ваться принципом решения осветительной задачи. Наиболее универсальна старая добрая лампа накаливания, у остальных более узкая специализация. Качество света можно измерить во вполне конкретных величинах.

**Цветопередача** характеризует цветовой эффект, который вызывает свет лампы, освещая окрашенные предметы. Другими словами, показывает, насколько естественно передается цвет предмета при искусственном освещении. Существует шесть уровней цветопередачи. Лампы уровней 1А и 1В обеспечивают самую лучшую цветопередачу.

**Цвет излучения.** Для чтения нужен яркий, но не слепящий равномерный свет без теней и бликов.

В жилой зоне, особенно в гостиной, предпочтителен теплый белый цвет, что соответствует свечению ламп накаливания, га­логенных ламп накаливания 220 В и 12 В, а также компактных люминесцентных ламп с резьбовым цоколем. Лампы с тепло-бе­лым свечением создают уютную атмосферу; нейтрально-белый цвет излучения создает скорее деловое настроение.

Светоотдача определяет эффективность лампы. Чтобы узнать светоотдачу, нужно разделить световой поток (в люме­нах) на потребление электрической мощности (в ваттах). Эта величина описывает, сколько света производит лампа из по­требляемой энергии. Чем выше показатель в люменах на ватт (лм/Вт), тем эффективнее лампа. Если показатель превышает 50, перед вами лампа низкого энергопотребления.

**Несколько примеров.**

1. Стандартная лампа накаливания горит около 1000 часов при максимальной светоотдаче 14 лм/Вт.
2. Галогенные лампы накаливания на 220 В и 12 В имеют почти вдвое большую светоотдачу, и их необходимо менять лишь после 2000... 4000 часов горения.
3. Количество часов эксплуатации экономичных компактных люминесцентных ламп достигает 12 000. Такие лампы при мень­шей мощности (например 11 Вт), благодаря высокой светоот­даче (до 65 лм/В), могут заменить лампы накаливания большей мощности (60 Вт) при одинаковом светопотоке.

**Срок эксплуатации лампы** особенно важен, когда вы покупа­ете светильник для труднодоступных мест. Энергосберегающие лампы — компактные люминесцентные лампы с резьбовым цоколем и интегрированным пускорегулирующим устрой­ством — уже существуют в классическом облике «лампочки- груши».

**Светильники для гостиной**

Эта комната выполняет несколько функций: здесь принима­ют гостей, смотрят телевизор, общаются, читают, а иногда еще и работают. Главный секрет хорошего освещения: **для каждой функции — свой светильник.** Это значит, что в гостиной нужно создать несколько островков света. Светильники должны распо­лагаться на разных уровнях. Лучше, если они будут иметь регу­ляторы, тогда вы сможете регулировать яркость освещения (в сумерках — более интенсивное, потому что электрический свет «борется» с дневным, вечером яркость можно приглушить).

Вблизи дивана и кресел имеет смысл разместить **мобильные торшеры или настольные лампы,** которые подчеркнут обосо­бленность этого уголка. Ровное рассеянное освещение (так называемое фоновое) помогут создать **напольные светильники с абажуром** в виде чаши, направленной вверх. Архитектурные элементы, такие как колонны, арки или, например, открытая кир­пичная кладка, будут выглядеть эффектно и таинственно, если **подсветить их снизу встроенными в пол низковольтными лампа­ми.** Отдельные зоны гостиной можно также осветить встроенны­ми в потолок **низковольтными точечными светильниками.**

Если нет возможности встроить лампы — выбирайте низко­вольтные системы **света на шинопроводах.** Это замечательное решение для гостиной; с их помощью можно создавать мно­жество вариантов световой композиции, играть со светом. И, наконец, о лампочках. Дтя гостиной подходят галогенные или обычные лампы накаливания, но никак нс флюоресцентные.

**Светильники для кабинета**

Идеальная световая схема кабинета: **общий светильник, не дающий теней, и дополнительная лампа у рабочего места.** В роли первого сегодня чаще выступает не многорожковая люстра, а напольный светильник с рассеянным световым потоком: свет отражается от большой поверхности потолка. Избегайте направ­ленного света и световых контрастов: резкие переходы от света к тени утомляют. Ни один кабинет не может быть освещен хорошо и оригинально одновременно: правильное рабочее освешение предполагает монотонность.

