

**КНИЖНАЯ ПОЛКА СПЕЦИАЛИСТА**

---

**МОНТАЖ, ТЕХНИЧЕСКОЕ  
ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
ПРОМЫШЛЕННОГО И БЫТОВОГО  
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

---

**Практическое пособие для электромонтера**

Москва  
«Издательство НЦ ЭНАС»  
2003

УДК 621.315  
ББК 31.29-5-08  
М77

Рецензент В.А. Краснов

**М77** **Монтаж**, техническое обслуживание и ремонт промышленного и бытового электрооборудования: Практическое пособие для электромонтера / Сост. Е.М. Костенко. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. – 320 с.: ил. – (Книжная полка специалиста).

**ISBN 5-93196-242-5**

В книге изложена технология монтажа, технического обслуживания и ремонта электрооборудования на промышленных предприятиях. Рассмотрены вопросы выбора электродвигателей, пускорегулирующей и защитной аппаратуры, проводов и кабелей. Пояснены принципы действия наиболее распространенных бытовых приборов, приведены их характеристики. Рассмотрены правила обращения с квартирной электропроводкой и бытовыми приборами, даны рекомендации по экономии электроэнергии и предотвращению опасности поражения электрическим током.

Для электромонтеров, мастеров, инженерно-технического персонала.

**УДК 621.315**  
**ББК 31.29-5-08**

Производственно-практическое издание

---

**МОНТАЖ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
ПРОМЫШЛЕННОГО И БЫТОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

---

**Практическое пособие для электромонтера**

Составитель Костенко Евгений Максимович

Зав. редакцией *А.В. Волковицкая*

Художественный редактор *Н.И. Комиссарова*

Технический редактор *Ж.М. Голубева*

Компьютерная верстка и графика *М.А. Толочковой*

Корректоры: *В.В. Отурина, Т.Н. Асташевич*

Лицензия № 071727 от 01.09.98.

Санитарно-эпидемиологическое заключение  
№ 77.99.02.953.Д.000626.02.02 от 04.02.2002 г.

Подписано в печать 31.01.2003. Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Бумага офсетная.

Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 20,0. Уч.-изд. л. 20,5.

Тираж 10 000 экз. (1-й завод 1–3 000 экз.). Изд. № 235. Заказ № 130.

ЗАО «Издательство НЦ ЭНАС».

115201, г. Москва, Каширское ш., д. 22, корп. 3.

Тел./факс (095) 113-53-90, 234-71-82. E-mail: pr@enas.ru www.enas.ru

Отпечатано с готовых диапозитивов

в Издательско-полиграфической фирме «Атоксо».

454092, г. Челябинск-92, а/я 10195.

**ISBN 5-93196-242-5**

© ЗАО «Издательство НЦ ЭНАС», 2003

Раздел первый

# ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

---

## Глава 1

### СТРУКТУРА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

#### 1. Общие сведения и терминология

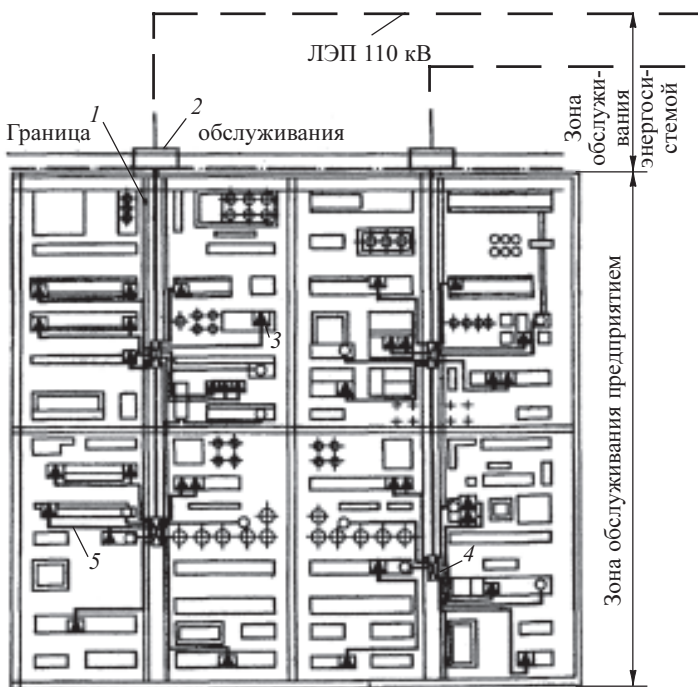
Все вновь сооружаемые, реконструируемые, расширяемые или технически перевооружаемые электроустановки промышленных предприятий выполняют в соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) и Правилами технической эксплуатации (ПТЭ).

К промышленным предприятиям относятся комбинаты (в том числе опытные хозрасчетные заводы научно-исследовательских институтов), фабрики, шахты, карьеры, производственные и ремонтные базы, типографии, предприятия железнодорожного, водного, воздушного, трубопроводного и городского транспорта, ремонтно-механические заводы «Сельхозтехника» и др. Действующими считают электроустановки, которые имеют источники электроэнергии, полностью или частично находящиеся под напряжением, или установки, на которые в любой момент может быть подано напряжение включением коммутационной аппаратуры.

Границу ответственности между предприятием и электроснабжающей организацией за состояние и обслуживание электроустановок фиксируют в прилагаемом к договору на пользование электроэнергией акте разграничения балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности. Наиболее часто эта граница проходит по вводам 6–10 кВ закрытых распределительных устройств (ЗРУ) главных понизительных подстанций или центральных распределительных пунктов предприятий (рис. 1).

В сферу деятельности электротехнического персонала промышленного предприятия входит в основном эксплуатация всех электроустановок напряжением не выше 10 кВ от места, определенного гра-

ницей ответственности предприятия за обслуживание, до цеховых электроприемников включительно. При наличии особых условий производства и эксплуатации специальных электроустановок (подземные производства, электротяга и др.), не учтенных общими ПУЭ и ПТЭ, должны быть разработаны местные инструкции по эксплуатации и безопасному обслуживанию данных электроустановок.



**Рис. 1.** Схема электроснабжения предприятия и зоны обслуживания электромонтерами:

- 1 – токопровод 10 кВ; 2 – главная понижающая подстанция;  
3 – трансформаторный пункт; 4 – центральный распределительный пункт; 5 – кабельная линия

Обслуживание электроустановок осуществляется оперативным (дежурным) и оперативно-ремонтным персоналом.

К оперативному электротехническому персоналу предприятий относят всех работников, обслуживающих посменно производственные электроустановки данного предприятия и допущенных к оперативным переключениям. Оперативное обслуживание осуществляет один или несколько работников. Количество оперативного персонала в смене или на электроустановке устанавливает ответственный за электрохозяйство работник по согласованию с администрацией предприятия.

Некоторые сведения по физическим величинам и их единицам измерения, относящиеся к эксплуатации, приведены в табл. 1, удельные сопротивления наиболее часто встречающихся веществ – в табл. 2.

Основные определения и термины, относящиеся к эксплуатации, приведены в табл. 3.

Таблица 1

**Единицы физических величин**

Величина	Единица		
	Обозначение		Определение
	русское	международное	
Электрическое напряжение	В	V	<b>Вольт</b> равен электрическому напряжению на участке электрической цепи при прохождении 1 Кл электричества и получении работы в 1 Дж
Электрическое сопротивление	Ом	$\Omega$	<b>Ом</b> равен электрическому сопротивлению участка электрической цепи, при котором постоянный ток силой 1 А вызывает падение напряжения 1 В
Удельное электрическое сопротивление	Ом·м	$\Omega \cdot m$	<b>Ом-метр</b> равен удельному электрическому сопротивлению вещества, при котором участок (выполненный из этого вещества) электрической цепи длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1 м <sup>2</sup> имеет сопротивление 1 Ом
Электрическая проводимость	См	S	<b>Сименс</b> равен электрической проводимости участка электрической цепи сопротивлением 1 Ом
Магнитный поток	Вб	Wb	<b>Вебер</b> равен магнитному потоку, при убывании которого до нуля в сцепленном с ним контуре сопротивлением 1 Ом через поперечное сечение проводника проходит количество электричества 1 Кл

Величина	Единица		
	Обозначение		Определение
	русское	международное	
Магнитная индукция	Тл	Т	<b>Тесла</b> равна магнитной индукции, при которой через поперечное сечение площадью $1 \text{ м}^2$ проходит магнитный поток $1 \text{ Вб}$
Индуктивность	Г	Н	<b>Генри</b> равен индуктивности электрической цепи, с которой при силе постоянного тока в ней $1 \text{ А}$ сцепляется магнитный поток, равный $1 \text{ Вб}$
Электрическая емкость	Ф	Ф	<b>Фарада</b> равна электрической емкости конденсатора, при которой заряд $1 \text{ Кл}$ создает на конденсаторе напряжение $1 \text{ В}$

Таблица 2

Удельные сопротивления  $\rho$ , Ом·м

Вещество	$\rho$	Вещество	$\rho$	Вещество	$\rho$
Серебро	0,016	Железо	0,098	Константан	0,44–0,52
Медь	0,017	Ртуть	0,958	Нихром	1,00–1,10
Алюминий	0,028	Никелин	0,43	Фехраль	1,10–1,30
Вольфрам	0,055	Манганин	0,44	Хромель	1,30–1,50

Таблица 3

## Основные определения и термины

Определение и термин	Пояснение
Машины и аппараты: закрытые	Машины (или аппараты), у которых внутренняя полость отделена от внешней среды оболочкой, защищающей их внутренние части от проникновения пыли

Определение и термин	Пояснение
<p>обдуваемые</p> <p>продуваемые</p> <p>взрывозащищенные</p> <p>открытые</p> <p>защищенные</p> <p>брызгозащищенные</p>	<p>Закрытые машины (или аппараты), снабженные вентиляционным устройством для обдувания их наружной части</p> <p>Машины (или аппараты), в которых имеется устройство для охлаждения их внутренних частей посторонним воздухом</p> <p>Машины (или аппараты), имеющие одно из исполнений, допущенных к применению во взрывоопасных помещениях</p> <p>Машины (или аппараты), не имеющие специальных приспособлений для предохранения от случайного прикосновения к вращающимся и токопроводящим частям, а также для предотвращения попадания внутрь посторонних тел</p> <p>Машины (или аппараты), имеющие приспособления для предохранения от случайного прикосновения к вращающимся и токопроводящим частям, а также для предотвращения попадания внутрь посторонних предметов</p> <p>Машины (или аппараты), имеющие приспособления для предохранения от попадания внутрь водяных брызг, падающих под углом до 45° к вертикали с любой стороны</p>
<p>Аппараты:</p> <p>пыленепроницаемые</p> <p>маслонаполненные</p>	<p>Аппараты, имеющие уплотненную оболочку, не допускающую проникновения внутрь тонкой пыли</p> <p>Аппараты, у которых все нормально искрящие части погружены в масло, в результате чего исключается возможность соприкосновения между этими частями, а неискрящие части заключены в закрытую или пыленепроницаемую оболочку</p>
<p>Электроустановка</p>	<p>Установка, вырабатывающая, преобразующая, распределяющая или потребляющая электроэнергию</p>
<p>Эксплуатация</p>	<p>Совокупность всех фаз существования электроустановок, включающая в себя транспортировку, хранение, подготовку к использованию, использование, ремонт и обслуживание во время работы</p>

Определение и термин	Пояснение
Горячий резерв	Резервная электроустановка, которая автоматически или вручную вводится в работу
Холодный резерв	Резервная электроустановка, которая находится в готовности на складе
Авария	Нарушение нормального режима работы электроустановки в результате внезапного отказа, вызывающее повреждение основного оборудования и приводящее к внеочередному капитальному ремонту или отключению оборудования на срок более 8 ч
Брак в работе	Нарушение нормального режима работы электроустановки, ведущее к снижению выпуска продукции, повреждению основного оборудования, вследствие чего возникает необходимость в его ремонте или отключении на срок до 8 ч. Объем и продолжительность очередного ремонта увеличиваются более чем на 20 % по сравнению с нормальным объемом работ
Ремонт	Экономически оправданный комплекс работ для поддержания непрерывности или только работоспособности электроустановки при замене или восстановлении изношенных или отказавших элементов, наладка и регулировка ремонтируемого оборудования с доведением его параметров до пределов, предусмотренных ТУ
Скоростной ремонт	Ремонт, выполненный с сокращением времени, предусмотренного плановой нормой, не менее чем на 25 % при требуемом качестве
Беспростойный ремонт	Ремонт, выполненный в нерабочее время
Межремонтный период	Наработка электроустановки между двумя плановыми ремонтами, выраженная в месяцах
Межосмотровый период	Наработка электроустановки между двумя плановыми осмотрами, предусмотренными как самостоятельные операции в структуре ремонтного цикла, выраженного в месяцах



## 2. Виды работ, выполняемых электромонтером

Техническое обслуживание представляет собой комплекс работ, проводимых для поддержания в исправности электроустановок при использовании их по назначению, а также при хранении и транспортировке. Оно включает повседневный уход за электроустановками; контроль режимов их работы; наблюдение за исправным состоянием; проведение осмотров; контроль за соблюдением правил технической эксплуатации, инструкций заводов-изготовителей и местных инструкций.

Техническое обслуживание – важное звено системы планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта (ППТОР), предупреждающее аварийные ситуации, его выполняет оперативный и оперативно-ремонтный персонал и проводит в процессе работы электроустановок во время перерывов, нерабочих дней и смены.

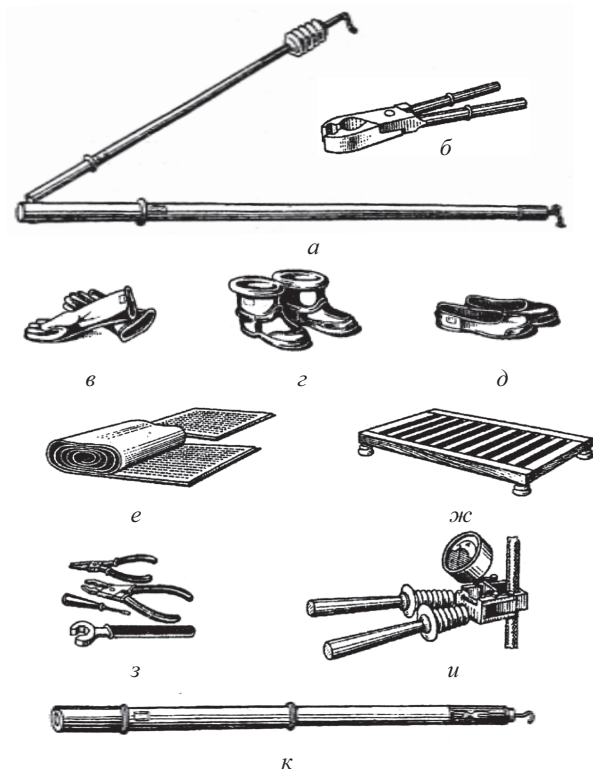
В обязанности электромонтера по обслуживанию электрооборудования в цехах промышленных предприятий входят:

- профилактический осмотр электрооборудования; осмотр защитных средств (рис. 2), креплений, постов и кнопок управления;
- регулировка пускателей, реле, приборов и другого электрооборудования;
- контроль за соблюдением правил технической эксплуатации электроустановок;
- работы по устранению неисправностей электрооборудования;
- профилактические работы по поддержанию в исправном состоянии искусственного общего и местного освещения;
- проверка и устранение неисправностей в устройстве заземления;
- оформление технической документации по учету работы электрооборудования, регистрация неисправностей.

В процессе обслуживания электроустановок выполняют следующие работы:

- обнаружение неисправностей в электрических цепях;
- разборка и сборка электроаппаратуры и электрооборудования;
- нарезание резьбы, сверление, шлифование, опилковка напильниками, резка, рубка металлов, гибка и рихтовка;
- промывка и чистка деталей;
- замеры напряжения и тока в электрических цепях;
- замена сгоревших плавких вставок, электрических ламп и электродвигателей.

Работу в электроустановках производят по наряду, распоряжению, в порядке текущей эксплуатации.



**Рис. 2.** Защитные средства, применяемые при обслуживании электроустановок:

*а* – изолирующие штанги; *б* – изолирующие клещи; *в* – диэлектрические перчатки; *г* – диэлектрические боты; *д* – диэлектрические галоши; *е* – резиновые коврики и дорожки; *ж* – изолирующая подставка; *з* – монтерские инструменты с изолирующими ручками; *и* – токоизмерительные клещи; *к* – указатель напряжения

Организационные и технические мероприятия, которые необходимо выполнять при проведении работ в электроустановках, подробно изложены в Правилах техники безопасности (ПТБ), краткие сведения о них приведены далее.

**Наряд** – это письменное задание на работу в электроустановках, оформленное на бланке и определяющее место, время начала и окончания работы, условия ее безопасного проведения, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность работы. Примерная форма наряда приведена далее.

**Распоряжение** – это задание на работу в электроустановках, оформленное в оперативном журнале работником, отдавшим распоряжение, либо работником оперативного персонала, получившим распоряжение в устной форме непосредственно или при помощи средств связи от работника, отдавшего распоряжение.

**Текущая эксплуатация** – это проведение работ оперативным (оперативно-ремонтным) персоналом на закрепленном участке в течение одной смены.

Все работы, производимые в электроустановках без наряда, выполняются по распоряжению уполномоченных работников с оформлением в оперативном журнале; в порядке текущей эксплуатации – с последующей записью в оперативном журнале.

Распоряжение на производство работ имеет разовый характер, выдается на одну работу и действует в течение одной смены или 1 ч. При необходимости повторения, продолжения, изменения работы или состава бригады распоряжение должно отдаваться заново с оформлением в оперативном журнале.

### Примерная форма наряда для работы в электроустановках

Предприятие \_\_\_\_\_  
(наименование)

Наряд № \_\_\_\_\_ производителю работ, наблюдающему \_\_\_\_\_  
(нужное подчеркнуть) (Ф.И.О. \_\_\_\_\_, группа)

Поручается \_\_\_\_\_  
(указывается установка, присоединение, основные работы)

Условия производства работы \_\_\_\_\_  
(с частичным или полным снятием напряжения, под напряжением, вдали, вблизи от токопроводящих частей, находящихся под напряжением, с наложением заземления, без наложения заземления, с временным снятием заземления, где и для чего)

Особые условия \_\_\_\_\_

Начало работы \_\_\_\_ ч \_\_\_\_ мин \_\_\_\_ дня \_\_\_\_ мес. \_\_\_\_ г.

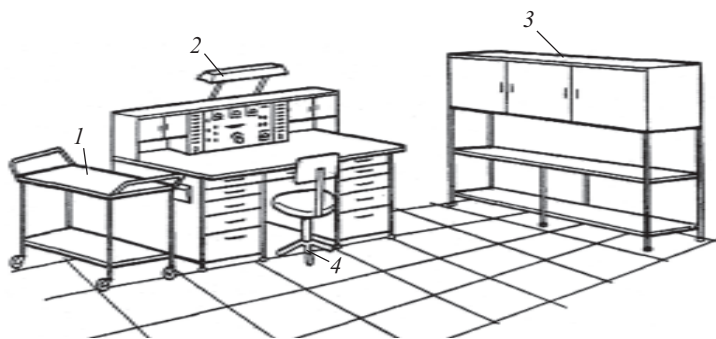
Конец работы \_\_\_\_ ч \_\_\_\_ мин \_\_\_\_ дня \_\_\_\_ мес. \_\_\_\_ г.

### 3. Организация рабочего места электромонтера

Правильная организация рабочего места обеспечивает рациональное действие работающего и сокращает до минимума затраты времени на отыскание, использование инструмента и материалов.