Для рабочего места: **лампа с регулируемым световым пото­ком** на гибкой штанге или на шарнирах. Лампы накаливания подходят для кабинета больше галогенных. Свет должен падать сбоку так. чтобы не создавать теней и не отражаться от блестя­щих покрытий.

Непрямое освещение комнаты и ненаправленное освещение стола рекомендуются и при работе на компьютере. Такой свет не слепит и не рефлектирует. Если в комнате есть окно, письмен­ный стол с монитором должен стоять перпендикулярно к нему. Совет тем, кто работает ночью: резкие контрасты освещенности утомляют глаза. Поэтому важно, кроме лампы на рабочем столе, всегда включать и общее освещение.

**Светильники для спальни**

Свет в этой комнате должен иметь два основных центра ■— у кровати и у шкафа. Кому не знакома такая ситуация: в то время, как вы уже засыпаете, ваш супруг еще хочет почитать перед сном. Решением проблемы может стать лишь лампа на ночном столике с приглушенным светом, освещающим только одну кро­вать. Лучше всего для этого подойдет лампа с металлическим абажуром, по возможности — на гибкой штанге. Совершенно не подходит абажур из ткани или из матового стекла. Так люби­тели вечернего чтения могут еще долго наслаждаться книгой, не мешая другим.

Если платяные шкафы находятся в спальне, они должны быть хорошо освещены. Идеально подойдут для этого встроенные то­чечные светильники направленного света. Однако эту задачу выполнят и установленные на стенах низковольтные галоген­ные лампы рассеянного или направленного света. Совершенно бессмысленны лампы, встроенные в шкаф: чтобы хорошо рас­смотреть содержимое полок, необходимо некоторое расстояние между лампой и шкафом.

«Обший» ориентирующий свет в спальне можно создать с помощью ритмично расположенных локальных источни­ков— торшеров, бра и высоких настольных ламп. Правила здесь таковы: абсолютное отсутствие света, падающего в глаза, и использование направленных световых потоков только для создания отраженного света. Оптимальным решением является равномерно и сильно рассеянный свет.

**Светильники для кухни**

Здесь действуют те же правила, что и для кабинета, ведь кухня ■— рабочее место! Желателен по возможности рассеянный свет, который не ослепляет. Часто встречается такое решение: маленькие **галогенные лампочки** встроены в нижнюю поверх­ность настенных шкафчиков. Если рабочая поверхность к тому же из хромированной стали или полированного камня, она пре­вращается в зеркало и слепит того, кто занимается готовкой, — едва ли это можно назвать комфортной рабочей обстановкой.

Другие негативные факторы — тени на рабочей поверхнос­ти. Единственно правильное решение для этой зоны: **лентовид­ные люминесцентные лампы.** Такой источник оптимально рас­сеянного света сокращает слепящее отражение до минимума. В других зонах кухни можно использовать встроенные лампы или галогенные светильники при условии, что последние размещены достаточно высоко.

Список литературы

1. Баран АН, Ворона Г.Ю. Электричество в доме и на даче. — Минск.: Элайда. 2000. — 224 с,- ил.
2. Барановский А.М., Дробница Н.А. Книга домашнего умельца. — 2-е изд., перераб. и доп.. — Киев.:

Техника. 1989. — 367 с.: ил.

1. Белов Н.В, Моя профессия электрик. Минск.: Современный литератор, 2000. —- 192 с.
2. Бредихин А.Н.. Хачатрян С.С. Справочник молодого электромонтажника распределительных устройств

и подстанций. — М.: Высшая школа. 1989. — 160 с.: ил.

1. Власюк. Н. П. О галогенных лампах накаливания // Радиоаматор-Электрик. 2001. N°1 .С. 12.
2. Гузев В.И,. Ставрупов ГМ Электромонтажные работы. — М.; Просвещение, 1986. — 208 с.: ил.
3. Демидов Н. Сантехника, электрика, отопление. — Ростсв-на-Донуд Феникс. 1999. — 320 с.: ил.
4. Каминский Е. А. Квартирная электропроводка и как с ней обращаться. — 6-е изд. — М,: Энергоато-

миздат, 1984. 2G8 с : ил.

1. Каминский Е. А. Квартирная электропроводка и как с ней обращаться. — 7-е изд., перераб, и доп. — М.:

Энергоатомиздат, 1991. — 256 с.: ил.