Верстак 2 (рис. 3) электромонтера состоит из двух тумб, имеющих по пять ящиков с ложементами, в которые укладывают слесар-

ный и измерительный инструменты, приборы, запасные части, электроаппаратуру, крепежные детали и вспомогательные материалы; выдвижных ящиков на рамках, имеющих центральный замок; верхнего ящика тумбы и среднего ящика для документации, закрывающихся на верхний замок; столешницы; настольного распределительного щита с подведенным к нему переменным напряжением 380 В, снимаемым напряжением 6, 12, 24, 36, 127, 220 В и двух сигнализационных пультов для вызова электромонтера с 30 рабочих мест (точек); настольного шкафчика с запасными деталями; телефона для связи с абонентами завода.



**Рис. 3.** Рабочее место электромонтера (общий вид):  
1 – передвижной стол; 2 – верстак; 3 – шкаф-стеллаж; 4 – стул

Шкаф-стеллаж предназначен для хранения крупных приспособлений и запасного инструмента, используемого при ремонте электрооборудования. В верхних отделениях хранят различные материалы, необходимые для проведения ремонта. Каркас шкафа-стеллажа выкрашен серой эмалью.

Передвижной стол используется при разборке, промывке и сборке различного электрооборудования, а также служит транспортным средством для перевозки груза. Столешница облицована бумажно-слоистым пластиком с окантовкой из стального уголка. В нижней части стола имеется металлическая полка из стального листа толщиной 1,5 мм, предназначенная для складирования технологической оснастки и вспомогательных материалов. Стол установлен на колеса (с ободом из маслостойкой резины) с подшипниками качения. Это обеспечивает хорошую маневренность и не требует больших усилий на его передвижение.

Переносная сумка (инструментальная) дежурного электромонтера используется для переноски инструмента и измерительной аппаратуры, приспособлений, мелких деталей для ремонта электрооборудования на участках цеха.

Конструкция стула позволяет предусматривать наиболее удобную рабочую позу. Сиденье легко и быстро может быть поднято или опущено.

На рабочем месте должна находиться техническая и учетная документация, должностная инструкция, а также документация по безопасности и организации труда.

В техническую документацию входят: электрические схемы наиболее сложных станков, подъемно-транспортного оборудования, принципиальная электрическая схема питания цеха (участка) электроэнергией, электрическая схема распределительных щитов и т. п.

Учетная документация отражает простой оборудования и работу электромонтера. Один из видов такой документации – эксплуатационный (оперативный) журнал.

В качестве обязательного документа на рабочем месте должна находиться инструкция по безопасности труда для цехового электромонтера, обслуживающего электроустановки напряжением до и выше 1 000 В.

К документации по организации труда относятся: календарный график профилактических осмотров, сменно-часовой график и карта организации труда дежурного электромонтера.

Рабочее место должно быть оформлено в соответствии с требованиями технической эстетики.

Рабочая одежда электромонтеров должна быть удобной, не стеснять движений при работе и состоять из куртки, брюк и берета (берет яркого цвета – красный, оранжевый или коричневый). Материал – костюмная ткань с капроновым волокном, гладкокрашенная, синего цвета. На верхнем кармане куртки должна быть эмблема службы Главного энергетика.

Электромонтер длительное время находится на ногах, его работа связана с повышенным напряжением внимания (в течение смены электромонтер в среднем совершает до 740 различных трудовых действий), поэтому время на отдых должно составлять не менее 5 % отработанного времени.

## Глава 2

### **ИНСТРУМЕНТЫ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Электромонтеры используют в работе множество разнообразных инструментов, которые должны иметь удобные и красивые рукоятки. Удачная форма и цвет делают инструменты легко различимыми, а правильная конструкция снижает утомляемость.

При работах на открытом воздухе в зимний период рукоятки инструментов должны иметь теплоизоляционное покрытие, например деревянное. Для проведения работ в электроустановках нужны инструменты с рукоятками, имеющими электрическую изоляцию.

Инструменты бывают ручные и механизированные. Имеется много механизированных инструментов, однако и ручные (табл. 4) широко применяют при работах по монтажу и эксплуатации электроустановок.

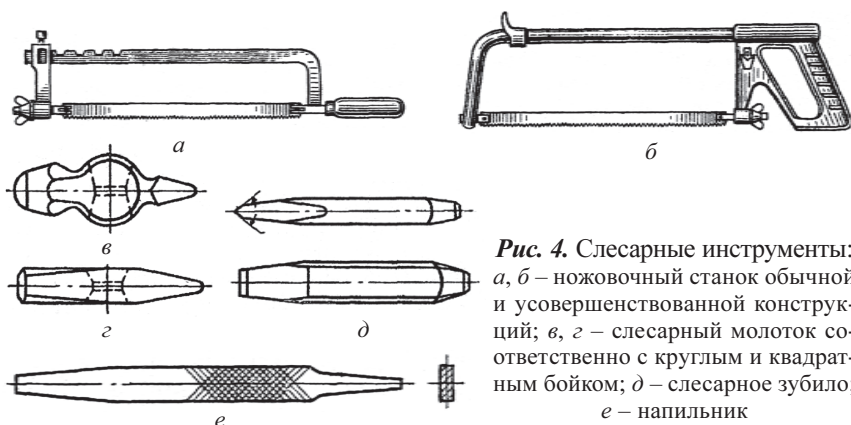
По назначению инструменты можно подразделить на рабочие и контрольно-измерительные. Они могут быть универсальные, т. е. предназначенные для выполнения нескольких операций (например, двусторонний гаечный ключ), или специализированные – для одной операции (односторонний ключ). При разнотипных работах универсальные инструменты способствуют повышению производительности труда за счет сокращения времени, затрачиваемого на замену инструментов. Но специализированный инструмент легче универсального и удобнее для тех случаев, когда выполняется большой объем работ по одной операции.

### 1. Ручные рабочие инструменты

Для резки металлов, труб, кабелей и проводов часто используют ручные ножовочные станки (рис. 4). Широко распространенная ранее конструкция станка была неудачной: его неудобно держать в руках во время работы. Использование усовершенствованной конструкции (см. рис. 4, б) повышает производительность труда и увеличивает срок службы ножовочного полотна.

Тип полотна выбирают в соответствии с предстоящей работой: мелкие зубья нужны для резки тонких листовых заготовок, стальных труб и меди; более крупные (с расстоянием между зубьями до 1,5 мм) – для чугуна, стали и крупных заготовок.

При резке станок держат строго вертикально, следя за тем, чтобы ножовочное полотно не имело перекосов, а нажатие на разрезаемый предмет было равномерным. При резке используют всю длину ножовочного полотна, прилагая добавочное усилие на станок при движении от себя. Разрезаемое место охлаждают мыльной водой.



**Рис. 4.** Слесарные инструменты: а, б – ножовочный станок обычной и усовершенствованной конструкций; в, з – слесарный молоток соответственно с круглым и квадратным бойком; д – слесарное зубило; е – напильник

**Перечень основных инструментов, приспособлений  
и приборов для электромонтажных работ, выполняемых  
на объектах сельскохозяйственного назначения**

Наименование	Срок службы, мес.	Потребность на 100 электромонтажников, шт.	
		начальная	ежегодная
Аппарат для сварки однопроволочных проводов	36	30	10
Бурава перовые	12	20	20
Бурава центровые спиральные	12	100	100
Виброметр	60	5	1
Выверочная линейка для электродвигателей	36	15	5
Гидравлические монтажные клещи	24	50	25
Гидравлический пресс ручной	24	50	25
Горелка газовоздушная	24	10	5
Динамометр	60	5	1
Дрель ручная со сверлами	36	25	8
Заглубитель электродов заземления с электродвигателем	36	3	1
Заглубитель электродов заземления с бензодвигателем	36	3	1
Зажим для протяжки кабеля или проводов в трубы	24	20	10
Защитные средства	По особым нормам		
Зубило слесарное	6	50	100
Кернер	24	35	12
Кисть малярная	6	20	40
Клещи для зачистки изоляции с жил провода (кабеля)	24	100	50
Клещи для опрессовки проводов на вводах в здания	36	15	5

Продолжение табл. 4

Наименование	Срок службы, мес.	Потребность на 100 электроустановщиков, шт.	
		начальная	ежегодная
Клещи для опрессовки соединений проводов	24	50	25
Клещи для сварки проводов	24	50	25
Клещи универсальные для обработки проводов	24	50	25
Ключи гаечные (комплекты)	36	35	12
Ключ гаечный раздвижной (разводной)	24	100	50
Ключ трубный	36	35	12
Когти монтерские с поясом	18	10	8
Кровельные ножницы	36	10	3
Кронциркуль	36	10	3
Круглогубцы с изолирующими рукоятками	24	100	50
Кусачки (бокорезы) с изолирующими рукоятками	24	100	50
Лестницы приставные и стремянки	24	60	30
Линейка металлическая	24	10	5
Ломик монтажный	24	20	10
Люксметр	60	5	1
Метр складной металлический или деревянный	12	100	100
Микрометр	60	10	2
Молоток слесарный с круглым бойком	24	100	50
Наборы инструментов для кабельных работ	36	20	7
Наперсток для монтажа проводов	12	50	50
Напильники (разные)	12	100	100
Нож монтерский складной	24	100	50
Ножницы секторные типа НС-1 для резки проводов и кабелей	24	100	50



Продолжение табл. 4

Наименование	Срок службы, мес.	Потребность на 100 электромонтажников, шт.	
		начальная	ежегодная
То же, но НС-2	18	70	47
То же, но НС-3	18	50	33
Ножовочный станок (рамка) с набором полотен	24	50	25
Обойма для выправки проводов	24	20	10
Оправка дюбельная с пробойником	12	50	50
Отвертка диэлектрическая	12	100	100
Отвертка с шуруподержателем	12	100	100
Отвертка с электромагнитом	12	20	20
Отвес металлический со шнуром	36	100	33
Очки защитные	12	100	100
Паяльная лампа	24	20	20
Паяльник	36	40	20
Плоскогубцы комбинированные (универсальные)	24	100	50
Плоскогубцы с изолирующими рукоятками	24	100	50
Пресс ручной механический для соединения и оконцевания проводов	24	100	50
Пресс-клещи типа ПК-1м	24	100	20
Пресс-клещи типа ПК-2м	24	100	50
Приспособления для выпрямления проводов	24	20	10
Приспособления для вырезки борозд в кирпичных стенах	24	20	10
Приспособления для закрутки конца провода	24	35	12
Приспособления для монтажа электродвигателей	24	20	10
Приспособления для ремонта электродвигателей и аппаратуры	24	20	10

Продолжение табл. 4

Наименование	Срок службы, мес.	Потребность на 100 электромон-тажников, шт.	
		началь-ная	еже-годная
Приспособления для погрузочно-разгрузочных работ	24	10	5
Приспособления для проверки электропроводок	60	5	1
Приспособления для проверки заземляющих устройств	60	5	1
Приспособления для тросовой проводки	24	15	5
Приспособления для крепления плоских проводов	24	15	5
Приспособления для обработки пластмассовых труб	24	10	5
Приспособления для окраски стальных труб	24	10	5
Приспособления для прокладки кабелей в помещениях	36	15	5
Подмости для монтажа электропроводок в жилых помещениях	36	25	8
Полиспаст с веревкой	36	10	3
Раскаточные приспособления для монтажа кабелей по лоткам	36	6	2
Резьбомер	36	10	3
Рулетки металлические и тесемочные	24	20	10
Рукавицы брезентовые	3	30	90
Станок намоточный	36	5	2
Станок сверлильный	60	5	1
Стенд для промышленной заготовки электропроводок	60	5	1
Стенд для настройки аппаратуры	60	5	1
Стенд для проверки газоразрядных ламп	60	10	2

Продолжение табл. 4

Наименование	Срок службы, мес.	Потребность на 100 электромонтажников, шт.	
		начальная	ежегодная
Стойка-стеллаж для хранения мелких деталей	60	10	2
Стропы для поднятия грузов	24	10	5
Сушильные шкафы	60	5	1
Съемники шкивов и муфт электродвигателей	60	10	2
Тележки для перевозки грузов внутри помещений	60	10	2
Трубогибы ручные и гидравлические	36	5	1
Трубоотрезные приспособления	36	10	3
Указатель напряжения	48	100	25
Универсальный стенд электрика	60	5	1
Центровочные скобы	60	10	2
Центроискатель валов двигателей	60	10	2
Циркуль разметочный для электропроводок	60	10	2
Чулок для протяжки кабеля	12	10	10
Шаблон-калибр для замера диаметра провода или жилы кабеля	36	20	7
Шест разметочный с рейкой	24	6	3
Шило монтерское (наколка)	12	100	100
Шлямбур	6	20	40
Шнур разметочный	18	35	23
Шпатель	24	50	25
Шприц для заполнения раствором отверстий через стены	24	10	5
Штанга для испытания прочности заделки крюков для светильников	36	10	3
Штангенциркуль	36	10	3

Наименование	Срок службы, мес.	Потребность на 100 электромонтажников, шт.	
		начальная	ежегодная
Штанговый подъемник	60	10	2
Штанга для установки ламп накаливания	24	20	10
Штык для монтажа заземлителей	12	10	10

**Примечание.** Данные таблицы ориентировочные и не могут служить нормативом. Срок службы (износа) инструментов и потребность в них могут изменяться в зависимости от объема, характера работ и других факторов.

Для сверления отверстий применяют ручные дрели со спиральными сверлами. Угол переднего конуса сверла подбирают в зависимости от обрабатываемого материала.

Для алюминия этот угол должен быть  $140^\circ$ , для меди –  $130^\circ$ , для стали и чугуна –  $117^\circ$ , для бакелита и мрамора –  $80^\circ$ .

Слесарные молотки используют различных типов. Молотки типа А (с круглым бойком) бывают шести номеров массой от 0,2 до 1 кг. На электрослесарных и электромонтажных работах применяют молотки массой 0,4–0,6 кг с рукояткой длиной 300–380 мм, молотки массой 0,8–1 кг с рукояткой длиной 400–500 мм и кувалды массой 1 кг и более.

Молотки с квадратным бойком проще в изготовлении и поэтому дешевле. Но молоток с круглым бойком обеспечивает большую силу удара, так как его бьющая часть массивнее.

Рукоятки делают из сухой древесины (кизил, клен, рябина, комлевая часть березы) без сучков и трещин. У кувалды рукоятка длиннее, чем у молотка, так как с ней работают двумя руками для усиления удара. Рукоятка молотка должна плотно входить в посадочное отверстие и должна быть закреплена в нем металлическим клином толщиной 3–4 мм на  $2/3$  длины посадочного отверстия. Наиболее плотное прижатие рукоятки ко всей поверхности отверстия обеспечивает расклинивание по его диагонали. Можно расклинить рукоятку и по длине отверстия либо поперек, но тогда она прижмется только к двум противоположным сторонам отверстия и со временем клин может выпасть.

Рукоятку молотка при работе охватывают всеми пальцами, ближе к концу, так как при этом больше размах и сильнее удар. Для лег-

кого удара молоток приводят в движение изгибанием руки в кисти. Если нужен более сильный удар, руку сгибают в локте. Когда нужен очень сильный удар, его делают сплеча.

Слесарные зубила для рубки металла изготавливают длиной от 100 до 200 мм, а для монтажных работ – до 250 мм. Угол заточки рабочей части составляет 35–45° для мягких материалов (алюминий, медь), 60° для стали средней твердости и 70° для твердых материалов (чугун).

Для зачистки поверхностей, снятия фасок, распиловки отверстий и других работ применяют напильники, различающиеся как по форме (плоские, трехгранные, квадратные, круглые), так и по числу насечек на каждые 10 мм длины напильника.

Драчевые напильники имеют крупные зубья – от 4,5 до 12 насечек на 10 мм длины. Такие напильники выпускают с деревянными рукоятками. Маленькие напильники, имеющие насечку по всей длине, называют надфилями. Гладкая часть надфиля служит рукояткой.

К инструментам общего назначения относят также плоскогубцы, кусачки, отвертки, гаечные ключи и т. д.

Круглогубцы, кусачки (бокореzy) и комбинированные плоскогубцы (универсальные) с изолирующими рукоятками предназначены для работы в электроустановках напряжением до 1 000 В. Головки этих инструментов имеют хромированную поверхность. Круглогубцами можно выполнять контактные кольца диаметром от 2,5 до 8 мм. Общая длина круглогубцев 150 мм, масса 0,24 кг. Кусачками режут медные или алюминиевые провода сечением до 4 мм<sup>2</sup>. Длина кусачек 155 мм, масса 0,16 кг. Комбинированными плоскогубцами режут провода и выполняют другие работы, зажимая детали между губками. Длина плоскогубцев 200 мм, масса 0,43 кг.

Бурава центровые спиральные предназначены для сверления сквозных или глухих отверстий в древесине мягких пород. Бурава выпускают диаметрами от 14 до 24 мм длиной 450 и 500 мм. Масса бурава от 0,3 до 0,7 кг.

Бурава перовые применяют для сверления глухих отверстий под крючья в деревянных опорах хвойных пород. Бурава изготавливают диаметром 16, 18, 20 и 22 мм. Длина бурава от 285 до 356 мм, масса от 0,28 до 0,78 кг.

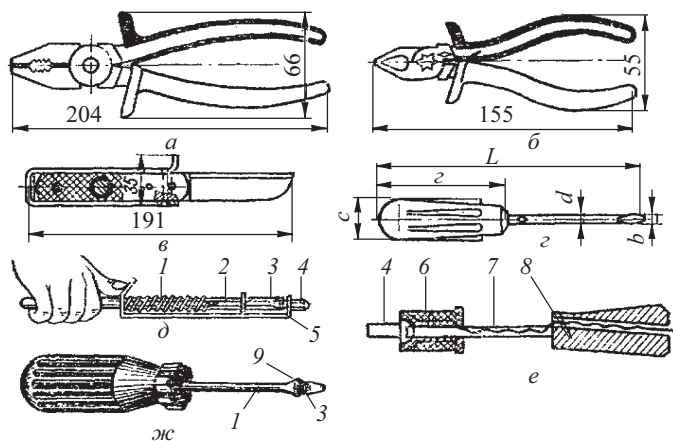
Чаще всего применяют отвертки с изолирующими ручками следующих размеров: длина 160–320 мм, толщина лезвия 0,5–1,6 мм, ширина лезвия 3,5–10 мм.

В бригадный комплект для электромонтажных и слесарных работ, выполняемых при строительстве или ремонте электрических сетей сельскохозяйственного назначения, входят: напильник личной плоский, напильник личной трехгранный, напильник драчовый плос-

кий, напильник драчовый круглый, ключ гаечный раздвижной № 3, ключ трубный № 2, круглогубцы, пассатижи, кусачки, комбинированные плоскогубцы, кернер, шило-наколка, дрель ручная со сверлами диаметром от 3 до 8 мм, когти монтерские с поясом, кровельные ножницы, ломик, металлическая рулетка, шлямбур, молоток, набор буров и отверток, кисть, рукавицы, ножовочный станок с набором полотен, зубило, полиспаг, веревка, диэлектрические боты или галоши, указатель напряжения, сумка для бригадного инструмента.

Монтерский комплект инструментов содержит напильник с ручкой, две отвертки, плоскогубцы комбинированные и круглогубцы с изолирующими ручками, пассатижи, гаечный разводной ключ, зубило, молоток, монтерский нож, стальной метр, диэлектрические перчатки, указатель напряжения до 1 кВ, защитные очки, монтерские когти, пояс и сумку, необходимые электромонтеру для монтажа и обслуживания сельских линий и электропроводок.

Предприятия промышленности изготавливают ручные инструменты в значительно более широком ассортименте, чем приведено ранее. Например, существует много типов отверток с изолирующими ручками длиной от 150 до 400 мм. Выпускают также проволочные отвертки для мелких винтов, отвертки с накладными деревянными щечками, отвертки с металлическими пятками и др. (рис. 5).



**Рис. 5.** Монтерские инструменты общего назначения:

*а* – плоскогубцы универсальные с эластичными чехлами на ручках; *б* – бокорезы; *в* – нож складной с предохранителем от само-складывания; *г* – отвертка с пластмассовой ручкой; *д* – отвертка с устройством захвата винта; *е* – отвертка с электромагнитом; *ж* – отвертка диэлектрическая; *1* – пружина; *2* – стержень; *3* – лезвие отвертки; *4* – винт; *5* – скоба; *6* – катушка с сердечником; *7* – провод; *8* – ручка; *9* – изолирующий чехол

Инструменты с изолирующими ручками после изготовления на заводе испытывают повышенным напряжением. При эксплуатации изоляция может испортиться, поэтому испытания проводят регулярно (ежегодно), помимо проверки наружным осмотром. Разрушенную изоляцию восстанавливают в специально оснащенных мастерских, где очищенные рукоятки инструментов опускают в подготовленную жидкую массу пластика. Если невозможно сдать инструменты в ремонт, электрики натягивают на рукоятки поливиниловые трубки соответствующего диаметра (чуть меньше рукоятки), предварительно подогретые до 70–80 °С.

Помимо стандартных, существует множество конструкций специальных инструментов, предназначенных для работы в определенных условиях. Например, в местах, где нет доступа к винту рукой, удобно пользоваться отвертками с винтозажимными устройствами – механическими захватами или с электромагнитами.

Отвертка, имеющая устройство для механического захвата винта (шуруподержатель) и показанная на рис. 5, *д*, имеет пружину, надетую на стержень, и скобу, захватывающую головку винта, вставленного своей прорезью в лезвие отвертки. Для установки винта в отвертку скобу сдвигают нажатием большого пальца.

Отвертка с электромагнитом (см. рис. 5, *е*) имеет катушку с сердечником, надетую на стержень. Лезвие отвертки вставляют в прорезь головки винта и провод, проходящий через отверстие рукоятки, подключают к источнику электроэнергии напряжением 24 или 36 В. Провод должен быть достаточно длинным, чтобы не повреждаться при работе.

При работе отвертками вышеописанных типов случались поражения рабочих током вследствие неосторожного прикосновения стержня отвертки к токоведущим частям или из-за прикасания руки рабочего к стержню. Поэтому для электромонтажных работ в действующих электроустановках (под напряжением) нужно применять отвертки, имеющие не только изолирующую рукоятку, но и изолирующий чехол на стержне, оставляющий открытым только конец лезвия. Такие отвертки получили название диэлектрических (см. рис. 5, *ж*).

При монтаже болтовых соединений для затягивания гаек применяют различные гаечные ключи: рожковые, накидные, торцовые и др.

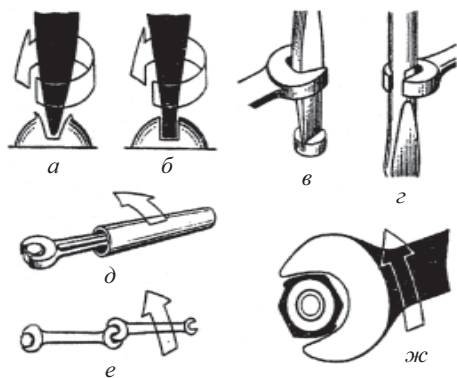
Односторонний прямой ключ имеет только один зев для шестигранных гаек. Двусторонний заменяет два разных односторонних ключа, но он тяжелее. При затяжке большого числа гаек одного размера двусторонний ключ не так удобен, как односторонний, имеющий ручку.

Накладные и торцовые ключи удобнее в работе и долговечнее, чем открытые ключи. Их преимущество заключается в том, что, захватывая все грани гайки (или головки болта), они способны без повреждения граней передать большее усилие. Кроме того, только ими можно добраться до некоторых гаек и болтов, расположенных в углублениях. Но при изготовлении таких ключей требуется большая точность, они дороже ключей с зевом.

Наиболее удобны ключи, не требующие перестановки во время работы, что ускоряет монтаж. Такие ключи имеют механизм типа трещотки, позволяющий завинчивать гайку поступательно-возвратным движением ключа, не снимая его с гайки. Однако ключи-трещотки дорогие и ими не всегда можно затянуть как следует гайки, которые приходится дотягивать торцовыми или накладными ключами.

На работах, где редко встречаются болтовые соединения и не требуется большой силы затяжки, можно вместо комплекта ключей различных размеров обойтись одним-двумя типоразмерами универсальных разводных ключей. Если же гаек много (например, при сборке металлоконструкций), то разводные ключи заменяют ключами, рассчитанными на завинчивание гаек определенного размера. Каждый такой ключ легче универсального, пользоваться им удобнее, и при этом ключ не нужно налаживать на определенный размер гайки.

При пользовании отвертками и ключами нужно соблюдать некоторые правила. Прежде всего их размеры должны соответствовать укрепляемой детали. Маленькой отверткой можно повредить шлиц большого винта, а большой отверткой – сорвать головку у малого. Лезвие отвертки клиновидной формы (рис. 6, *а*) не удерживается в шлице винта и разворачивает его, а правильно заточенная отвертка (см. рис. 6, *б*) шлиц не повреждает и требует меньшего усилия.



**Рис. 6.** Указания по применению отверток и гаечных ключей:

*а, б* – неправильно и правильно заточенные отвертки соответственно; *в, з* – увеличение усилия затяжки винта при помощи гаечного ключа, надетого на лезвие и на лыску отвертки соответственно; *д, е* – увеличение усилия затяжки гайки удлинением ключа трубкой (правильно) и вторым ключом (неправильно) соответственно; *жс* – ключ с изношенными губками



Чем тоньше стержень винта или болта, тем осторожнее надо обращаться с ним, потому что даже стандартным инструментом можно его разрушить. Однако для винтов диаметром 8 мм и более таким инструментом трудно создать достаточное усилие, поэтому иногда приходится применять дополнительные приспособления (рычаги), соразмеряя, конечно, прилагаемую силу.

Увеличить усилие на отвертке можно с помощью рожкового ключа, надетого на лезвие (см. рис. 6, в) или на лыску (см. рис. 6, з), сделанную для этого на стержне отвертки.

В качестве рычага на ключе можно использовать трубку подходящего диаметра (см. рис. 6, д), но ни в коем случае не другой – «удлиняющий» ключ (см. рис. 6, е), что заканчивается обычно срывом и травмами рук.

Не следует пользоваться гаечными ключами с изношенными губками зева (см. рис. 6, ж), так как они способны только смять грани гайки, после чего отвернуть гайку будет трудно даже хорошим ключом.

При ремонтных работах часто бывает необходимо разобрать болтовое соединение. Если оно заржавело и есть риск повредить отворачиваемую деталь, то лучше предварительно ослабить болтовое соединение. Для этого резьбу смачивают керосином, дизельным топливом, жидким маслом или преобразователем ржавчины.

Тугой винт (гайку) легче удастся стронуть с места отверткой или ключом, прилагая усилие рывком. Иногда удается отвернуть неподдающийся винт или болт, постукивая молотком по головке. Но в любом случае лучше повозиться (подержать в керосине) с «прямым» винтом и вывернуть его целым, чем сторяча оторвать головку, а потом мучиться, устраняя последствия.

Чтобы увеличить усилие, к отверткам иногда приделывают поперечные ручки, но инструмент становится более громоздким и им не всюду достанешь до винтов. Если нет отвертки с лыской, то лучше на стержень отвертки наварить каленую шестигранную гайку (можно и квадратную, но удобнее шестигранную под ключ 17 мм) для того, чтобы пользоваться гаечным ключом при отвертывании тугих винтов.

**Инструменты для пайки и сварки.** Для пайки требуется паяльник; источник тепла для нагревания паяльника; напильник; металлическая щетка и нож для зачистки поверхностей; припой и флюс.

*Паяльник* представляет собой клин из красной меди, снабженный длинной ручкой. Источником тепла обычно служит паяльная лампа или газовая горелка, а для электрических паяльников – ток соответствующего напряжения.

Паяльная лампа – удобный нагревательный прибор, однако она хорошо работает только при правильном уходе и требует осторожного обращения. Существуют лампы, рассчитанные на разное топливо. Широко распространены керосиновые лампы. Во избежание взрыва их ни в коем случае нельзя заправлять бензином или смесью бензина с керосином. Взрыв может произойти и при переполнении резервуара, поэтому нельзя заполнять его топливом более чем на 3/4 объема.

Паяльная лампа (рис. 7, а) состоит из резервуара для керосина, куда насосом нагнетается воздух; тройника с запорным краном; горелки; чашечки; форсунки и клапана, служащего для выпуска избыточного воздуха из резервуара.

Принцип действия паяльной лампы прост. Давлением воздуха, нагнетаемого насосом в резервуар, в горелку подается топливо и здесь сгорает, образуя факел пламени. Горелку нужно нагреть до определенной температуры. Для этого в чашечку под горелкой наливают бензин и поджигают его. Запорный кран в это время должен быть закрыт. Пока горелка разогревается, в резервуар не спеша подкачивают воздух. После этого открывают запорный кран и лампа загорается. Пламя регулируют запорным винтом.

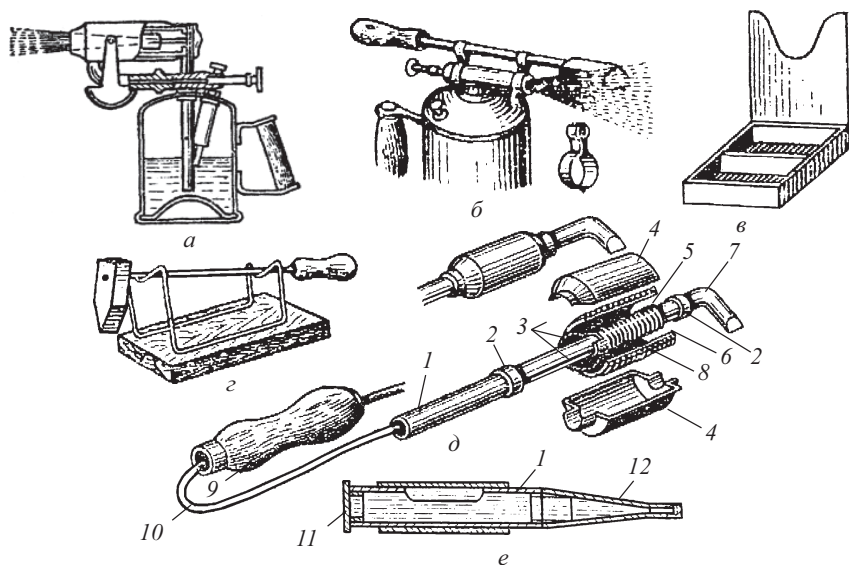


Рис. 7. Инструменты и приспособления для пайки:

а – паяльная лампа; б – крепление паяльника к паяльной лампе; в, г – подставки для паяльника; д – электрический паяльник и его детали; е – капельница жидкого флюса; 1 – металлическая трубка (цилиндр); 2 – кольцо; 3 – нагревательная обмотка; 4 – кожух; 5, 6 – два слоя слюды; 7 – рабочий медный стержень; 8 – шнуровой асбест; 9 – рукоятка; 10 – гибкий провод; 11 – резьбовая пробка; 12 – наконечник

Предложен электрический способ разжигания паяльных ламп, используемых в закрытых помещениях, где нежелательно появление копоти.

На середину головки паяльной лампы накладывают слой изоляции (миканит или слюду) и затем навивают 7–10 витков нихромовой проволоки диаметром 0,8–1,0 мм. Затем кладут второй слой изоляции и образовавшийся нагревательный элемент закрепляют на головке хомутами. При напряжении 12 В время нагрева головки паяльной лампы 2–3 мин.

Необходимую длину проволоки можно рассчитать для любого напряжения (но для этого приспособления не выше 24 В), пользуясь указаниями для расчета паяльников, приведенными далее.

Паяльник нагревают с боковой, а еще лучше с тыльной части, чтобы не перегреть жало. Для удобства в работе паяльную лампу можно оборудовать пружинными хомутами или скобами, укрепленными на горелке, и на них класть нагреваемый паяльник (см. рис. 7, б). При перерывах в работе паяльник кладут на подставку (см. рис. 7, в и г). Подставка может быть сделана из алюминия или другого материала и иметь лоток с кюветами для припоя и флюса.

Электрический паяльник (см. рис. 7, д) имеет металлическую трубку, в конец которой вставлен рабочий медный стержень. В одних паяльниках он прямой, в других – изогнутый. Выбирают паяльник в зависимости от того, что надо припаять.

Для пайки мелких деталей электрический паяльник легко изготовить самому. При пользовании напряжением 12 или 6 В для паяльников не нужна усиленная изоляция, а длина необходимой проволоки (обычно применяют нихромовую) невелика, что позволяет уложить намотку в один ряд. Для изготовления паяльника нужно иметь металлическую трубку с ручкой на конце, заостренный стержень из красной меди, немного слюды, асбеста, жести и проволоку, размеры которой следует подобрать по табл. 5.

Таблица 5

**Выбор нихромовой проволоки  
для электрического паяльника мощностью 80 Вт**

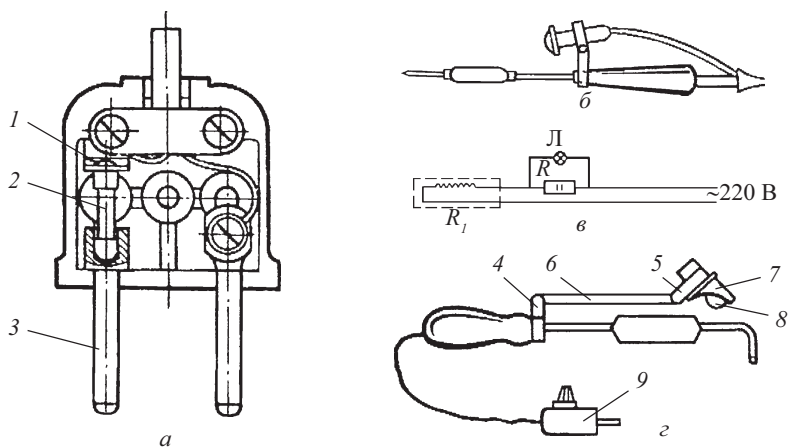
Напряжение, В	Ток, А	Диаметр проволоки, мм	Поперечное сечение проволоки, мм <sup>2</sup>		Длина проволоки, м		Сопротивление проволоки, Ом
220	0,36	0,08	0	005	2	8	610
110	0,73	0,15	0	018	2	4	150
24	3,3	0,50	0	196	1	1	7,3
12	6,7	0,85	0	567	0	9	1,8
6	13,3	1,40	1	54	0	6	0,45

На конце трубки закрепляют медный стержень и устанавливают нагревательный элемент из нихромовой проволоки, изолированной слоями слюды и закрытой сверху слоем асбеста. Концы нихромовой проволоки соединяют с гибким медным проводом (шнуром) отрезками более толстой проволоки, обмотанной асбестом, и закрывают кожухом. Половинки кожуха скрепляют по бокам кольцами.

Переносные мелкие электроинструменты, в особенности паяльники, работающие при напряжении от 6 до 36 В, чаще всего выходят из строя не из-за естественного износа, а от перегорания при включении в сеть с несоответствующим напряжением. Защитить инструмент от ошибочного включения можно, применив штепсельную вилку и розетку нестандартного размера либо установив предохранитель (автомат), соответствующий номинальному току электроинструмента.

Небольшой трубчатый плавкий предохранитель можно встроить в стандартную разъемную штепсельную вилку (рис. 8, а). Для этого нужно изготовить штырь-вилку 3 и подпружиненный контакт.

В труднодоступных неосвещенных местах, где затруднено пользование переносной лампой, работа облегчается, если на паяльнике укрепить маленькую лампочку так, чтобы свет от нее во время работы падал на жало паяльника (рис. 8, б). При напряжении сети 220 В лампочку обычно подключают к сопротивлению, включенному по-



**Рис. 8.** Детали усовершенствованных паяльников:

а – вилка с предохранителем; б – паяльник с подсветкой; в – схема включения подсветки; г – паяльник с подсветкой и регулятором мощности; 1 – пружина; 2 – предохранитель; 3 – штырь-вилка; 4 – хомутик; 5 – патрон; 6 – трубочка; 7 – экран; 8 – лампочка; 9 – регулятор мощности, совмещенный с увеличенной штепсельной вилкой

следовательно в цепь обмотки паяльника. Однако если, например, применить миниатюрную лампочку МН-15, рассчитанную на напряжение 6,3 В, у которой номинальная сила тока 0,28 А, то ее можно включить последовательно к серийному паяльнику мощностью 65 Вт на напряжение 220 В, номинальная сила тока которого также 0,28 А. При использовании паяльника на пониженное (безопасное) напряжение можно соответствующую лампочку подключать параллельно обмотке паяльника.

Предложена конструкция паяльника, в которой предусмотрены экран и лампочка с резьбовым патроном. С помощью алюминиевых хомутиков и трубочек (рис. 8, з) патрон крепят к рукоятке паяльника. Ими же регулируют положение подсветки относительно оси паяльника и наклон патрона к жалу. Кроме подсветки, паяльник усовершенствован добавлением регулятора мощности. Без регулировки температуры жала паяльника он перегревается, жало портится и качество пайки резко ухудшается. Применение тиристора в схеме регулятора мощности позволяет выполнить его небольшим размером и объединить регулятор с вилкой электрического шнура. Размеры такой вилки 20 × 45 × 65 мм. Ручку потенциометра можно расположить на корпусе вилки.

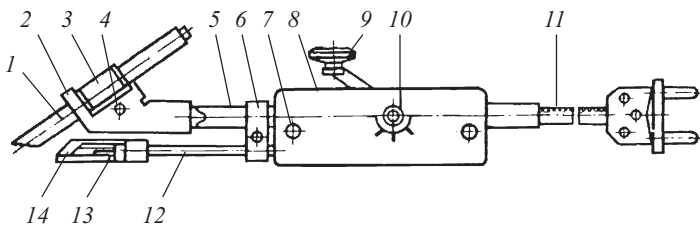
Повысить производительность труда и улучшить качество работ при пайке небольших деталей (например, при монтаже схем автоматики) можно применением паяльников, снабженных устройством для установки необходимой величины подачи *припоя*.

Существуют три модификации паяльника:

Диаметр припоя, мм . . . . .	0,8–1,5	1,0–1,5	1,0–1,5
Диаметр паяльного стержня, мм . . . . .	4	6	8
Пределы подачи, мм . . . . .	1,0–5,0	2,5–5,0	2,5–5,0
Температура стержня, °С . . . . .	250–340	280–360	280–360
Напряжение, В . . . . .	36	36	36
Потребляемая мощность, Вт	16	28	40
Размеры (без шнура), мм . . . . .	195 × 50 × 18	224 × 50 × 18	224 × 50 × 18
Масса (без шнура), кг . . . . .	0,1	0,12	0,14

Электропаяльник, представленный на рис. 9, предназначен для пайки оловянно-свинцовым трубчатым или проволочным припоем, установленная доза которого подается к месту пайки специальным устройством.

Паяльный стержень и нагреватель (см. рис. 9) закреплены зажимами в удлинителе так, что продвигать стержень в нагревателе можно, не отвертывая винт 4, стягивающий эти зажимы.



**Рис. 9.** Электропаяльник с дозированной подачей припоя:  
 1 – паяльный стержень; 2 – зажим; 3 – нагреватель; 4 – винт; 5 – удлинитель; 6 – скоба; 7 – винт; 8 – ручка паяльника; 9 – кнопка; 10 – регулятор подачи припоя; 11 – шнур с вилкой; 12 – устройство подачи припоя; 13 – толкатель; 14 – фиксатор

Нагреватель состоит из стального корпуса с намотанной на него нихромовой проволокой, изолированной слюдой и асбестовой нитью, и закрытого кожухом. Устройство для подачи припоя помещено в ручке паяльника, состоящей из двух частей, скрепленных винтами 7. Удлинитель и трубка устройства подачи припоя скреплены скобой.