1. Кисаримов Р.А. Справочник электрика. — 2-е изд., перераб, и доп. — М.: ИП Радиософт, 2001. — 512 с.: ил.
2. Кисаримов Р.А. Справочник электрика. — М.г ИП Радиософт, 1999. — 320 с.: ил.
3. Коломейцев К. Лампа накаливания служит дольше // Радио. 1993. N=9. С. 32.
4. Корякин-Черняк С.Л. Справочник домашнего электрика. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Наука

и Техника. 2004. — 480 с.: ил.

1. Кумин В.Д., Воробьев Б.Л. Электричество на участке и в доме. — М.' Изд. Дом МСП, 2002. — 176 с,: ил.
2. Левадный В .С. Электрооснащение дома и участка. — М.: Адслант, 2000. — 192 *с.:* ил.
3. Никифоров А. Электрика в вашем доме. — Ростов-на-Дону.; Феникс. 2001. — 128 с.
4. Николаев П. Новая режиссура света // Идеи вашего дома. 2000. Ns 10.
5. Паламаренко С И. Люминесцентные лампы и их характеоистики /7 Радиоаматср-Электрик. 2001.
6. Палько Л.Л. Домашняя электрика. — М.: ВЕЧЕ, 2001. — 176 с.
7. Сидоров И.Н. Электроника дома и в саду. — М.: ИП Радиософт, 2001 — 144 с.: ил
8. Халоян А.А. Радиолюбительские хитрости. — Мл ИП Радиссофт. 2001 — 24С с,- ил.
9. Рекомендации по применению, монтажу и эксплуатации электроустановок зданий при применении уст­

ройств защитного отключения. — М.. НМЦ ПЗУ МЭИ 2000. — 160 с/ ил.

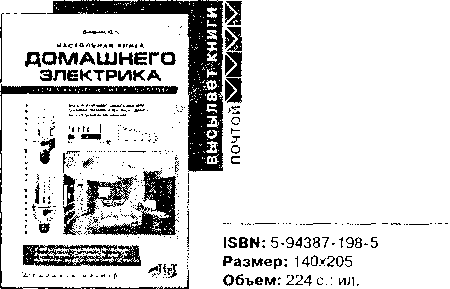
1. Учебно-справочное пособие чузо — м . Энергосервис. 2003, —232 с.
2. Журналы: Радио, — М. Радисаматор — К. Радиолюбитель. — Мн, Радисхобби. — К.
3. <http://etectrowaH.narod.rLj/>; <http://iavr30.narod.rtj/>; htip://wwv.>e!ectro ru/;

<http://v/v/w.fampa28.ru>; [http.yywv/w.larnps](http://http.yywv/w.larnps) ru/; http://www radioman.ru/:

<http://www.osveti.ru/>; httpy’/'[www.sibes.ru/](http://www.sibes.ru/): http://www svetotechnika.ru/;

<http://www.vektra.ru/>; http:/www.batteryteam.ru/; <http://wv/w.batteryteam.ru/>:

http://www,mzep.ru/: http://www.uzo,ruz

Издательство «Наука и Техника»

Ю.Н. Давиденко

Настольная книга домашнего электрика: люминесцентные лампы

Книга продолжает серию публикаций для домашних электриков в серии «До­машний мастер». Материал излагается простым и доступным языком\*. Первая глава полностью посвящена техническим и эксплуатационным особенностям ЛЛ (люминесцентных ламп).

Приведена расшифровка системы обозначения ЛЛ, основные технические характеристики ***и*** параметры, рекомендации по выбору и применению, таблицы аналогов. Вторая глава посвящена вопросам электропитания ЛЛ.

Век электромагнитного балласта, состоящего из дросселя и стартера, под­ходит к концу. Практически все развитые станы отказываются от его исполь­зования в связи с неэффективностью. Наступает время ЭПРА — электронного пускорегулирующего аппарата (электронного балласта). Сведения, приведен­ные в этой главе, помогут грамотно спроектировать и изготовить своими рука­ми ЭПРА.

Радиолюбители и все те, кто захочет лично создать электронный балласт, найдут здесь практические конструкции, рисунки печатных плат, информацию по элементной базе. Книга предназначена для широкого круга домашних ма­стеров. .

серия — **о м а ш. н а. й м. а и т i h** — серия

Книги ПОЧТОЙ

Издательство «Наука и Техника» принимает заказы на продажу  
собственной печатной продукции по почте наложенным платежом.

Оплата производится на почте при получении книг, для организаций  
возможна оплата по безналичному расчету после выставления счета.  
Для этого Вам необходимо оформить бланк заказа и отправить его нам.