Припой подается толкателем, который приводится в движение нажатием кнопки. Эксцентриковый регулятор предназначен для изменения подачи припоя к месту пайки. Диаметр припоя выбирают в зависимости от размера выполняемой пайки.

Отрезок трубчатого или проволочного припоя длиной от 150 до 280 мм вкладывают в трубку устройства подачи со стороны ручки и проталкивают его до упора в паяльный стержень. При этом паяльный стержень устанавливают в нагревателе так, чтобы нижняя кромка рабочей части стержня совпадала с нижней частью припоя и была с ней на одном уровне.

По мере разогрева стержня на него наносят флюс и облуживают. Затем поворотом эксцентрикового регулятора устанавливают нужную величину подачи припоя, берут паяльник за ручку, нажимают указательным пальцем кнопку и начинают паять.

Уход за паяльником заключается в периодической зачистке и облуживании рабочей части паяльного стержня, а также в очистке всей его поверхности от нагара.

При пайке крупных деталей применяют флюс в твердом виде – канифоль. При пайке мелких деталей в измерительных приборах, реле и другой аппаратуре используют раствор канифоли в спирте или другой жидкий флюс. Чтобы удобно было пользоваться жидким флюсом, его помещают в простейшее приспособление в виде баллончика на 40 см<sup>3</sup> с наконечником в виде инъекционной иглы для медицинского шприца, острый конец которой закругляют. Такой дозатор флюса ставят наклонно на подставку, чтобы флюс не вытекал.

Заполняют его на 3/4 объема. При использовании дозатора облегчается пайка, улучшается ее качество, уменьшается расход флюса и появляется возможность для длительного хранения жидкого флюса без потери его рабочих свойств.

Другая конструкция дозатора (см. рис. 7, е) представляет собой полый металлический цилиндр с овальным отверстием. С одной стороны цилиндр заливают флюсом и закрывают пробкой на резьбе, а с другой стороны имеется наконечник конической формы с отверстием для вытекания флюса. При хранении рабочую часть наконечника закрывают колпачком. На цилиндр натягивают эластичную хлорвиниловую трубку, закрывающую овальное отверстие. Флюс подается к месту пайки через наконечник при надавливании на эластичную трубку над овальным отверстием.

Для пайки, газовой сварки и резки металлов применяют ацетилен или пропан-бутан. Однако карбид кальция, из которого получают ацетилен, дефицитнее и дороже пропан-бутана. К тому же при использовании пропан-бутана хранение газовых смесей проще и отпадает потребность в ацетиленовых генераторах. Для замены 1 т карбида кальция достаточно 0,3–0,5 т сжиженной смеси пропан-бутана.

С пропан-бутаном, как и со всяким сжиженным газом, нужно обращаться осторожно во избежание травм. При перевозке и переноске баллонов нельзя допускать ударов. Нельзя транспортировать баллоны с газом без заглушек и колпаков.

Для пропанобутановой пайки, сварки и других газопламенных работ применяют как обычные ацетилено-кислородные горелки (при этом кроме пропан-бутана нужен кислород), так и газовоздушные специальные горелки и даже горелки от паяльных ламп и др. Наиболее удобны газовоздушные горелки, имеющие только один ниппель для подключения горючей смеси. Кислород используют из окружающего воздуха. Это облегчает и удешевляет работы.

Наиболее употребительные серийно выпускаемые горелки типа ГПМВ-0,1 и ГПМВ-0,5 производительностью соответственно 0,1 и 0,5 м<sup>3</sup>/ч. Для разогрева, пайки и лужения при электромонтажных работах применяют сменные насадки, устанавливаемые на корпус горелки ГПМВ-0,1: паяльник массой 0,17 кг и ванночку массой 0,27 кг.

## **2. Механизированные рабочие инструменты**

Отечественная промышленность серийно выпускает механизированные инструменты различных типов. На монтаже, ремонте и эксплуатации электроустановок чаще всего применяют электроинструменты, в которых рабочий орган приводится в движение элек-

троэнергией, а также пневматические, где используется энергия сжатого воздуха, и пиротехнические, работающие на энергии взрыва.

Найти нужный тип по каталогам и справочникам или же по обозначению типа, определить характеристику инструмента помогает классификация, содержащая индексы, определяющие вид привода, характер движения и конструкцию механизированных инструментов (см. табл. 3).

Например, индекс (тип) ИЭ-1031 означает: инструмент электрический (ИЭ); сверлильная машина (группа 1); прямая (подгруппа 10); регистрационный номер в своей подгруппе – 31. Аналогично пневматический молоток может иметь индекс ИП-4112.

По мере разработки, освоения и регистрации новых инструментов классификация может быть расширена.

Конструкции различных инструментов имеют много общего. Обычно у них алюминиевый корпус, в который вмонтирован небольшой электродвигатель. Ротор этого двигателя сцеплен с редуктором – устройством, уменьшающим число оборотов и за счет этого увеличивающим усилие на валу. Один конец вала редуктора выходит из корпуса и заканчивается конусом, в который вставляют патрон для закрепления рабочего инструмента. Иногда, кроме редуктора, в корпусе монтируют приспособление для превращения вращательного движения двигателя в другое.

### **3. Электрифицированный инструмент**

К работе с электрифицированным инструментом допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие специальное обучение, сдавшие соответствующий экзамен и имеющие запись об этом в удостоверении по ТБ. В помещениях с повышенной опасностью, а также вне помещений при работе с электрифицированным инструментом напряжение сети должно быть не выше 42 В. В особо опасных помещениях и при неблагоприятных условиях (внутри металлических емкостей, в баках, котлах и т. п.) напряжение сети должно быть 12 В. В помещениях без повышенной опасности, а также вне помещений при отсутствии условий повышенной опасности поражения людей электрическим током (дождя, снегопада, повышенной влажности земли, работ на металле и т. п.) допускается применять электроинструмент напряжением 42, 127 и 220 В.

При работе с электроинструментом необходимо выполнять следующие требования:

работать в резиновых диэлектрических перчатках, диэлектрических галошах или на диэлектрическом коврик;



не подключать инструмент к РУ, если отсутствует безопасное штепсельное соединение;

предохранять провод, питающий электроинструмент, от механических повреждений;

не переносить электроинструмент за провод, пользоваться для этого ручкой;

не ремонтировать электроинструмент самому работающему, а немедленно сдать его в кладовую для ремонта;

не производить замену режущего инструмента до полной остановки электродвигателя;

при перерывах в работе или прекращении подачи электроэнергии отключить инструмент от сети;

не работать с приставных лестниц;

не передавать электроинструмент даже на короткое время другим лицам;

не ремонтировать провода и штепсельные соединения;

не удалять руками стружку или опилки до полной остановки инструмента;

не вносить внутрь котлов, резервуаров и емкостей переносные трансформаторы и преобразователи частоты.

**Запрещается** самому работающему подключать электроинструмент к сети при отсутствии специального штепсельного соединения.

В любых помещениях и вне их разрешается применять электроинструменты:

с двойной изоляцией;

с питанием через разделяющий трансформатор;

с питанием через устройство защитного отключения.

Запрещается заземлять корпуса электроинструментов с двойной изоляцией или питаемых через разделительный трансформатор, а также вторичную обмотку разделительного трансформатора. Корпус разделительного трансформатора должен быть заземлен.

Работать с электроинструментом, имеющим двойную изоляцию или питающимся через разделительный трансформатор, можно без дополнительных защитных средств и мер.

Строго запрещается работать любым электроинструментом вне помещений при атмосферных осадках и при большой влажности воздуха.

Корпуса электроинструментов независимо от частоты должны быть заземлены, если они включаются в сеть выше 42 В и при этом не имеют двойной изоляции.

При использовании электроинструментов с заземляемым корпусом штепсельная розетка должна быть снабжена специальным контактом для присоединения заземляющего проводника.

Периодический осмотр электроинструмента должен проводиться не реже 1 раза в 3 мес., а проверка состояния изоляции электроинструмента и питающего провода мегомметром – ежемесячно, с записью в журнале периодических осмотров и проверок.

Запрещается выдавать для работы электрифицированный инструмент, имеющий хотя бы незначительный дефект. Заземляющие проводники для переносных электроинструментов должны быть заключены в общую оболочку с токоведущими проводниками и иметь одинаковое с ними сечение, но не менее 1,5 мм<sup>2</sup>.

#### **4. Пневматический инструмент**

К работе с пневматическим инструментом допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие специальную подготовку и имеющие запись об этом в удостоверении по ТБ.

Запрещается переламывание шланга или завязывание его узлом для прекращения подачи воздуха. Использование собственного веса тела для дополнительного давления на инструмент также запрещается.

При работе пневматическим инструментом необходимо выполнять следующие правила:

перед пуском сжатого воздуха во избежание вылета инструмента (зубила, ключа, чеканки, пики и т. п.) из гнезда его следует плотно прижать к обрабатываемой детали или поверхности;

запрещается переносить инструмент за шланг;

по окончании работы и во время перерыва в работе необходимо выключить подачу сжатого воздуха;

запрещается работать пневматическим инструментом с приставных лестниц;

при работе пневматическим зубилом необходимо надеть защитные очки с небьющимися стеклами или сеткой;

категорически запрещается обдуть сжатым воздухом одежду на себе и на других работающих.

Запрещается присоединять и разъединять шланги воздухопровода после подачи сжатого воздуха в сеть.

#### **5. Пиротехнический инструмент**

Любой пиротехнический инструмент, использующий энергию расширяющихся пороховых газов, считается опасным инструментом мощного мгновенного действия. Работа любого пиротехнического инструмента сопровождается громким звуком (выстрелом), при этом

наблюдается явление отдачи, а также возможны образования отлетающих частиц бетона, кирпича и металлической окалины. Самыми опасными явлениями в работе с пиротехническим инструментом являются рикошет дюбеля и прострел строительного основания.

Усовершенствование конструкции пиротехнического инструмента (пороховой механизм поршневого типа) и организационно-технические мероприятия при производстве работ пиротехническим инструментом полностью не исключают опасность работы с ним, поэтому каждый работник, допущенный к работе с пиротехническим инструментом, обязан строго и четко выполнять правила ТБ.

## **6. Паяльные лампы и газовые горелки**

К работе с паяльными лампами и газовыми горелками допускаются лица, прошедшие специальный курс обучения, сдавшие экзамен квалификационной комиссии и имеющие соответствующие навыки в работе. В удостоверениях по ТБ должна быть сделана соответствующая отметка о разрешении работы с паяльными лампами и газовыми горелками различных назначений.

Паяльные лампы должны не реже 2-х раз в год подвергаться контрольному гидравлическому испытанию двойным рабочим давлением, а результат испытания должен быть оформлен соответствующим актом. Запрещается применять бензиновые паяльные лампы.

При работе с керосиновыми лампами **запрещается:**

разжигать их путем подачи горючего через горелку;

приближаться с горячей лампой к легковоспламеняющимся предметам;

наливать или выливать горючее во время работы лампы;

разбирать паяльную лампу вблизи огня;

заливать в керосиновые лампы бензин;

снимать горелку до спуска давления.

Спуск давления воздуха из резервуара лампы должен производиться только после того, как лампа потушена и ее горелка полностью охлаждена.

Применять паяльные лампы на территориях ОРУ и ЗРУ и на подстанциях разрешается при условии, что расстояние от пламени лампы до токоведущих частей напряжением до 10 кВ составляет не менее 1,5 м, свыше 10 кВ – не менее 3 м.

Запрещается разжигать паяльные лампы непосредственно под оборудованием, проводами, кабелями и вблизи маслonaполненных аппаратов.

## **МОНТАЖ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК**

### **1. Основные сведения об осветительных электроустановках**

Осветительные электроустановки предназначены для искусственного освещения помещений, зданий, сооружений и территорий. Они представляют собой комплекс осветительной арматуры с источником света, магистральных и распределительных электрических сетей, пускорегулирующей аппаратуры и распределительных устройств. При устройстве освещения производственных помещений или рабочих мест учитывают степень точности выполняемой работы, контрастность объекта и окружающий фон. Важнейшим условием при устройстве искусственного освещения является обеспечение достаточной освещенности рабочих поверхностей, правильного направления лучей света и его благоприятного спектрального состава.

Освещение может быть *общим и местным*. Общее освещение применяется для всех видов помещений. В зависимости от целей освещения оно может быть равномерным по всему помещению или локализованным, т. е. с разным уровнем освещенности в отдельных зонах помещения. Для местного освещения светильники устанавливают непосредственно на рабочих местах: станках, верстаках, столах, разметочных плитах и т. д. Применение в помещениях только одного местного освещения запрещено. Обычно применяют комбинированное освещение: одновременно местное и общее. Система комбинированного освещения значительно экономичнее системы общего: светильники местного освещения создают хорошую освещенность на рабочих местах и расходуют мало электроэнергии.

*Рабочим* называют освещение, служащее для обеспечения нормальной деятельности общественных, социально-культурных организаций и производственных предприятий. При аварийном отключении рабочего освещения производственная деятельность приостанавливается внезапно, что может привести к нарушениям технологии, порче оборудования и материалов, а иногда и к несчастным случаям. Во избежание этого в производственных помещениях и на территориях предусмотрено аварийное освещение.

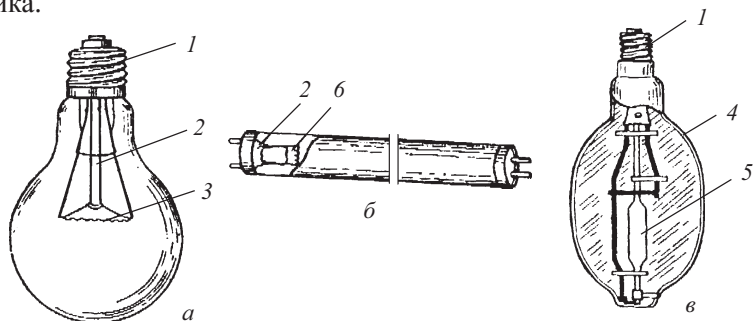
*Аварийным* называют освещение, которое при нарушении рабочего освещения временно обеспечивает возможность эвакуации работающих или продолжения работы. Эвакуационное аварийное

освещение устраивают в тех помещениях и на территориях, где без освещения может возникнуть опасность травматизма при выходе, а также в производственных и общественных помещениях с большим скоплением людей. Аварийное освещение для продолжения работ предусматривают в том случае, когда при нарушении рабочего освещения в темноте могут произойти пожары, взрывы, сбой технологического процесса, отравление людей, порча оборудования и т. д. Светильники аварийного освещения должны отличаться от светильников рабочего освещения четко различимыми признаками – размером, конструкцией, окраской корпусов.

Конструкция светильников, их размещение в помещениях должны обеспечивать наиболее рациональное распределение световых потоков ламп и соблюдение требуемых норм освещенности. В соответствии с требованиями охраны труда на производстве существуют обязательные нормы искусственного освещения. Основной количественной нормируемой характеристикой служит освещенность, устанавливаемая в пределах от 5 до 5000 лк в зависимости от назначения помещения, условий и вида выполняемой работы. В табл. 6 приведены нормы освещенности для некоторых помещений.

**Источники света.** Электрическим источником света называют устройство, преобразующее электрическую энергию в энергию видимых излучений. По принципу действия различают лампы накаливания и газоразрядные.

*Лампы накаливания* (рис. 10, *а*) – это источник света, в котором преобразование электрической энергии в световую происходит за счет накаливания тугоплавкого проводника электрическим током. Лампа накаливания представляет собой стеклянную колбу, внутри которой в вакууме или инертном газе находится нить из тугоплавкого проводника.



**Рис. 10.** Электрические источники света:

*а* – лампа накаливания; *б* – люминесцентная; *в* – дуговая ДРЛ;  
 1 – цоколь; 2 – стеклянная ножка; 3 – нить накаливания; 4 – люминофор; 5 – кварцевая трубка; 6 – электрод

Чаще всего нить накала выполнена в виде одинарной или двойной спирали. Лампы, из объема которых выкачан воздух, называются вакуумными в отличие от газонаполненных. Колбы газонаполненных ламп заполнены инертным газом (смесью азота, аргона, ксенона, криптона). Газонаполненные лампы по сравнению с вакуумными имеют лучшую светоотдачу, так как газ, находящийся в колбе под давлением, препятствует испарению вольфрама. Это позволяет повысить температуру накала, за счет чего увеличивается световой поток лампы и улучшается ее цветность.

Таблица 6

**Нормы освещенности для некоторых помещений**

Помещение или производственное оборудование	Наименьшая освещенность, лк		
	При люминесцентных лампах		Общее освещение при лампах накаливания
	Комбинированное освещение	Общее освещение	
Котельные: котельный зал котлы измерительные приборы	– 150 300	30 – –	– – –
Гаражи: ремонтный зал, профилакторий моечное отделение	– –	50 20	– –
Общежития и интернаты	–	100	50
Кабинеты, конторские помещения	–	200	75
Машинописные, машиносчетные бюро, чертежные	–	300	150
Аудитории, классы, лаборатории	–	300	150
Залы, столовые, буфеты	–	200	75
Лестницы и коридоры	–	75–50	20–10
Магазины	–	300	150
Зрительные залы кинотеатров	–	100	30

Электрические, светотехнические характеристики и продолжительность горения ламп накаливания зависят от изменения питающего напряжения. При пониженном напряжении уменьшается све-

товой поток, а при повышенном – резко снижается продолжительность горения лампы: при повышении напряжения на 15 % выше номинального лампы выходят из строя. Промышленность выпускает лампы накаливания общего назначения на следующие стандартные мощности (Вт): 15, 25, 40, 60, 75, 100, 150, 200, 300, 500, 750, 1 000, 1 500.

Газоразрядные источники света – лампы, в которых излучение видимого диапазона длин волн возникает в результате электрического разряда в среде инертных газов, паров металлов или их смесей. К газоразрядным источникам света относятся люминесцентные лампы, дуговые ртутные лампы с люминофором (ДРЛ), ксеноновые лампы (ДКсТ), дуговые ртутные лампы с иодидами (ДРИ), дуговые натриевые лампы высокого давления (ДНаТ).

*Люминесцентная лампа* – это газоразрядный источник света, световой поток которого определяется свечением люминофора под воздействием ультрафиолетового излучения. Конструкция люминесцентной лампы обеспечивает длительное устойчивое ее горение. Стеклообразная трубка лампы (прямая, U-образная, кольцевая или другой формы) изнутри покрыта тонким слоем люминофора и концы ее герметично запаяны. Из трубки удален воздух и внутрь нее введен при низком давлении инертный газ – аргон и капля ртути. В торцах трубки укреплены вольфрамовые электроды. При подключении лампы к источнику переменного тока происходит нагрев электродов, ртуть испаряется и между электродами возникает электрический разряд, который сопровождается интенсивным ультрафиолетовым излучением, под действием которого люминофор испускает свет.

Люминесцентные лампы широко применяют для общего освещения. При этом их световая отдача и срок службы в несколько раз больше, чем у ламп накаливания того же назначения. В обозначениях маркировки люминесцентных ламп применяют следующие буквы: Л – люминесцентная, Д – дневного, Б – белого, ХБ – холодно-белого, ТБ – тепло-белого света, Ц – улучшенной цветопередачи, А – амальгамные. Недостатком этих ламп являются периодические пульсации их светового потока с частотой, равной удвоенной частоте электрического тока. Человеческий глаз не в состоянии заметить эти мелькания света благодаря зрительной инерции, но если частота движения детали совпадает с частотой импульсов света, то деталь может показаться неподвижной или медленно вращающейся в противоположную сторону из-за стробоскопического эффекта. В этом случае лампы включают в разные фазы трехфазного тока (пульсация светового потока будет в разные полупериоды).

Люминесцентные лампы при включении в сеть снабжают пускорегулирующими аппаратами (ПРА), так как при непосредственном включении лампы в сеть любое кратковременное снижение напряжения приводит к резкому нарастанию тока и перегоранию электродов.

Лампы ДРЛ состоят из цоколя 1, баллона (колбы) и кварцевой трубки 5 (см. рис. 10, в). Кварцевая трубчатая горелка с двумя основными и двумя поджигающими электродами заполнена чистым аргонном под давлением 2,5–4,5 кПа и дозированным количеством ртути 40–60 мг. Цоколь обычного резьбового типа. Колба, внутренняя поверхность которой покрыта люминофором 4, служит для защиты деталей горелки от окисления и механических повреждений, предотвращает выход ультрафиолетового излучения наружу и обеспечивает необходимый температурный режим на горелке и слое люминофора.

Колбу после откачки воздуха заполняют аргонном до давления в несколько десятков килопаскалей.

При подаче напряжения на электроды лампы в парах ртути образуется электрический разряд, создающий интенсивное ультрафиолетовое излучение в сине-зеленой части спектра. Под воздействием ультрафиолетовых лучей люминофор излучает световой поток оранжево-красного цвета, создавая смешанный с основным световым потоком видимый человеческим глазом белый свет с зеленоватым оттенком. Промышленность выпускает лампы мощностью 80, 125, 250, 400, 700, 1 000 и 2 000 Вт со световым потоком от 3 200 до 50 000 лм.

Для зажигания лампы ДРЛ при нормальной температуре применяют дроссель, а для включения ламп при пониженной температуре (до  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) – трансформатор с большим магнитным рассеянием.

*Осветительная арматура.* Светильник – это устройство для искусственного освещения открытых пространств, помещений и отдельных предметов, состоящий из источника света (лампы) и осветительной арматуры. Осветительная арматура состоит из корпуса с отражателем, рассеивателя или защитного стекла, патрона и пускорегулирующего аппарата для газоразрядных ламп. Светильники имеют специальное устройство для ввода проводов и узел подвески, позволяющий устанавливать светильник на трубе, тросе, коробе и крюках.

По способу защиты от воздействия окружающей среды светильники делятся на открытые; перекрытые, имеющие экранирующую сетку или решетку; брызгозащищенные, в которые не попадают



падающие под углом  $45^\circ$  к вертикали капли и брызги; водозащищенные и уплотненные, в которые не проникает вода, пыль и влага; пылезащищенные и пыленепроницаемые, в которые не проникают мелкие частицы пыли; взрывозащищенные, исключающие возникновение искр; взрывонепроницаемые, конструкция которых способна выдерживать наибольшее давление внутреннего взрыва без повреждений светильника. В зависимости от того, какой процент всего светового потока направлен в нижнюю полусферу, светильники бывают пяти классов (табл. 7).

В зависимости от целевого назначения светильники подразделяют на промышленные, общественные, бытовые, уличные; от способа установки – на подвесные, потолочные, настенные и т. д. Промышленность выпускает светильники различных типов. Для люминесцентных ламп применяют светильники, внешне отличающиеся от светильников для ламп накаливания и ДРЛ.

Таблица 7

**Классификация светильников по распределению светового потока**

Класс светильника	Светораспределение светильника	Распределение светового потока, %	
		Полусфера	
		нижняя	верхняя
П	Прямое	80–100	20–0
Н	Преимущественно прямое	60–80	40–20
Р	Рассеянное	40–60	60–40
В	Преимущественно отраженное	20–40	80–60
О	Отраженное	0–20	100–80

Крепят светильники на подвесах, штангах и перфорированных полосах. Для освещения открытых территорий и улиц используют специальные светильники. Их устанавливают на опорах или тросах.

**Схемы управления источниками света.** Существует много схем включения электрических источников света. Для присоединения к сети одной или нескольких ламп накаливания используют один выключатель, для помещений с разной степенью освещенности применяют два однополюсных выключателя, для попеременного включения различного числа ламп используют специальные переключатели. Схемы включения ламп накаливания показаны в табл. 8.

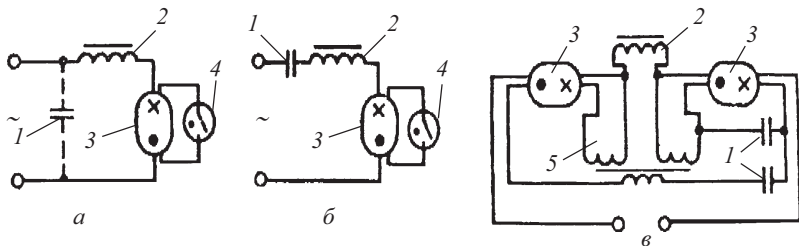
**Схемы включения светильников  
с лампами накаливания**

Схемы или способ включения	Графическое изображение
Двухпроводная однофазная	
Трехпроводная двухфазная	
Двухпроводная однофазная с проводом заземления	
Четырехпроводная трехфазная	
Включение ламп со стороны, противоположной расположению пункта питания	
Включение ламп, подключенных к проходящей группе	
Управление светильниками, подключенными к проходящей группе, в коридорах и галереях с двух мест	
Управление светильниками на лестничных площадках с двух мест	

Люминесцентные лампы включают в сеть по двум схемам: стартерной и бесстартерной. В качестве элементов, стабилизирующих параметры разряда, в ПРА применяют дроссели и последовательно соединенные дроссель и конденсатор. Люминесцентные лампы включают в электрическую сеть последовательно с балластным сопротивлением (рис. 11, а, б). Для уменьшения напряжения зажигания люминесцентной лампы ее электроды предварительно нагревают с помощью стартера до температуры 800–900 °С.

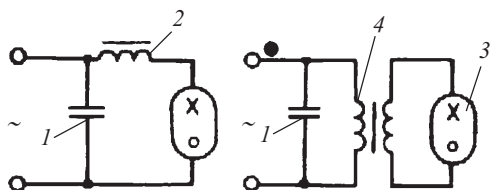
Стартер представляет собой миниатюрную газоразрядную неоновую лампу с двумя электродами, один из которых подвижный.

При включении лампы между электродами возникает разряд, теплота которого нагревает биметаллический (подвижный) электрод. Электрод, изгибаясь под действием нагрева, замыкается с другим электродом стартера и образует цепь электрического тока. В это время разряд в стартере отсутствует и подвижный электрод, остывая, разрывает цепь. В момент размыкания цепи возникает импульс повышенного напряжения в обмотке дросселя и лампа зажигается.



**Рис. 11.** Схемы включения люминесцентных ламп:

*а* – с индуктивным дросселем; *б* – с индуктивно-емкостным дросселем; *в* – бесстартерная с двумя лампами; 1 – конденсатор; 2 – дроссель; 3 – лампа; 4 – стартер; 5 – накальный трансформатор



**Рис. 12.** Схемы включения ламп ДРЛ:

*а* – с дросселем; *б* – с трансформатором с большим рассеиванием; 1 – конденсатор; 2 – дроссель; 3 – лампа; 4 – трансформатор

## 2. Монтаж осветительных и силовых электропроводок

В зависимости от назначения, конструктивных особенностей здания и технологии изготовления строительных элементов предусмотрены соответствующие виды прокладки электропроводов. Виды прокладки электропроводов в зависимости от конструктивных особенностей зданий приведены в табл. 9.

**Монтаж открытых электропроводок.** Открытой электропроводкой называют такую прокладку проводов, которая проложена по поверхности стен, потолков, по опорам, фермам и другим строительным конструкциям зданий и сооружений. Она более экономична по сравнению со скрытой и может быть стационарной, передвижной и переносной. Ее выполняют изолированными проводами различных марок и сечений, а также небронированными кабелями с резиновой и пластмассовой изоляцией и жилами сечением до 16 мм<sup>2</sup>. Основными достоинствами являются: доступность осмотров и возможность быстрого обнаружения и устранения неисправностей в период эксплуатации. Недостатками некоторых видов открытых электропроводок являются: ограниченность области их применения, опасность механических повреждений проводов и большая, чем у скрытых электропроводок, пожароопасность.

При открытой электропроводке применяют следующие способы прокладки проводов и кабелей: непосредственно по поверхности стен и потолков, на струнах, клицах и изоляторах, в трубах и коробах, в гибких металлических рукавах, в электротехнических плинтусах. Для открытых электропроводок применяют установочные провода марок АПР, АПРВ, АППР, АППП, АППВ, а также кабели небронированные с резиновой изоляцией марок АВРГ, АНРГ, АСРГ и кабели с пластмассовой изоляцией марок АВВГ и АПВГ. Плоские провода марок АППВ, АППП, АППР, АПН прокладывают вдоль линии карнизов и потолка в 100–150 мм от них, а в помещениях, оклеенных обоями, верхнюю горизонтальную прокладку выполняют выше обоев.

Крепление проводов производят через равные промежутки на расстоянии до 400 мм друг от друга. Провода крепят металлическими полосками или непосредственно гвоздями по пленке. Под металлические полоски для защиты изоляции проводов подкладывают прокладки из электрокартона, выступающие на 2 мм с обеих сторон полосы.

Таблица 9

**Виды прокладки электропроводов в зависимости от конструктивных особенностей зданий**

Прокладка	Места прокладки	Рекомендуемая марка провода
<b>Открытые сменяемые проводки</b>		
В специальных электротехнических плинтусах	Кирпичные и монолитные здания общественного назначения (гостиницы, общежития и т. д.), в номерах и отдельных комнатах которых не предусматривается верхнее потолочное освещение	АПВ, АПРВ, АПРН, АППР, АППВС, ППВС
В металлических или пластмассовых трубах	В технических подпольях, подвалах кирпичных и крупнопанельных жилых зданий для прокладки питающих магистралей от вводно-распределительных устройств до питающих стоек	АПВ, АПРВ, АПРН, АПР
На роликах, изоляторах и открыто-плоскими проводами, закрепляемыми гвоздями или с помощью клея БМК-5К	В крупнопанельных и кирпичных зданиях на отдельных участках, где провода не могут быть проложены скрыто (в особо сырых помещениях, на чердаках и в подвалах, для подводки к номерным знакам на домах и т. д.)	АПВ, АПРВ, АППР, АППВ, ППВ

Прокладка	Места прокладки	Рекомендуемая марка провода
Скрытые сменяемые проводки		
В замкнутых каналах строительных конструкций	Крупнопанельные здания, сборные из объемных строительных элементов (сантехкабина, кухня, жилая комната и т. д.). Каналы и ниши для прокладки проводов, гнезда и отверстия для установки выключателей, розеток и осветительной арматуры образуют в строительных конструкциях при их изготовлении на заводах	АППВС, АПВ, АПРВ, ППВС
В пластмассовых трубах	Кирпичные здания повышенной этажности, монолитные, возводимые методом подвижной опалубки, сборные из объемных строительных элементов. В объемные элементы закладку труб производят при их изготовлении на заводе. В кирпичных и монолитных зданиях трубы прокладывают по полу или укладывают в каналы и борозды, оставляемые при кирпичной кладке или бетонировании монолитных стен с последующей заделкой раствором	АПВ, АПРВ, АПРН
В металлических или пластмассовых трубах за подвесными потолками	Кирпичные и крупнопанельные здания общественного назначения с подвесными потолками. При подвесных потолках: из стораемых материалов – в металлических трубах; из несгораемых материалов – в пластмассовых трубах	АПВ, АПРВ, АПРН, АПР, АПРТО
Скрытые несменяемые проводки		
Под слоем мокрой штукатурки	Кирпичные, шлакоблочные и другие здания с деревянными, керамзитобетонными и гипсобетонными перегородками, пустотными и сплошными плитами перекрытий	АППВС, ППВС, АПВ, АПРВ

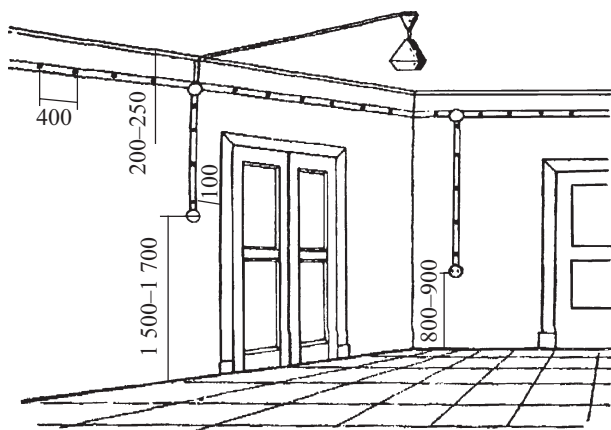
Прокладка	Места прокладки	Рекомендуемая марка провода
Замоноличиваемые в строительные конструкции зданий при их изготовлении на домостроительных комбинатах	Крупнопанельные жилые здания, в которых по конструктивным особенностям строительных элементов не может быть выполнена канальная система электропроводки	АППВС, АППВ, ППВС, ППВ

Металлические полоски изгибают в виде скобок и прибивают гвоздями либо закрепляют в замок. Во влажных и сырых помещениях под шляпки гвоздей подкладывают шайбы из фибры, полиэтилена или поливинилхлорида. Для непосредственного закрепления проводов используют разнообразные дюбели диаметром стержня 3,5 мм, длиной 25–30 мм или гвозди диаметром 1,4–1,6 мм и длиной 20–25 мм со шляпкой диаметром 3 мм и забивают их по средней линии разделительной пленки между жилами. На рис. 13 показан общий вид электропроводки, выполненной проводом АППВ.

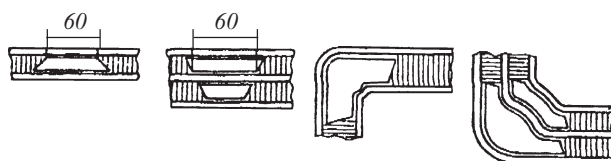
Уложенные провода выравнивают с помощью деревянного бруса и молотка и окончательно закрепляют. На поворотах трассы провода изгибают под необходимым углом, а радиус изгиба должен быть в 6–10 раз больше ширины провода. Одновременно с прокладкой проводов устанавливают и закрепляют протяжные и ответвительные коробки. Проходы через стены и перекрытия выполняют в резиновых полутвердых трубках с оконцеванием их на выходе фарфоровыми или пластмассовыми втулками. Соединения и ответвления плоских проводов выполняют в малогабаритных пластмассовых коробках без деревянных розеток.

Провода прокладывают параллельно на расстоянии 3–5 мм. В местах пересечения проводов на нижний провод накладывают 2–3 слоя изоляции. При повороте трассы провода в одной плоскости по одной стене соединительную пленку в месте изгиба вырезают на длину 60 мм, а внутреннюю жилу отгибают к центру угла (рис. 14).

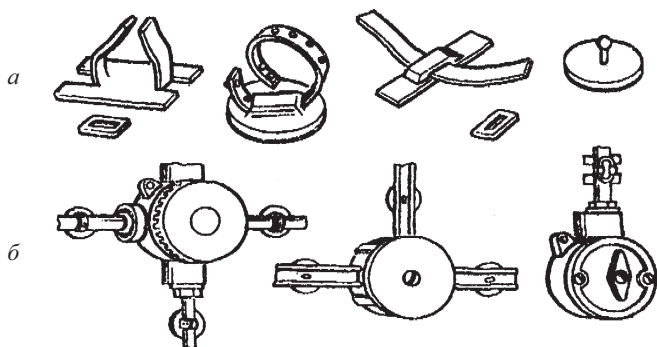
По неоштукатуренным кирпичным, шлакобетонным или бетонным основаниям провода марки АППВ прокладывают приклеиванием крепежных изделий клеем БМК-5 (рис. 15). Поверхности стен очищают от пыли, побелки и краски, просушивают и обезжиривают ацетоном. Клей наносят шпателем на склеиваемые поверхности слоем до 1 мм и после некоторой выдержки деталь прижимают и притирают к основанию. Время схватывания клея БМК-5 составляет 20–25 с, прочность наступает через 2 ч.



**Рис. 13.** Общий вид электропроводки, выполненной проводом АППВ



**Рис. 14.** Способы изгиба плоских проводов



**Рис. 15.** Крепежные изделия и детали, приклеиваемые к строительным поверхностям:  
*а* – детали из пластмассы и металла; *б* – электромонтажные изделия

**Стальные тонкостенные электросварные трубы  
(ГОСТ 10704–76\*)**

Условный проход, мм	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Условный проход, мм	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм
<i>Для соединения на резьбе или манжетами</i>			<i>Для соединения манжетами</i>		
15	20	1,6; 2,2	15	18	1,6
20	26	1,8; 2,3	20	25	1,6; 1,8
25	32	2,0; 2,5	25	30; 33	1,8; 2,0
32	41	2,5	32		
40	47	2,0; 2,8; 2,0	40	45	2,0
50	59	2,8	50	57	2,0

При прокладке кабелей марок АСРГ, АВРГ и АНРГ трассу размещают так, чтобы радиус изгиба был не менее десяти наружных их диаметров, а расстояние между точками крепления должно быть не более 500 мм и от ответвительных коробок, проходов и аппаратов – 60–100 мм. Кабели крепят к стенам и опорным поверхностям (рис. 16) с помощью скобок или металлических полосок с прокладками из электрокартона, укрепленных посредством дюбелей или вмазкой их в основания. Металлические оболочки кабелей присоединяют к заземляющей сети групповых, питательных или распределительных щитков и пунктов с помощью многопроволочного медного луженого провода сечением не менее 2,5 мм<sup>2</sup>, припаявая его к оболочке. Этот проводник присоединяют к корпусу под винтовой зажим. Заземление оболочек нескольких кабелей выполняют одним гибким луженым проводом, накладываемым на пучок кабелей под прямым углом и припаяваемым к оболочке каждого кабеля.

Разделку концов кабеля АСРГ начинают с кольцевого надреза на свинцовой оболочке на половину ее толщины. Затем от надреза к концу кабеля делают продольный надрез. Разгибая оболочку, надламывают ее в месте надреза и снимают. При разделке кабеля АВРГ надрез можно делать нагретым паяльником с заостренным стержнем, перемещая его по линии надреза как можно быстрее во избежание повреждения изоляции. Жилы разделан-



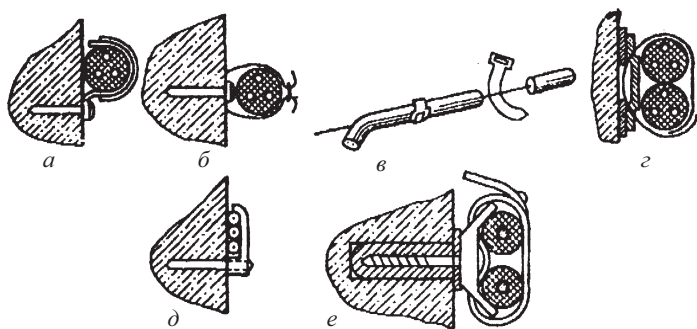
ных концов кабеля в корешке заделывают поливинилхлоридной пленкой.

Прокладку электропроводов в стальных трубах применяют в местах, где есть опасность механического повреждения проводов, а также в пожароопасных и взрывоопасных помещениях, на чердаках и на вводах. Для этого используют стальные тонкостенные трубы (табл. 10) с накатанной резьбой на их концах (во взрывоопасных помещениях применяют водогазопроводные трубы). Нулевой провод прокладывают в трубе совместно с фазными. Примеры соединения стальных тонкостенных труб между собой показаны на рис. 17.