Для жителей России:

193029 Санкт-Петербург, а/я 44,

ООО «Наука и Техника»

тел/факс (812)-567-70-26, 567-70-25

E-mail: [nrt@mail.wpius.net](mailto:nrt@mail.wpius.net)

Для жителей Украины:

02166 Киев-166,ул. Курчатова, 9/21,

«Наука и Техника»

тел/факс (044)-516-38-66

E-mail: [nits@vohacable.com](mailto:nits@vohacable.com)

Перечень рассылаемых книг размещен на  
сайте издательства: [www.nit.com.ru](http://www.nit.com.ru)

**Жители Украины могут приобрести книги других издательств:**

Радиоэлектроника.... ... ...... I

Компьютерные технологии [ I

Техника безопасности на предприятиях .. !

Транспорт . i S

*Примечание. Заказанные бесплатные каталог и высылаются по электронной почте или вкладываются в посылку с книгами* ***(отдельно письмом каталоги не рассылаются).***

I *Заполняйте поля аккуратно большими отдельными буквами.*

* **Информация для приобретения книг почтой частными лицами**

, 1. Фамилия, имя, отчество

; 2. Почтовый адрес: индекс страна

: область город, поселок

I улица дом корпус кв.

* телефон ()

; адрес электронной почты (если он у Вас есть): E-mail:

* **Информация для выставления счета организациям**

Название ИНН

: Телефон/факс ( )

* Контактное лицо
* Адрес для отправки заказа: индекс страна

; область город, поселок

улица дом

адрес электронной почты (если он у Вас есть) : E-mail:

Егоров

Егоров........ Золотарева Колосков.... Кузнецова .. Матвеев

Юдин

| . 18 | ... 5 | ....2006 | .. 80.. |
| --- | --- | --- | --- |
| .18....... | ... 5 | ....2006..... | .. 80 .. |
| .18 | ... 5 | ....2006 | .. 80... |
| . 18 | ... 5 | ....2006..... | .. 80... |
| .18 | ... 5 | ....2006 | .. 80... |
| .,18 | ...5 | ....2006 | ,. 80„. |
| .18 | ... 5 | ....2006 | .. 80. . |
| ..54 | ... 12 .. | ....2005 | .. 144. |
| ..131 | ...29.... | ....2005 | .. 544. |
| „54 ....... | ... 12.... | ....2005 | „ 192. |
| .143 | ...32.... | ....2005..... | ..368. |
| „76 ..... | ... 17 .. | ....2005 | „ 288. |
| .164 ... | ... 37 ... | ....2005 | .. 560. |
| .173 | ... 39.... | ....2005 | .. 600. |
| .94 ....... | ... 20.... | ....2006 | ..368. |
| .182 ... | ...40 .. | ....2005 | .. 576. |
| .175 ... | ...39 .. | ....2006 | „688. |
| .142 ... | ...29 .. | ....2004 | .. 448. |
| .83 | ... 18 .. | ....2006 | .. 272. |
| .108 ... | ... 24 .. | ....2005 | .. 368. |
| .43 .... | ... 10 .. | ....2005..... | .. 128- |
| .63 ....... | ... 14.... | ....2005 | .. 256. |
| .65 | ...39 .. | ..„2006 | .. 224. |
| .109 | ... 24.... | .„.2005..,.. | .. 240. |
| .160 ... | ...36 .. | ...,2006..... | „ 624. |
| .109 ... | ...22 .. | ....2004 | „368. |
| .28 ..... | . 6 .... | ....2006... . | .. 96. . |
| .106 ... | ...24 .. | ....2005 | „368. |
| .153 ... | ...34 .. | ....2006 | .. 400, |
| .165 ... | ...34 .. | ....2004 | „640. |
| .175 ..... | ... 39 ... | „..2006 | „512. |
| .65 | ... 15 .. | ....2006 | .. 272. |
| .65 ..... | ... 15 .. | ....2006 | .. 192. |
| .263 | ...58.... | ....2006 | „608. |
| .252 | ...54 ... | .. .2006 | .. 784 |
| .241 | ... 53 .. | ....2006 | ..608. |
| .219 | .. 45 ... | ....20С5.. . | .. 752. |
| .175.. | ..37.... | ....2006 | .. 320. |
| .184 .... | ..37 .. | ....2004 | .. 600. |

17

41

2002 768

2005 384

Сухарев

Финков.