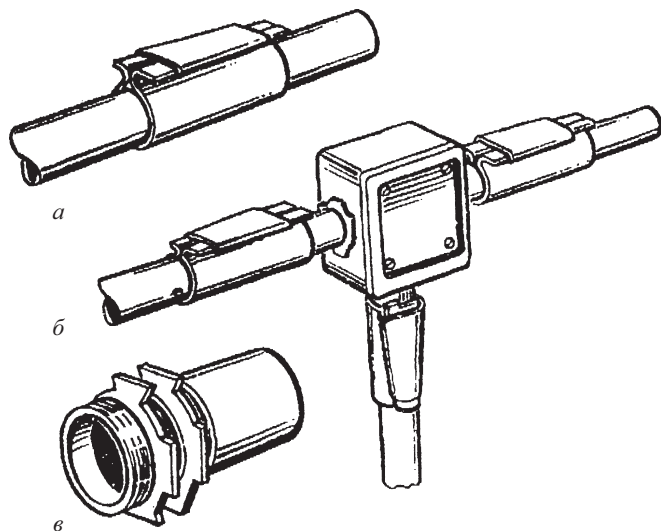
Электропроводки, проложенные в трубах на любой высоте, занимают относительно мало места. Прокладка их целесообразна при устройстве открытых и скрытых многопроводных электролиний, прокладываемых по стенам и потолкам.

В одном трубопроводе допускается совместная прокладка всех цепей одного агрегата; силовых и контрольных цепей нескольких электрических машин, связанных общим технологическим процессом, цепей нескольких групп одного вида освещения с общим числом проводов не более восьми; цепей, питающих сложный (многоламповый) светильник. Совместная прокладка в одном трубопроводе взаиморезервируемых цепей, а также цепей рабочего и аварийного освещения запрещается. Трубопроводы собирают из отдельных элементов трубных заготовок, соединяемых в одну или несколько трубных плетей, которые, в свою очередь, соединяют в потоки в виде однорядных и многорядных пакетов, блоков и монтажных узлов. В сложных трубных потоках в местах поворотов применяют угловые, поворотные и переходные коробки и кожухи (рис. 18) вместо изгибания труб.

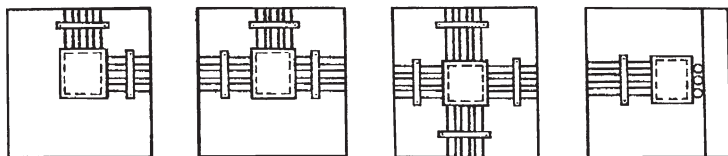
Трубные трассы прокладывают с уклоном в сторону протяжных коробок так, чтобы внутри труб не накапливалась влага от конденсации паров. Длина трассы между протяжными коробками должна быть при одном изгибе до 50 м, при двух – до 40 м, при трех и более – до 20 м. Радиусы изгиба для открытой электропроводки должны быть не менее 6 диаметров, при скрытой – не более 10. Рекомендуемые стандартные размеры радиусов изгиба: 160, 200, 150, 400, 800 мм; углы поворота трассы: 90°, 105°, 120°, 135° и 150°. Если применяется уплотненный трубопровод, то он должен иметь герметичное соединение звеньев для защиты электропроводки от воздействия агрессивной среды и нераспространения огня или взрыва.



**Рис. 16.** Способы крепления кабелей и проводов:  
*a* – металлической скобкой; *б* – металлической полоской с пряжкой; *в* – на струне  
 полоской; *г* – перфорированной лентой к приклеенному держателю; *д* – пластмас-  
 совой скобкой; *е* – зубчатой полоской

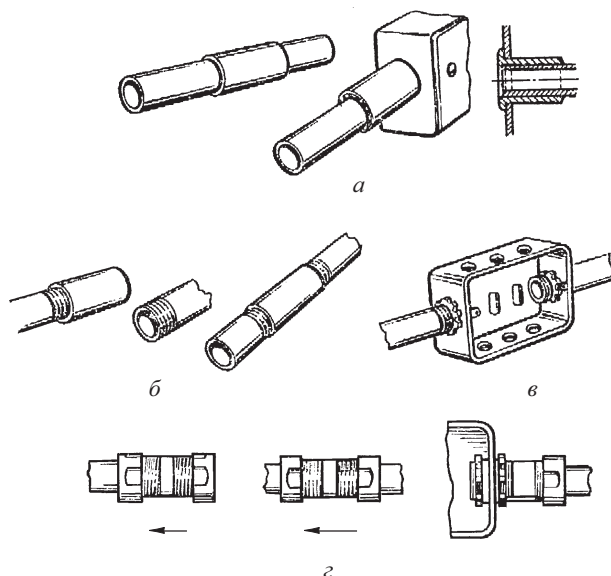


**Рис. 17.** Соединение тонкостенных стальных труб:  
*a* – муфтой с клиновым зажимом; *б* – коробкой с патрубками;  
*в* – патрубком



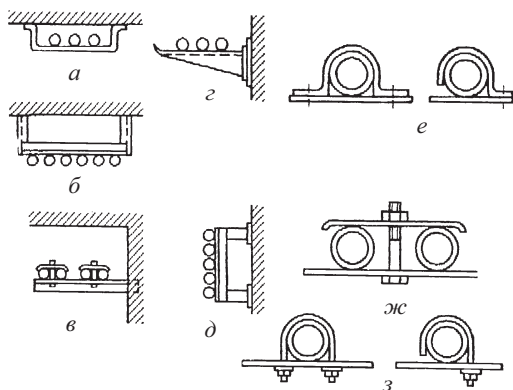
**Рис. 18.** Ящики и кожухи для изменения направления трубных  
 проводок

Соединения электропроводок и ответвления от них осуществляются в соединительных и протяжных коробках (ящиках), количество которых определяется общей длиной и сложностью трассы. Вводы стальных труб в коробки и корпуса электрооборудования выполняют на резьбе, с помощью муфт или сваркой (рис. 19). Трубные пакеты, блоки и отдельные трубы крепят к строительным конструкциям с помощью различных опорных конструкций (рис. 20). Общий вид электропроводки в стальных трубах показан на рис. 21. В последние годы все более широкое применение находят полиэтиленовые, винилпластовые трубы, обладающие коррозионной и химической устойчивостью, влагостойкостью, электроизолирующими свойствами и механической прочностью. В помещениях с нормальной средой пластмассовые трубы соединяют муфтами или раструбами. Все сварочные работы на металлической трубной прокладке выполняют до затягивания проводов в трубы. При монтаже электропроводок (табл. 11) сечением до  $10 \text{ мм}^2$  усилие протягивания их в трубы не должно быть более  $1 \text{ кН}$ , а сечением  $35 \text{ мм}^2$  – не более  $5 \text{ кН}$ .

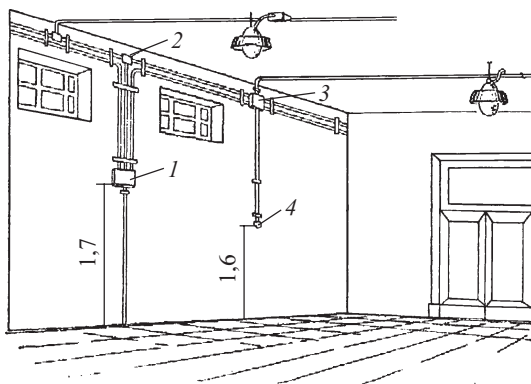


**Рис. 19.** Соединения стальных труб с коробками и между собой:

*a* – на сварке; *б* – на резьбе; *в* – сарапающими гайками; *г* – муфтами с контргайками

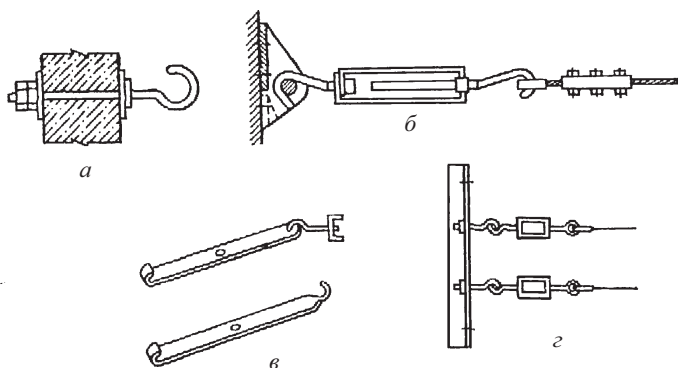


**Рис. 20.** Опорные и крепежные конструкции для трубных проводов:  
*a–д* – потолочные и настенные; *e* – скобы с одной и двумя лапками; *ж* – накладка; *з* – хомут и полухомут



**Рис. 21.** Общий вид электропроводки в стальных трубах

Тросовые прокладки электропроводов являются разновидностью открытых прокладок проводов и применяются для питания силовых и осветительных электроприемников спортивных площадок, на стоянках автомобилей, при освещении территорий, проездов, складов. Несущим является стальной трос диаметром 3–6,5 мм или оцинкованная проволока 5–8 мм. Трос или проволоку натягивают вдоль помещения при помощи анкерных и натяжных приспособлений (рис. 22). Если длина электропроводки более 6 м, то устанавливают поддерживающие струны из оцинкованной проволоки диаметром 1,5–2 мм. Стрела провеса должна быть 100–150 мм. Провода соединяют в специальных коробах, а ответвления к электропроводкам или электроприемникам – в ответвительных коробках, подвешенных на несущем тросе. Жилы проводов соединяют сваркой, прессовкой или с помощью сжимов.



**Рис. 22.** Некоторые натяжные и концевые конструкции для тросовых электропроводок:  
*а* – натяжной болт с крюком; *б* – тросовый натяжной анкер;  
*в* – конструкция для крепления стальных тросов; *г* – конструкция для крепления параллельно несущих тросов

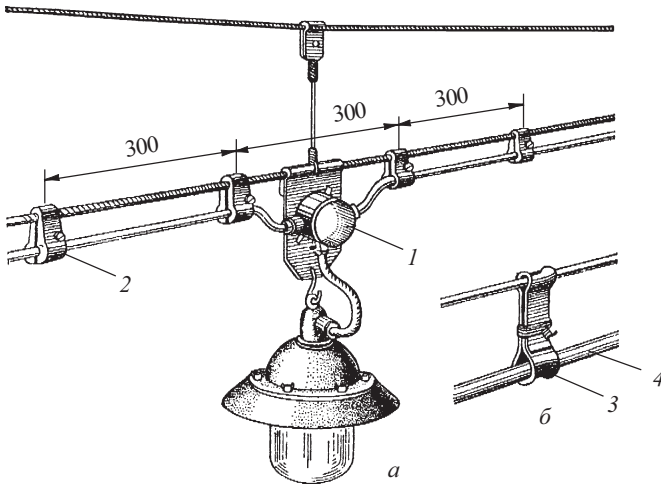
Таблица 11

### Монтаж электропроводок в трубах

Монтажные операции	Параметр	Нормированные размеры
Разметка трубных трасс при открытой прокладке	1. Расстояние между точками крепления	При $\varnothing$ 15–20 мм – 2,5 м, при $\varnothing$ 25–32 мм – 3 м, при $\varnothing$ 40–80 мм – 3,5–4 м, при $\varnothing$ 100 мм – 6 м
	2. Расстояние от точки крепления до угла поворота	150–200 мм
	3. Расстояние до труб отопления, горячего водоснабжения	При параллельной прокладке – не менее 100 мм; при пересечении – 50 мм
Заготовка и обработка	1. Наименьшие радиусы изгиба	При диаметрах до 2,5 мм – четырехкратный наружный диаметр, при диаметре 3 мм – шестикратный
	2. Расстояние между ответвительными и протяжными коробками (ящиками)	На прямых участках – 75 м, при одном изгибе – 50 м, при двух изгибах – 40 м, при трех изгибах – 20 м

Монтажные операции	Параметр	Нормированные размеры
Установка опорных и крепежных конструкций	Расстояние от основания	50–100 мм
Прокладка стальных труб	То же	50–100 мм
Крепление стальных труб	Расстояние между точками крепления	По разметке
Заготовка проводов и кабелей	Размеры заготовок	По размерам и рабочим чертежам
Затягивание проводов	Расстояние между точками крепления проводов в вертикально проложенных трубах	При сечении до $50 \text{ мм}^2$ – 30 м, при сечении $70\text{--}150 \text{ мм}^2$ – 20 м

Провода и кабели подвешивают к тросу с помощью изоляционных клиц, расстояние между которыми должно быть не более 1,5 м (рис. 23).



**Рис. 23.** Подвеска кабеля на пластмассовых клицах и скобах на тросе:

*a* – на клицах; *б* – на скобе; *1* – ответвительная коробка;  
*2* – клица; *3* – скобка; *4* – кабель

В помещениях с несгораемыми перекрытиями допускается крепить провода и кабели с пластмассовой изоляцией непосредственно к тросу перфорированной лентой с кнопками, полоской «в замок» или с помощью пряжки с изолированными прокладками толщиной 0,5–1 мм. Расстояния между креплениями 0,5–0,6 м. Для тросовых проводок применяют изолированные провода марок АПР, АПРВ и АПВ любых сечений и небронированные кабели марок АВРГ, АНРГ, АСРГ и АПВТ. Трос может служить рабочим заземлением для светильников. При длине троса более 30 м его заземляют с двух сторон. Светильники крепят за анкерные устройства клиц, провода от светильников к магистрали присоединяют при помощи плашечных зажимов в пластмассовом корпусе.

Тросовые электропроводки выполняют также из специальных проводов с резиновой изоляцией марки АРТ или марок АВТ и АВТС с пластмассовой изоляцией со встроенным в провод стальным несущим тросом.

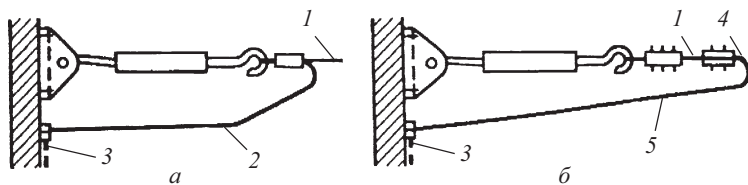
Тросовые электропроводки, выполненные специальными проводами с встроенным тросом, заземляют с помощью соединения, освобожденного от изоляции участка несущего троса с корпусом ответвительной коробки, внутри которой имеется специальное устройство. Пример заземления троса показан на рис. 24.

Тросовые электропроводки выполняют следующими способами: с подвеской проводов и кабелей на поперечных несущих тросах (рис. 25, *а*);

с продольной подвеской проводов и кабелей на одном несущем тросе, расположенном вдоль оси проводки (рис. 25, *б*). Трос в этом случае крепят через определенные промежутки с помощью струнных подвесок к перекрытиям зданий;

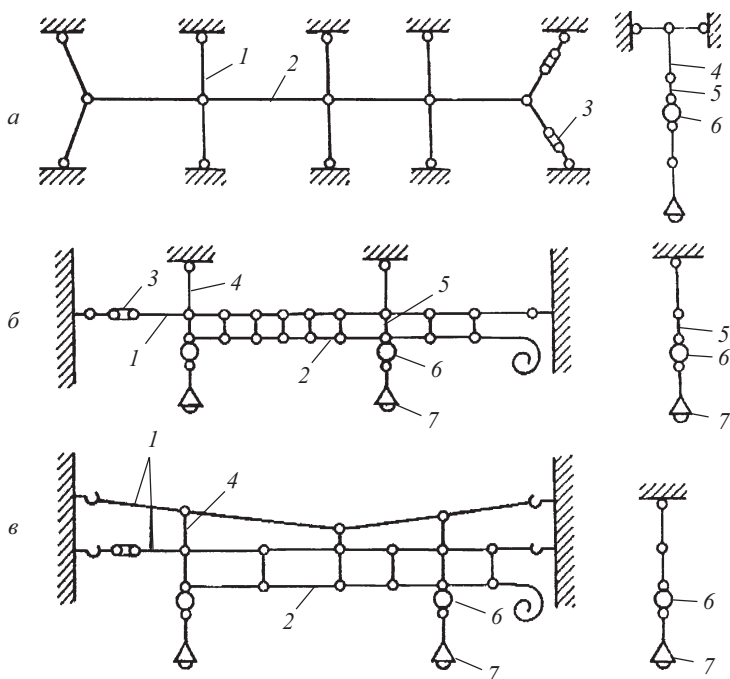
с продольной подвеской проводов и кабелей на двух несущих тросах (рис. 25, *в*). Основной трос крепят через определенные промежутки к верхнему разгрузочному тросу, имеющему стрелу провеса большую, чем основной трос, и воспринимающему на себя полную нагрузку линии.

В зависимости от местных условий тросовые электропровода прокладывают смешанного типа с помощью продольных и поперечных несущих тросов. Примеры прокладки тросовых электропроводов приведены на рис. 26. При использовании несущего троса в качестве нулевого провода вместо троса целесообразно применять стальные провода марок ПСО, ПС или ПМС, не требующие антикоррозийной обработки.



**Рис. 24.** Заземление тросовой электропроводки:

*a* – присоединение свободным концом петли; *б* – стальной перемычкой;  
*1* – трос; *2* – конец петли троса; *3* – шина заземления; *4* – сжим; *5* – гибкая  
 стальная перемычка

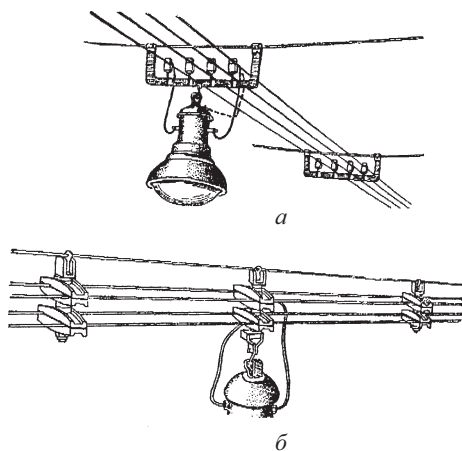


**Рис. 25.** Схемы устройства тросовых прокладок электропроводов:

*a* – на поперечных тросах; *б* – на продольных тросах; *в* – на двух продольных тросах; *1* – несущие тросы; *2* – провода (кабели);  
*3* – натяжные устройства; *4* – вертикальные подвески; *5* – опорные конструкции для электропроводок; *6* – ответвительные коробки;  
*7* – светильник



Вертикальные подвески из стальной проволоки диаметром 2–4 мм устанавливают через каждые 6–12 м в местах расположения ответвительных коробок и светильников. Продольные, боковые и поперечные оттяжки выполняют из стальной проволоки диаметром 2–6 мм, прикрепляя их верхние концы к конструкциям с помощью серег, крючков и хомутов (см. рис. 22), а нижние концы – к несущему тросу с помощью зажимов. Тросовые электропроводки внутри помещений без повышенной опасности располагают от пола на высоте не менее 2 м и не менее 2,5 м во всех других случаях. В наружных установках проводки размещают от поверхности земли на высоте не менее 6 м.



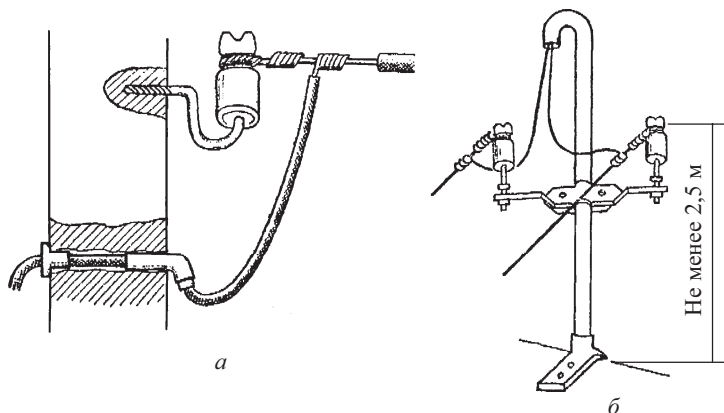
**Рис. 26.** Тросовые прокладки электропроводов:

*a* – на изоляторах на поперечных тросах;  
*б* – на подвесах на продольном тросе

**Наружная прокладка электропроводов.** Воздушные линии и наружные электропроводки служат для устройства открытых наружных осветительных и силовых сетей и в основном для электрического освещения дворовых территорий, открытых площадок, улиц, проездов и пешеходных дорожек. Наружные электропровода прокладывают изолированными по наружным стенам зданий и сооружений, между зданиями, под навесами, а также на отдельных опорах с тремя-четырьмя пролетами до 25 м каждый вне улиц и дорог. Провода прокладывают на высоте не менее 2,75 м от земли. При пересечении пешеходных дорожек высота подвески проводов должна быть не менее 3,5 м и при пересечении пожарных путей и проездов – не менее 6 м.

Провода наружной проводки прокладывают на изоляторах, укрепленных на крюках, скобах или штырях. Расстояния между проводами при пролете до 6 м принимают не менее 100 мм, а при больших пролетах – не менее 150 мм, при пересечении с водосточными трубами – на расстоянии 300–400 мм от них, провода заключают в трубу или прокладывают скрыто в борозде с заделкой каждого провода в отдельную изоляционную трубку, оконцованную фарфоровой воронкой, выходные отверстия которых должны выступать из стен и направлены вниз. Нормированные расстояния для разметки трасс открытой прокладки электропроводов на изоляторах приведены в табл. 12.

Для ввода в здания проводов пробивают общее отверстие в каменных стенах, а в деревянных сверлят отверстия для каждого провода. Провода в обоих случаях заключают в отдельную изоляционную трубку, оконцованную вне здания воронкой, отверстием вниз, а внутри здания – втулкой (рис. 27). Выходные отверстия воронок и втулок заливают изоляционной массой. Провода соединяют скруткой с проводами, закрепленными на изоляторах заглушками (см. рис. 27, а).



**Рис. 27.** Ввод проводов в здание:  
а – через стенку; б – через крышу

Таблица 12

**Нормированные расстояния для разметки трасс  
открытых прокладок электропроводов  
на изолирующих опорах**

Параметр	Сечение жил проводов, мм <sup>2</sup>	Нормированное расстояние, м
Наибольшие расстояния между точками крепления проводов: на роликах	До 10	0,8
	16–25	1,0
	35 и более	1,2
на изоляторах внутри помещений	До 10	2,0
	16–25	2,5
	35–70	3,0
на изоляторах вне помещений	95 и более	6,0
	Для всех сечений	2,0

Параметр	Сечение жил проводов, мм <sup>2</sup>	Нормированное расстояние, м
на изоляторах между фермами и колоннами с проводами из медных жил	До 2,5 4 6 и более	6 12 От 12 до 25
на изоляторах между фермами и колоннами с проводами из алюминиевых жил	4–6 10 16 и более	6 12 От 12 до 25
Наименьшее расстояние: между осями изоляторов	До 25 До 50 70–120	0,07 0,1 0,15
от проводов до поверхности стен и перекрытий	Все сечения	Не менее 0,01
Высота прокладки проводов от уровня пола по стенам: в помещениях без повышенной опасности	Все сечения	Не менее 2,0
в помещениях с повышенной опасностью	То же	Не менее 2,5
Защита спусков проводов от механических повреждений (от уровня пола или площадки обслуживания)		Не менее 1,5
При пересечении незащищенных проводов с защищенными		Не менее 0,01
От смежных стен до изоляторов при переходе проводов с одной поверхности на другую (на углах)		1,5–2-кратная высота изолятора (мм)
Расстояние концевых изоляторов от проходов через стены		1,5–2-кратная высота изолятора (мм)

Вводы в здания через крышу выполняют в стальной трубе в виде стойки, на которой закрепляют изоляторы (см. рис. 27, б). Трубу изгибают на 180° отверстием вниз во избежание попадания в нее влаги. Расстояние от изоляторов на стойке до крыши должно быть не менее 2,5 м. На коротких участках (например, к номерным фонарям у домов, к светильникам освещения подъездов и т. д.) по наружным стенам зданий выполняют скрытую прокладку плоскими проводами. Провода по крышам жилых зданий открыто не прокладывают.

**Проводки на чердаках.** Учитывая сложную эксплуатацию электропроводок на чердаках (повышенная пожароопасность, пыльная среда, сложность и недостаточность надзора и др.), к ним предъявляют повышенные требования.

Таблица 13

**Виды и способы прокладок электропроводов  
в чердачных помещениях**

Вид	Способ	Высота прокладки электропроводов от пола (настила), м
Открытая	Провода и кабели в трубах	На любой высоте
	Защищенные провода и кабели в оболочках несгораемых или трудносгораемых	То же
Скрытая	Незащищенные изолированные одножильные провода на роликах и изоляторах	Не менее 2,5
	То же, но защищенные от прикосновения и механических повреждений	Менее 2,5
	В стенах и перекрытиях из несгораемых материалов	На любой высоте

**Примечания:** 1. Расстояния между точками крепления для проводов на роликах принимают не более 600 мм, для изоляторов – не более 1 000 мм.

2. Отключающие аппараты для светильников и других электроприемников, установленных на чердаках, размещают вне чердачных помещений.

Виды прокладок электропроводов, применяемые в чердачных помещениях, приведены в табл. 13. Открытые прокладки проводов в чердачных помещениях выполняют проводами и кабелями с медными жилами. Прокладка проводов и кабелей с алюминиевыми жилами допускается в зданиях с несгораемыми перекрытиями при открытой прокладке их в стальных трубах или скрытой прокладке их в несгораемых стенах и перекрытиях.

Как правило, на чердаках прокладывают электропровода, относящиеся к вводам в здания, провода магистралей и ответвления к

электроприемникам, установленным непосредственно на чердаке (вентиляторам, заградительным огням, лифтам и т. д.). Соединения и ответвления медных и алюминиевых жил проводов и кабелей в чердачных помещениях осуществляют в металлических соединительных или ответвительных коробках посредством сварки, опрессовки и сжимами.

**Монтаж скрытых электропроводок.** Скрытые проводки электропроводов применяют для устройства электрических осветительных сетей внутри отапливаемых и неотапливаемых помещений, в сухих с нормальной окружающей средой помещениях, в жилых, культурно-бытовых и других гражданских зданиях и сооружениях. При скрытой электропроводке применяют следующие способы прокладки проводов и кабелей: в трубах, гибких металлических рукавах, коробах, каналах несгораемых строительных конструкций, в заштукатуриваемых бороздах, под штукатуркой, а также замоноличиванием в строительных конструкциях при их изготовлении.

Таблица 14

**Суммарное число жил проводов, прокладываемых в одном канале**

Сечение жил, мм <sup>2</sup>	Суммарное число жил проводов при диаметре каналов, мм		
	15	20	23
1,5–2,5	3	5	8
4		4	6

Скрытая проводка имеет ряд преимуществ перед открытой: она более безопасна и долговечна, защищена от механических повреждений, гигиенична, эстетична. Но эта проводка дороже и менее удобна для ремонта. Электропроводку в квартирах современных жилых домов, как правило, прокладывают скрыто. Скрытые электропроводки могут быть сменяемыми и несменяемыми.

Сменяемая скрытая проводка предусматривает замену поврежденных проводов участка электросети между протяжными коробками. Характерной особенностью этих электропроводок является то, что в готовые борозды до штукатурки прокладывают пластмассовые, резиновые полутвердые и резинобитумные трубы с протяжными коробками и после их монтажа с помощью проволоки протягивают провода. Для скрытых электропроводок применяют чаще всего провода марок АПР, ПВ, ПРВ, АПВ, АПРВ, АПП и АПН.

Скрытую сменяемую электропроводку прокладывают также в каналах и пустотах крупнопанельных перекрытий, стен и перегородок.

док. Прокладка проводов в этих каналах более индустриальна, полностью исключает долбежные, дыропробивные, штукатурные и отделочные работы. Провода прокладывают с помощью предварительно протянутой проволоки диаметром 1–1,5 мм. Для каналов используют провода марок АПР, АПРВ, ПРВ, ПВ, АППВ, ППВ, АППВС, ППВС. Длина каналов между протяжными нишами или коробками не должна превышать 8 м. Толщина защитного слоя над каналом должна быть не менее 10 мм. Число жил проводов, прокладываемых в одном канале, приведено в табл. 14.

В общем канале допускается совместная прокладка нескольких цепей проводов: цепей, состоящих из нескольких групп одного вида освещения, с общим числом проводов в канале не более 8; питающих магистралей (стояков) и проводов рабочего освещения лестничных клеток; осветительных цепей напряжением 42 В с цепями напряжением 380 В при условии заключения проводов цепей напряжением 42 В в отдельную изоляционную трубку.

При узловом методе монтажа затяжку в каналы проводов, изготовленных в виде узлов, производят от соединительных ниш, в местах сопряжения строительных элементов, к гнездам или замоноличенным коробкам для установки выключателей, розеток и осветительной арматуры. Отдельные узлы между собой соединяют сваркой или опрессовкой гильзами ГАО в соединительных нишах. Светильники к сети присоединяют в гнездах панелей перекрытия с помощью люстровых зажимов типа КЛ-2,5. Для изоляции мест соединений используют изолирующие колпачки типов К-1, К-2, К-3. Соединительные ниши закрывают декоративными крышками КОИ-1.

При лучевом методе монтажа затяжку проводов, изготовленных в виде отдельных элементов с подключенными выключателями, штепсельными розетками и осветительной арматурой, производят от гнезд или замоноличенных коробок для установки приборов и осветительной арматуры к соединительным нишам. Все групповые сети соединяют сваркой или гильзами ГАО на месте монтажа в соединительных нишах. При лучевом методе возможен полный монтаж электропроводок в одну стадию после отделочных работ.

Скрытую сменяемую проводку выполняют также в стальных трубах, которые укладывают в каналах и бороздах стен и потолков с последующей заделкой их штукатурным или цементным раствором. Для этого вида электропроводки применяют провода марок АПРТО, АПРВ, ПРВ, АПВ, ПВ. Провода протягивают в трубах после окончания всех сварочных работ трассы. Для устройства силовых электрических сетей скрытые сменяемые проводки применяют лишь при прокладке электропроводок в полах и фундаментах электродвигателей.

Несменяемая электропроводка не предусматривает замену части вышедших из строя проводов. По бороздам или по стене до оштукатуривания прокладывают трубы с проложенными в них проводами по кратчайшим расстояниям. После прокладки заделывают борозды или оштукатуривают поверхности. Несменяемые скрытые электропроводки прокладывают и без труб непосредственно под слоем штукатурки или в слое мокрой штукатурки. Для этого применяют провода марок АППВ, ППВ, АППВС, ППВС, АПН, АПВ. В отличие от канальных электропроводок узлы групповой сети квартир при скрытых проводах заготавливают с ответвительными коробками, в которых производят все соединения.

Выбор трассы при скрытой прокладке проводов производят исходя из следующего:

- а) горизонтальную прокладку по стенам осуществляют параллельными линиями пересечения стен с потолком;
- б) спуски и подъемы к светильникам, выключателям и штепсельным розеткам выполняют по вертикальным линиям;
- в) прокладку проводов по перекрытиям выполняют по кратчайшему расстоянию от соединительной коробки до светильника.

Монтаж узлов начинают с установки ответвительных коробок с последующей прокладкой отрезков проводов к месту установки выключателей, розеток и осветительной арматуры.

Скрытую прокладку плоских проводов по деревянным основаниям производят с подкладкой под провода слоя листового асбеста толщиной не менее 3 мм или по намету штукатурки толщиной не менее 5 мм; при этом асбест или намет штукатурки должен выступать не менее чем на 5 мм с каждой стороны провода. Прокладка скрытых проводов под слоем мокрой штукатурки плоскими проводами не разрешается в особо сырых помещениях и по деревянным основаниям – в детских и лечебных учреждениях, зрелищных заведениях.

**Соединения, ответвления и оконцевания жил проводов и кабелей.** Основными способами соединения и оконцевания токопроводящих жил проводов и кабелей являются опрессование, пайка и сварка (электрическая, газовая или термитная).

Соединение и ответвление однопроволочных проводов и жил кабелей сечением до 10 мм<sup>2</sup> методом опрессовки выполняют в алюминиевых гильзах местным вдавливанием гильзы в одном или двух местах при помощи клещей ПК-3М или гидравлических клещей ГКМ. Провода предварительно зачищают и смазывают цинковазелиновой пастой во избежание окисления. После опрессования соединения покрывают слоем изоляционного лака и изолируют липкой лентой.

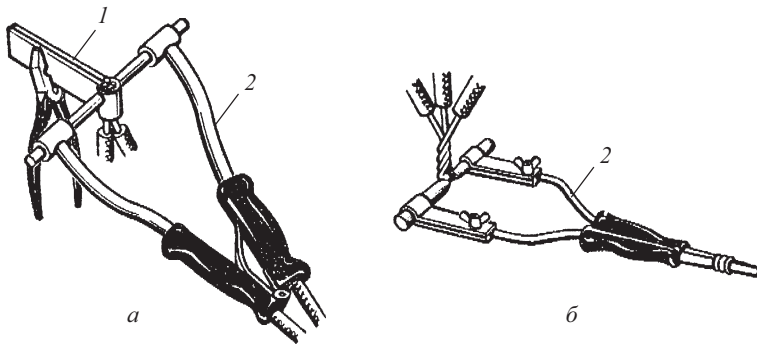
Соединение и ответвление однопроволочных алюминиевых проводов и жил кабелей сечением до 10 мм<sup>2</sup> пайкой производят с применением припоя марки А. Перед пайкой с проводов удаляют изоляцию, зачищают жилы стальной щеткой или ножом и соединяют внахлест скруткой. Провода прогревают паяльной лампой до температуры, близкой к температуре плавления алюминия (860 °С), и припоем натирают место пайки. Припой при этом плавится и заполняет пространство между скрученными проводами. Припаяв с обеих сторон, протирают чистой тряпкой, смоченной в растворителе, покрывают место пайки слоем изоляционного лака и изолируют изоляционной лентой.

Для электросварки алюминиевых проводов сечением до 10 мм<sup>2</sup> используют клещи с угольными электродами, подключенные к сварочному трансформатору (рис. 28). Концы соединяемых проводов предварительно заключают в обойму из полосовой стали толщиной 0,8–1 мм и обжимают плоскогубцами. Пламенем дуги, образованной между электродами клещей, концы проводов сваривают. Таким же образом соединяют однопроволочные алюминиевые жилы с медными.

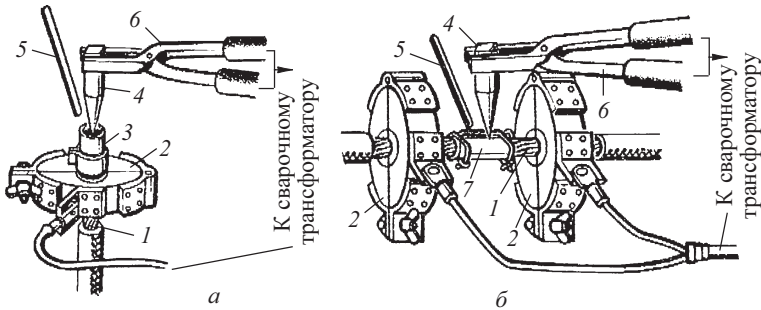
При приварке наконечников к многопроволочным алюминиевым жилам (рис. 29) очищают жилу от изоляции и от оксидной пленки стальной щеткой. Так же очищают и внутреннюю поверхность наконечника и надевают его на жилу. Ниже наконечника одевают охладитель, а конец жилы обмазывают тонким слоем флюса и плотно прижимают к нему угольный электрод, жила при прохождении тока разогревается и плавится. К расплавленному месту провода у верха гильзы вводят присадку из алюминиевого прутка, покрытого слоем флюса. После окончания сварки снимают охладители, удаляют стальной щеткой остатки флюса и шлака, промывают наконечник ацетоном, покрывают изоляционным лаком и изоляционной лентой. Многопроволочные алюминиевые жилы проводов и кабелей соединяют этим же методом в два приема: сначала сплавляют концы жил в монолитный стержень тем же приемом, который использовали при приварке наконечника, а затем сваривают сплавленные концы жил в открытой форме (см. рис. 29, б).

Термитную сварку многопроволочных алюминиевых проводов осуществляют в термитном патроне, состоящем из термитного муфеля и стального кокиля. Концы проводов зачищают, жилы протирают тряпкой и покрывают их тонким слоем флюса, на концы надевают колпачки, термитный муфель с кокилем и уплотняют место входа жил в патрон асбестовым шнуром во избежание вытекания



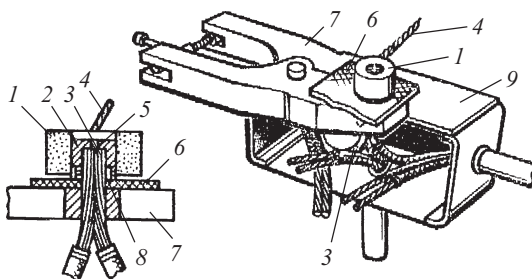


**Рис. 28.** Электросварка однопроволочных проводов: *а* – в обойме; *б* – без обоймы; 1 – обойма; 2 – клещи с угольными электродами



**Рис. 29.** Электросварка многопроволочных алюминиевых жил: *а* – сплавление жилы в монолитный стержень; *б* – сварка сплавленных концов жил встык; 1 – жилы; 2 – охладитель; 3 – разъемная форма; 4 – угольный электрод; 5 – присадочный алюминиевый пруток; 6 – электрододержатель; 7 – открытая стальная форма

расплавленного металла. Устанавливают охлаждающие клещи на освобожденные участки жил от изоляции для защиты ее от нагрева. Термитный патрон помещают в приспособление (рис. 30) для соединения жил и поджигают его специальной спичкой. Спичку предварительно укрепляют на стальной проволоке длиной примерно 40 см. Источником тепла при термитной сварке служит порошкообразная смесь металлов с окислами. При их сгорании происходит выделение большого количества теплоты, которой сплавляют алюминиевые жилы.



**Рис. 30.** Сварка алюминиевых проводов термитными патронами:

- 1 – термитный патрон; 2 – алюминиевый колпачок;  
 3 – провода; 4 – присадочный пруток; 5 – формочка (кокиль); 6 – асбестовый экран; 7 – охладитель;  
 8 – уплотнение из асбестового шнура; 9 – коробка

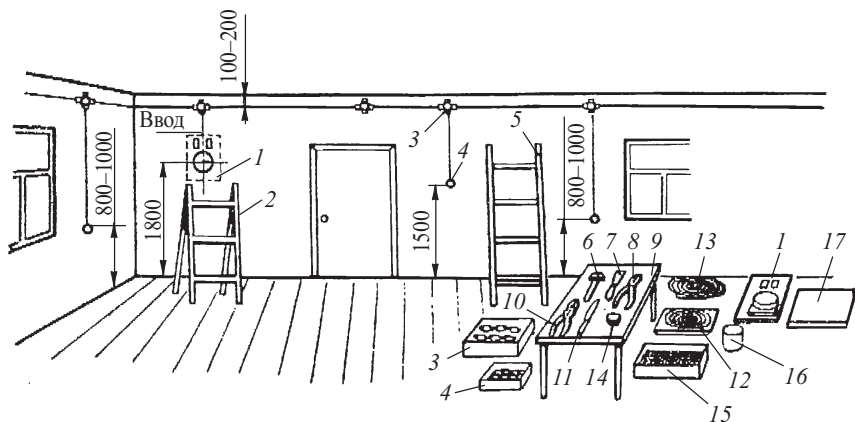
Медные однопроволочные провода сечением до  $2,5 \text{ мм}^2$  присоединяют к аппаратам и приборам с помощью кольца, образованного круглогубцами на конце жилы провода. Диаметр кольца должен быть несколько больше диаметра винта. При наличии контактного устройства конец жилы вводят в него и закрепляют прижимным винтом. Медные многопроволочные жилы сечением  $4\text{--}10 \text{ мм}^2$  оконцовывают трубчатым наконечником путем поперечного вдавливания клещами ПК-ЗМ или припайкой припоем ПОС 30.