Юдин

**Автор Название Цена ......Цена ......Год Объем**

**Россия Украина**

**(руб.) (грн.)**

Серия: Компьютерная шпаргалка

.МиниЖелтые страницы Интернет. Компьютерная шпаргалка..

. Поиск в Интернет. Компьютерная шпаргалка

.Электронная почта. Компьютерная шпаргалка

. Microsoft Windows ХР. Компьютерная шпаргалка

.MicrosoftWord 2003: работаем с текстом

.Вычисления и расчеты в Excel 2003. Комп, шпаргалка

. Microsoft Excel 2003: работаем с таблицами

Серия: Просто о сложном

Алешков Программы-переводчики. Осваиваем сами

Антоненко «Толстый» самоучитель работы на компьютере

Воробьев...... Nero Buruing ROM. Записываем CD и DVD

Главенка 45 лучших программ для созд., копир., обработки CD и DVD...

Дмитриев Настройки BIOS. Изд. 2-е

Жарков AutoCAD 2004. Эффективный самоучитель. Изд. 2-е

Жарков..... AutoCAD 2005: Эффективный самоучитель

Золотарева Желтые страницы Интернет 2006: Лучшие русские ресурсы ...

Колисниченко Самоучитель РНР 5. 3-е издание

Колисниченко Самоучитель LINUX. Установка, настр., использ. Изд. 4-е........

Колисниченко Сделай сам комп. сеть. Монтаж, настройка, сбслуж. Изд. 2-е ...

Колисниченко.....Англо-русский толковый словарь компьютерных терминов

Колосков Windows ХР. Популярный самоучитель. Изд. 2-е. перер. и дол..

Кузнецова Установка и переустановка Windows. Изд. 4-е..........................

Кузнецова Microsoft Windows ХР. Краткое руководство

Лохниски 222 проблемы работы на компьютере и их решение

Марек... .....Ассемблер на примерах. Базовый курс

Матвеев Самоучитель MS WindowsХР. Все об использ. пиастр. Изд. 2-е ..

Пестриков Турбо Паскаль 7.0. Изучаем на примерах. Изд. 2-е

Подольский Печать на ПК слепым десятилальцевым методом. Изд. 3-е

Пономарев Самоучитель работы на компьютере + цв.вклейки

Серогодский ...... Excel 2003 + цв.вклейки. Эффективный самоучитель. Изд. 2-е..

..Turbo Pascal 7.0. Теория и практика срограммир. Изд. 2-е.

..Самоучитель работы на ноутбуке. Изд. 2-е + цв.вклейки

Юдин.

..Скачиваем фильмы, музыку и программы из Интернета.

Серия: Полное руководство

Досталек ...TCP/IP и DNS s теории и на практике. Полное руководство.

Колисниченко bnux: Полное руководство

Щетка MicrosoftWindows Server 2003’ Полное руководство..

Серия: Секреты мастерства

Колисниченко Linux-сервер своими руками Изд. 4-е перер. и доп...

Мозговой Классика программирования: алгоритмы, языки, автоматы,

компиляторы. Практический подход

Основы Delphi. Профессиональный подход

. Интернет. Шаг второй: от пользоват. к профессионалу + CD ..88  
Ноутбук: особенности испсл. и настройки + цв.вклейки 182

(пр и к и м а юте я к с е р о к о п и и 1

| Цена .... Россия (руб 4 | Украина (грм.) | ..Год.... | Обьем |
| --- | --- | --- | --- |
| ..’27 . | ... 18 .. | . 2003. | 176. |
| ... 87 .. | ... 15 . | 2003... | .. 400 . |
| . ’02 . | ,.21 ... | ..2003.. | .. 400 .. |
| ..66 ... | .... 12 ... | .2000 . | . 752.. |
| ... 142 . | .... 32 . . | ..2005... | .. 432.. |
| ... 1С9 . | . ,, 27 ... | .2004.. | .. 272 |
| ....128 . | ....29 ... | .2004... | . 336 . |
| ..нет . | .... 12 ... | 2002. | .. 256 . |
| ...164 . | ....23 .. | .2004 . | ... 384 . |
| ....50 ... | .... 10 ... | .2001... | . 24С .. |
| ....33 . | . .. 6 | .2001... | . М4, |
| . ..нет .. | . 6 .. | 2001.. | 224 . |
| .. .33 .... | .. . 9 .... | .2001... | 352 |
| ....44 ... | . . 9 . . . | .2001... | . 224 |
| .43 . . | ... 8 .. | .200 И. | . 144 |
| . . 39 . | ... 8 . .. | 2000. | ,. 144 |
| ...32 ... | .. 9 .. .. | .2003.. | .. 240 . |
| . . 132 ... | ... 30. . . | .2005.. | 320, |
| ....61 ... | .. 10 .... | .2003.. | . 176 . |
| ...87 . .. | ... 19 | .2005 .. | .. 208 . |
| 98 . ... | ....22 | 2005.... | . 224.. |
| ...175 .. | .. 38 .. . | .2006 . . | .. 544 |
| ...123 . | .. 20 .... | .2003 . | 416 |
| . 142 .. | .. . 29 .... | .2006... | , 400 , |
| ...76 . .. | .. 17 .... | .2005 . | .. 192. |
| ...87 .... | ... 19 .... | .2005.... | „ 272... |
| ...158 ... | ...3S ... | .2006.,.. | „400.. |
| .. 72 .... | ... 10 .... | .2003 ... | .. 144 |
| ... 142 . | ,.,32 .. . | .2005.... | .. 352.. |
| ..87 ... | ... 19 ... | \_20С5.„. | .. 224... |
| ...87 ..... | . . 19 .... | .2005... | .. 224 . |
| ... 120 | ... 27 | .2005.... | .. 240. . |
| .98 .. | . 20 .. | 2005. .. | .. 256, |
| ..55 . .. | .11 , | 2003 | . 144 . |
| ..109 .. | . , ’6 ... , | 2003. ., | .400. |
| . ’25 | ... 2£ ... . | 2005... | 320 J |
| .. S7 .. | .. 18 .. | 2004.. | 224 . |
| ..87 .. | . 19 .. . | 2005 .. | 272 |
| ..130 . | 25 ., .. | 2006.. . | „4’’6. |
| .76 ... | . 12 .. .. | 2004. | 144.. |

Заказ

: дв.-op,

.Серии: Профи и др.

1 Вьсер. Knowledgp-технолсгии в консалтинге и управл.лредпр + CD

. , \ енидзе .... Мультисервисные сети и услуги широколслссного доступа

, т.-.ююв ........Информатика {учебник j. Изд 3-е

• Куприянов ... , Техническое обеспечение цифровой обработки сигналов..

\_ г *у* ров Источники питания ПК и периферии. Изд. 3-е

I I '.Ч' рявый Пакетная сеть связи общего пользования.

I срявый Управл. трафиком и качество обслуживания сети Интернет

■ лиин Цифровая звукозапись. Технологи и стандарты

; щег юз. Защита комп, информации ст несанкционир. доступа .......

! Серия: Библиотека пользователя

• Будилов. Работаем с FINALE 2001 + СО

] Серогодский Просто о сложном Windows 98

| Серогодский . ...Простоесложном, Word 2000

* Серия: Конспект программиста

’ 6-.дилов Практические занятия по PHP А + CD

J I- теш и . Построение интерпретаторов и компиляторов *т CD*

A f ава Самоучитель Access 97/2000 + дек

* п'ю.тенко .... MIDI--язык богов + CD

Серия: Домашний мастер

. Балясников... Обувь. Выбор, уход, ремонт

>ин Справочник Сфоителя-технолога

оков Защита автомобиля от у^сна

J F ■ анов Умный дом. Изд. 2-е

£Ц\_лденко Настольная книга дом. электрика Люмин. лампы

' Дг редкий .. .Автомобильные сигнализации

I жин-Черчяк Холодильники oi А до Я Изд. 2-е, лерераб. и дополи

; . . ‘ кин-'-'ернйк Справочник домашнего электрика Изд. 4-е пеоер. и дополн кин-Черняк .Освещение квартиры и дома

■ >кин-Черняк .Краткий справочник домашнего электрика

I I , якин-Черняк Современные автосигнализации

J Л 1 -щик Современные холодильники NORD .................................

I Т щриков Новейшая азбука сотового телефона. Изд. 3-е

[ IУ суриков Домашний электрик и не только. Кн. 1. Изд. *4-е*

! Ге; оиков . ... .Домашний электрик и не только. Кн. 2. Изд. 4-е

•1кин Ламповый Hi-Fi усилитель своими руками : Серия: Радиолюбитель

.. . . Конструирование устройств на микроконтроллерах

' ь < градов.... Микропроцессорное '/появление телевизорами .... ...... ; Г .-ов Звуксеао схемотехника для радиолюбителей , ..

С,зх,лэв . ....... Телевизоры ремонт, адаптация, модернизация Изд.2-е

' Сг. 'зв Металлоискатели /для любителей и профессионалов

..сгйн 500 схем для радиояюби'’ Приемники. Изд. 2-е перед и доп.

Ct г ян 500 схем *дгл* радиолюбителей. Источники питания. Изд 2-е .

х\_ - рев; Радиостанция своими руками-к-вклейка ...

**Автор Название Цена Цена ......Год...... Объем Заказ J**

**Россия Украина (зкз.) J**

**(руб.) (грн.) '**

**Серии: Телемастер и Энциклопедия телемастера**

Безверхний Телевизоры DAEWOO и SAMSUNG + схемы , . 153 17 .....2003 144

Виноградов Импульсные источники питания видеомагнитофонов 65 9 2003 160

Корякин-Черняк .Применениетелевизионных микросхем.!. 1 164 29 2004 320

Корякин-Черняк .Применение телевизионных микросхем. Т. 2 .....164 29 2004, 304

Корякин-Черняк .Применение телевизионных микросхем. Т. 3 164 37 2005 320

Пьяное Тел. LG на шасси МС-51В, МС-74А, МС-991А + схемы 131 13 2003 144

Пьяное Видеопроцессоры семейства UOC + схемы 109 13 2003 160

Рязанов 1001 секрет телемастера. Кн. 1. Изд. 2-е, перер. и доп 142 32 2005 304

Рязанов 1001 секрет телемастера. Кн. 2. Изд. 2-е, перер. и доп 142 32 2005 224

Саулов Переносные телевизоры 142 12 2002 512

Янковский Импульсные источники питания ТВ. Изд. 2-е перер. и дол 142 32 2005.. 280

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Серия:** | **Электронные компоненты** |  |  |  |  |
| Герасимов | Интегральные усилит, низкой частоты. Изд. 2-е, перер. и доп.. | .175 . | .... 13 . | ....2003... | ... 528... |
| Партала | Цифровые КМОП-микросхемы. Справочник.. | .83 .... | .... 13 . | ....2001... | ... 400... |
| - | Микросхемы для CD-проигрывателей. Сервосистемы | .109 . | .... 18 . | ....2003... | ... 272... |
|  | Видеопроцессоры. Справочник | .142 . | .... 18 . | ....2004... | ... 256... |
|  | Зарубежные м/сх, транзисторы, тиристоры, диоды + SMD. 0...9. |  |  |  |  |
|  | Справочник, Изд. 3-е перераб. и доп | .241 . | ....54 . | ....2005... | ... 672... |
| - | Зарубежные м/сх, транзисторы, тиристоры, диоды + SMD. A...Z. |  |  |  |  |
|  | Том 1 (А...М). Справочник, Изд. 3-е перераб. и доп | .241 . | ....54 . | ....2005... | ... 656... |
|  | Зарубежные м/сх, транзисторы, тиристоры, диоды + SMD. A...Z. |  |  |  |  |
|  | Том 2 (N...Z). Справочник, Изд. 3-е перераб. и доп | .241 . | .. .54 . | .. .2005... | . . 688... |
|  | Мощные транзисторы для телевизоров и мониторов | .197.... | .... 44... | ....2005... | ... 448... |
|  | ТВ микросхемы. Т.1: ИМС обработки ТВ сигналов | .142 . | ....22 . | ..,.2004... | ... 288... |
|  | ТВ микросхемы. Т2. ИМС источников питания | .142 . | ....32 . | ...2005... | ... 288... |
|  | ТВ микросхемы. Т.З: ИМС обработки сигн. звук, солровожд.. | .142 . | .... 32 . | ...2005... | ... 240... |
|  | ТВ микросхемы. Т.4: ИМС для систем разверток | .142 . | ....32 . | ...2005... | ... 208... |
| **Серии:** | **Радиомастер и др.** |  |  |  |  |
| Авраменко . | Ремонт и регулировка CD-проигрывателей + вклейки: 13 схем... | .58 ... | .... нет... | ...1999... | ... 160... |
| Брускин | Зарубежные резидентные радиотелефоны. Изд. 2-е | .нет | ....7 .... | ...2000... | ... 176... |
| Брускин ..... | Схемотехника автоответчиков + вклейки: 14схем. | .нет .. | ....7 .... | ... 1999... | ... 176... |
| Виноградов | Источники питания видеомагнитофонов | .50 ... | .... 10 .. | ...2001... | ... 256... |
| Виноградов | .Источники питания видеомагнитофонов и видеоплейеров.... | .нет .. | ....6 .... | ...1999... | ... 128... |
| Виноградов | .......Сервисные режимы телевизоров т. 1 — 12, цена за 1 том ....... | .55 | .... 10.... | ...2002... | .. 208... |
| Журавлев... | Тел. процессоры системы управления. Изд. 2-е, дополн. | .83 ... | .... 13 .. | ...2001... | ...512... |
| Заикин | .......Современные радиотелефоны (ТА от А до Я. Кн. 4) | .175 . | ....20 .. | ...2004... | ..352.. |
| Корякин-Черняк .Телеф. аппараты отАдо Я. Кн.1: Абон. телеф. аппараты., Изд. 5-е. | | .121 . | ... 16 .. | ...2003... | ..368... |
| Корякин-Черняк .ДОН в телефонных аппаратах, Изд. 2-е (ТА от Адо Я. Кн. 2)... | | 109 . | ... 18 .. | ...2003.... | ..336... |
| Котенко...... | Электрон.телефон.аппараты, Изд. 3-е (ТА от Адо Я. Кн. 3) ... | 106 . | ... 17 .. | ...2003,... | .. 272... |
| Котенко | Электронные телефонные аппараты. Изд. 2-е, *перераб.........* | нет ... | ... 9 .. .. | ...2001.... | .. 192... |
| Кульский | KB-приемник мирового уровня | 40 .... | ...6 .... | ...2000.... | .. 352... |
| Кучеров | Источники питания мониторов | нет ... | ...9 .... | ...2001.... | .. 240... |
| Лукин | Источники питания моноблоков и телевизоров | нет ... | ...6 .... | ... 1998.... | .. 136... |
| Лукин | Телевизоры ближнего зарубежья | нет ... | ... 6 .... | .. 1998.... | ,. 136.. |
| Мухин | Энциклопедия мобильной связи | 63 ... | ...7 ... | . .2001.... | . 240 .. |
| Партала | ......Видеокамеры + вклейки: 12схем.................... | нет ... | *..7 ....* | ...2000.... | .. 192.. |
| Пестриков... | Энциклопедия радиолюбителя. Работаем с ПК , | 87 .... | ... 18 | ...2004.... | .. 208... |
| Пестриков... | Радиоэлектроника в конструкциях и увлечениях | 87 .... | ... 18 .. | ...2004.... | .. 256... . |
| Янковский .. | Видеомагнит, серии ВМ, изд. 2 + вклейки: 5 схем АЗ | 66 .... | ... 11 .. | ...2000.... | .. 272... . |

***Цены розничные, указаны без учета почтовых расходов.*** *Цены действительны до 31 декабря 2006 годе.*

**EXPO \*■= © ELECTRONICA**

9-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

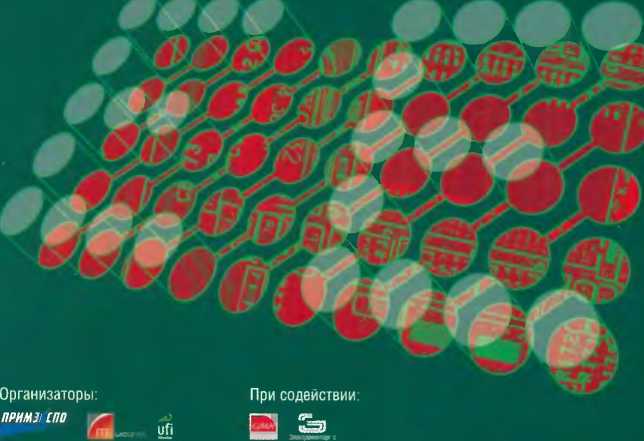
**electron\*\*\*?\*»^0**

4-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ

И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

РОССИЯ, МОСКВА 0 *Крокус Экспо*

**МЕЖДУ НАРОДНЫЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ** центр



Тел +7(812)380 6007/03/00 lwww.expoelectronica.ru

Факс +7(812)380 6001

E-mail: electron@primexpo ru

1. Зак. 563 [↑](#footnote-ref-2)