### 3. Открытые электропроводки

Открытые электропроводки можно выполнять на роликах, изоляторах, на тросах или непосредственно по конструкциям здания.

Инструменты подбирают в зависимости от вида проводки, конструкции здания, условий работы и местных возможностей. Например, если нет мастерской, где электрики могли бы выполнять подготовительные работы, а также специализированных приспособлений и механизированных инструментов, то для выполнения внутренней проводки проводом АППВ на роликах в кирпичном многоквартирном жилом доме нужны материалы и приспособления, показанные на рис. 31.

В состав работ входит разметка трасс, пробивка гнезд, изготовление и вмязка спиралей, установка роликов, монтаж проводов, выключателей, штепсельных розеток, светильников или патронов, щитка со счетчиком, присоединение ввода к щитку и опробование всей проводки.



**Рис. 31.** Организация рабочего места электромонтера при выполнении электропроводки в жилом доме:

1 – счетчик со щитком; 2 – лестница-стремянка; 3 – разветвительная коробка; 4 – подрозетник; 5 – приставная лестница; 6 – молоток; 7 – шпатель; 8 – пассатижи; 9 – стол; 10 – ножницы по железу; 11 – монтерский нож; 12 – шпатель; 13 – провод; 14 – алебастр; 15 – ролики; 16 – баночка; 17 – полосы стальные (железо оцинкованное)

Звено из двух электромонтеров (4-го и 2-го разрядов) за две смены выполняет электромонтажные работы в таком доме полностью. Разумеется, при соответствующих условиях (заготовка узлов проводки в мастерских, механизация) такое звено за те же две смены могло бы выполнить работы в двух и даже трех домах или квартирах.

Сначала делают разметку. Затем электромонтер 2-го разряда пробивает гнезда. В это время электромонтер 4-го разряда делает спирали на шурупы, готовит алебастровый раствор, заполняет им гнезда шпателем, вставляет в каждое гнездо шуруп со спиралью, центрирует его по размеченной линии, заделывает алебастром щели и выравнивает поверхность.

После окончания пробивки и вмазки электромонтеры разматывают и выравнивают провод, натягивают его на прямых участках и закрепляют сначала на концевых, а затем на промежуточных роликах. Для крепления провода предварительно отворачивают каждый шуруп и устанавливают ролик с картонной прокладкой и стальной полоской.

Провод укладывают плашмя на прокладку, и концы металлической полоски вместе с картонной прокладкой загибают пассатижами и крепят пряжкой.

Один электромонтер ставит лестницу к одной разветвительной коробке, а другой – к следующей и при помощи постороннего источ-

ника тока (батарейки с лампочкой) проверяют провода и отмечают их концы загибами или бирками. Разумеется, если коробки находятся в одной комнате и концы проводов при вводе в коробки не скручены и видны, то можно обойтись без батарейки и бирок. При этом надо быть очень внимательным, чтобы не допустить неправильных соединений.

Затем электромонтер 4-го разряда соединяет провода так, чтобы к выключателям шел фазовый провод, а не нулевой. В это время другой монтер устанавливает подрозетники и крепит к ним выключатели и штепсельные розетки. Монтаж заканчивается подключением к вводу, который должен быть подготовлен заранее.

После окончания монтажа монтер 4-го разряда вворачивает пробки и проверяет под напряжением на световой эффект все световые точки и штепсельные розетки, в это время монтер 2-го разряда собирает инструменты и остатки материалов.

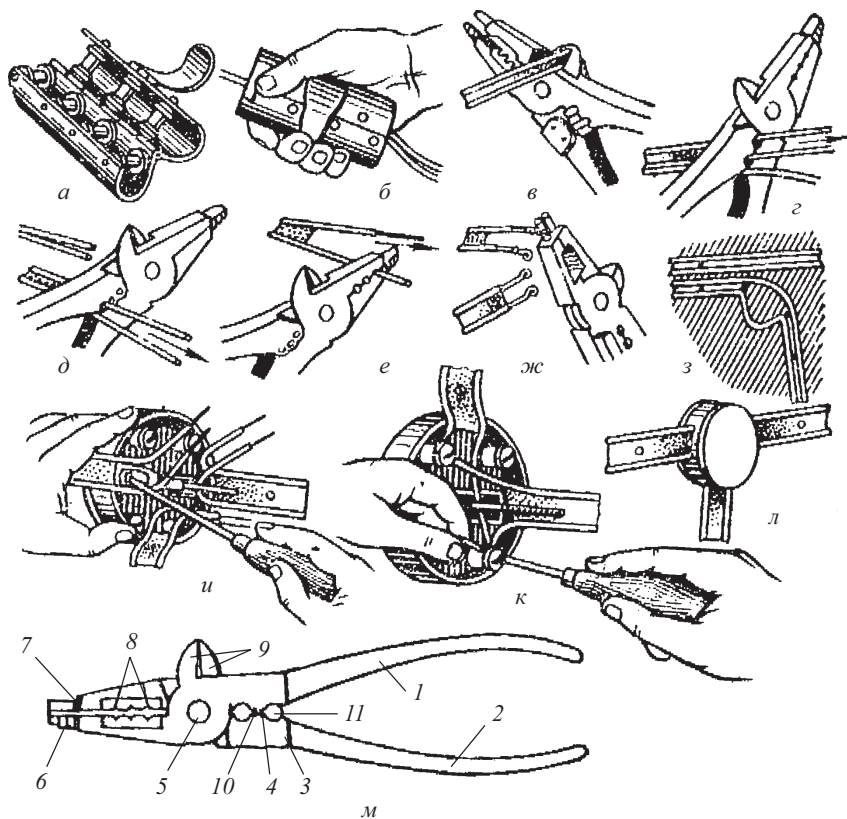
Если по проекту провода нужно монтировать не на роликах, а непосредственно по стенам и потолкам, то технология работ меняется. Провода крепят тогда стальной полоской, вмазанной в гнездо.

Монтаж проводов упрощается при наличии дюбелей и дыропробивного инструмента, а также при использовании специальных приспособлений. Одно из них, показанное на рис. 32, *а*, предназначено для выпрямления проводов марки АППВ, ППВ и др. Оно имеет две обоймы из листовой стали, изогнутые в виде полуovalов. Обе половины связаны шарнирами и фиксируются замком в рабочем (закрытом) положении. В обоймах на осях укреплены семь сменных правящих роликов. Оси закреплены на резьбе и при смене роликов вывинчиваются. Приспособление легкое (0,2 кг) и удобное. Работу ведут в такой последовательности: провод закладывают между роликами, закрывают обоймы, застегивают замок и рукой протягивают приспособление по проводу, выпрямляя провод за два прохода.

Если нет возможности сделать такое приспособление, то можно применить упрощенное, укрепив на деревянной дощечке пять или семь обычных роликов так, чтобы ролики могли вращаться на шурупах, как на осях.

Для обработки проводов применяют различные инструменты, например пассатижи или плоскогубцы, кусачки, круглогубцы, нож. Все эти инструменты можно заменить одними клещами, которые называют универсальными, потому что ими можно выполнить шесть операций: зажать провод или мелкие детали как в плоскогубцах; перекусить провод как кусачками; вырезать перемычки; снять изоляцию; зачистить жилы как ножом; изготовить кольца как круглогубцами.

Промышленность изготавливает универсальные клещи различных марок. На рис. 32 дано устройство клещей и показана работа с



**Рис. 32.** Монтаж плоских проводов:

*а, б* – приспособления для выравнивания проводов; *в, г, д, е, ж* – обработка проводов при помощи клещей КУ; *з* – изгибание проводов; *и* – установка ответвительной коробки; *к* – монтаж проводов в коробке; *л* – общий вид ответвления; *м* – устройство клещей КУ: *1, 2* – рычаги; *3* – нож для зачистки провода; *4* – высечная матрица; *5* – ось рычагов; *6* – шпилька; *7* – насечка; *8* – полукольцевые ножи; *9, 10* – режущие ножи; *11* – рассечные ножи

ними. Клещи КУ имеют рычаги, шарнирно скрепленные осью. Губки рычагов заканчиваются шпильками для гнутья колец. В губках сделаны три полукольцевых ножа для обработки проводов сечением 1,5; 2,5 и 4 мм<sup>2</sup> и насечка для лучшего зажатия деталей. Размеры клещей 202 × 55 × 10 мм, их масса 0,26 кг.

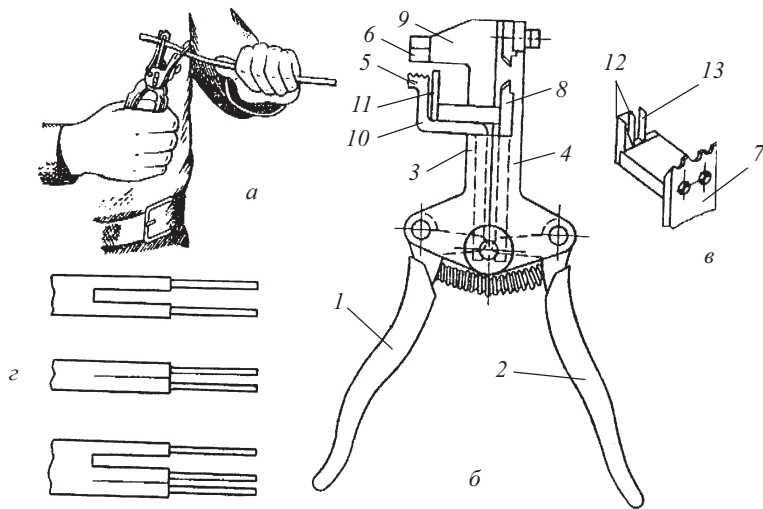
Чтобы отрезать провод (рис. 32, *б*), его вкладывают между ножами *9* и *10* и рукой сжимают рычаги. Для высечки или рассечки перемычки (рис. 32, *г* и *д*) рычаги разводят и конец провода кладут либо между высечным ножом и матрицей, либо между рассечными ножами и, работая рычагами, высекают или рассекают перемычку.

Теперь провода разъединены и имеют круглую форму, поэтому изоляцию можно снять полукольцевым ножом 8. Для этого провод кладут на нож, соответствующий сечению провода, надрезают изоляцию и, удерживая провод другой рукой, стаскивают изоляцию (рис. 32, е).

Для снятия изоляции с проводов малых сечений электрики часто используют обыкновенные кусачки, которыми надкусывают и стаскивают изоляцию. При этом неизбежны повреждения токоведущих жил. Поэтому рационализаторы просверливают на одной из ручек кусачек на расстоянии 30 мм от центра шарнира отверстие и в нем нарезают резьбу для ограничительного винта, предохраняющего провод от повреждений.

Такие кусачки продолжают использовать по прямому назначению, а когда нужно снять изоляцию, винт вворачивают так, чтобы у сжатых до упора кусачек расстояние между губками было не менее диаметра жилы обрабатываемого провода. Сжатые кусачки поворачивают вокруг провода на пол-оборота, делая кольцевой надрез изоляции, и движением кусачек от себя снимают изоляцию на нужной длине.

Для повышения производительности труда предложена новая конструкция клещей для снятия изоляции, имеющая дополнительный режущий элемент (рис. 33), жестко связанный с одним из ножей для надрезания изоляции. Он расположен между зажимом и ножом, причем один рычаг Г-образной, а другой – ступенчатой формы.



**Рис. 33.** Инструменты для обработки проводов:

*а* – прием работы по снятию изоляции клещами; *б* – новая конструкция клещей; *в* – дополнительные режущие элементы; *г* – обработанные концы проводов; 1, 2 – рукоятки; 3, 4 – поворотные губки; 5, 6 – подвижный и неподвижный зажимы; 7, 8 – неподвижный и подвижный ножи; 9, 10 – рычаги; 11, 12, 13 – дополнительный режущий элемент

Инструмент имеет две подпружиненные рукоятки, шарнирно связанные с двумя поворотными губками. На губке 3 установлены подвижный и неподвижный зажимы. На губке 4 – неподвижный 7 и подвижный 8 ножи. Рабочие элементы неподвижного зажима жестко связаны с рычагом 9 (Г-образной формы), а рабочие элементы подвижного зажима – с рычагом 10 (ступенчатым).

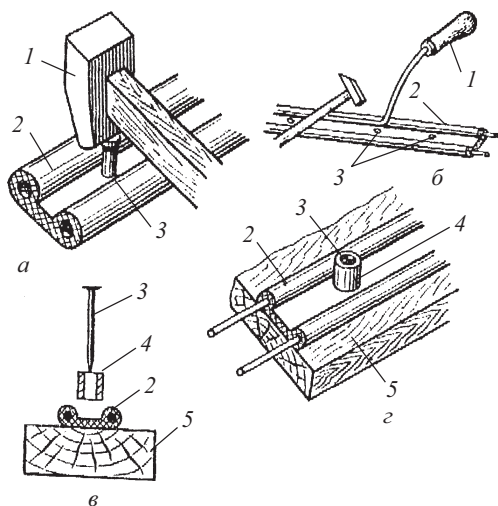
Подвижный нож жестко связан с дополнительным режущим элементом 11, расположенным между ножом 7 и зажимом 5. Дополнительный режущий элемент (рис. 33, в) имеет режущую кромку П-образной формы 12 и плоскую режущую кромку 13. Ширина кромки 12 соответствует ширине разделительного основания стандартного плоского провода, а кромка 13 удалена от внутренней стенки кромки 12 на величину, равную наружному диаметру изолированной жилы провода. Кромка 12 служит для надрезания и удаления разделительного основания провода, а кромка 13 – для разрезания изоляционной перемычки двух жил у провода без разделительного основания.

Инструмент работает следующим образом. Обработываемый провод (кабель) укладывают в соответствующие полуцилиндрические выемки ножей 7 и 8. Сближают рукоятки 1 и 2. При этом происходит зажим провода, круговой надрез изоляции, надрез разделительного основания или перемычки, удаление надрезанных участков изоляции и разделение изолированных жил. После этого рукоятки отпускают, освобождая провод.

При забивании гвоздей для крепления плоских проводов по оштукатуренным деревянным конструкциям зданий гвозди иногда удерживают пальцами. Но это небезопасно. К тому же провода могут быть повреждены случайными ударами молотка. Чтобы избежать этого, пользуются оправками (рис. 34, а и б) или стальным бородком. Заостренный конец оправки или бородка ставят на шляпку гвоздя, а по другому, расширенному концу, ударяют молотком.

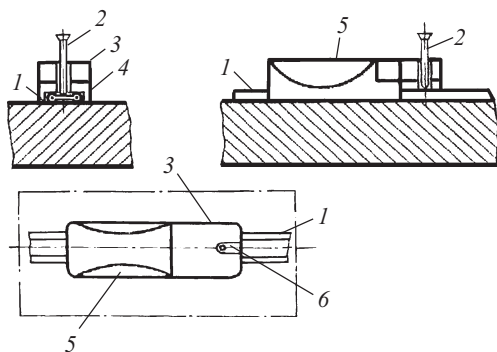
При отсутствии бородка или оправки можно воспользоваться отрезком стальной проволоки длиной 100–150 мм, диаметром 4–8 мм, опилив ее конец до диаметра 3 мм.

Чтобы шляпка гвоздя не повредила изоляцию провода, не следует применять гвозди с широкими (более 3 мм) шляпками. Обычно используют гвозди диаметром 1,4–1,6 мм, длиной 25–32 мм со шляпками диаметром до 3 мм и забивают их на расстоянии 200–300 мм один от другого точно по средней линии пленки между жилами. Для лучшего предохранения изоляции провода АППВ и других марок следует под шляпку гвоздя подкладывать пластмассовую шайбу диаметром 4–5 мм, толщиной 4 мм (рис. 34, б и в). Шайбы изготавливают из отходов трубок или проводов с поливинилхлоридной или поли-



**Рис 34.** Предохранение плоских проводов от повреждений на монтаже:

*а, б* – с помощью оправок; *в, г* – с помощью подкладок; 1 – оправка; 2 – плоский провод; 3 – гвоздь; 4 – подкладка; 5 – деревянное основание



**Рис. 35.** Приспособление для закрепления гвоздями плоских проводов:

1 – плоский провод в продольном пазу приспособления; 2 – гвоздь (в вертикальном пазу); 3 – магнит; 4 – основание приспособления; 5 – рукоятка; 6 – вертикальный паз

этиленовой изоляцией. В неотапливаемых помещениях такие прокладки (шайбы) нужны также и для улучшения изоляции электропроводки.

При использовании бородков и стержней бывают случаи неточного расположения гвоздя посередине разделительной перемычки между проводами и, как следствие, повреждения изоляции провода.

Забивание гвоздей требует значительного времени, а весь процесс закрепления провода недостаточно производительен. В связи с этим представляет интерес приспособление, названное как Приспособление для закрепления гвоздями плоских проводов.

Приспособление (рис. 35) обеспечивает точную установку гвоздя в середине разделительной перемычки плоского провода, повышает производительность труда и имеет пластмассовое основание с рукояткой. В основании выполнен продольный паз для размещения прокладываемого провода. На основании укреплен магнит для удержания гвоздя. В торце основания (со стороны магнита) выполнен вертикальный паз, отходящий от середины продольного паза. Ширина вертикального паза соответствует диаметру гвоздя.



При прокладке провода его прижимают приспособлением к стене так, чтобы провод вошел в продольный паз. Гвоздь забивают в стену, чтобы он не доходил до поверхности магнита, после чего приспособление убирают и гвоздь добивают до конца аналогично вышеописанному.

При отсутствии приспособлений для удержания забиваемых мелких гвоздей можно использовать расческу. Гвоздь вставляют между зубьями расчески, тогда его можно забить, не удерживая пальцами и не рискуя получить травму, затем расческу убирают и добивают гвоздь до конца.

При параллельной прокладке провода укладывают с промежутком 3–5 мм. Соединения и ответвления выполняют в ответвительных коробках, которые устанавливают без подрозетников. Проходы через стены делают в изоляционных трубах.

Открытые проводки иногда выполняют в производственных помещениях проводами с резиновой изоляцией на роликах. Такие проводки конструктивно несовершенны, сравнительно недолговечны и требуют для своего размещения значительной площади, поэтому их применяют все реже. Еще бóльшую площадь занимает проводка на изоляторах, однако при данном виде проводки используют сравнительно недефицитные материалы, и поэтому ее часто применяют в сырых помещениях и наружных установках. Для осуществления проводок на роликах и изоляторах пользуются электромонтажными инструментами общего назначения.

#### **4. Монтаж светильников, электроаппаратов и электроустановочных изделий**

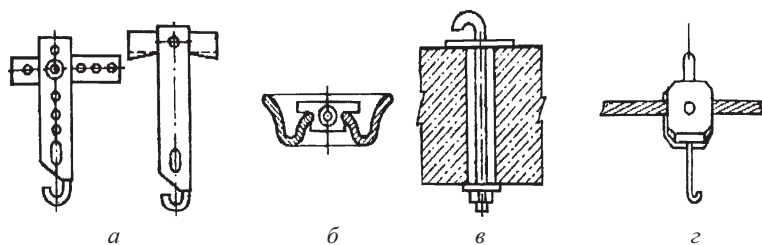
В состав работ по монтажу светильников, аппаратов и электроустановочных изделий входят разметка мест их установки, пробивные работы, зарядка и подвеска светильников, монтаж аппаратов и установочных изделий, выполнение контактных соединений, испытания, пробное включение электроустановок и сдача в эксплуатацию.

**Монтаж светильников.** Светильники заряжают на заводах-изготовителях или в мастерской проводниками с медными жилами сечением не менее 0,5 мм<sup>2</sup> для помещений и не менее 1 мм<sup>2</sup> для наружного освещения. Чаще всего для этого применяют провода с теплостойкой изоляцией (ПРКС или ПРЕС). При зарядке светильников с люминесцентными лампами и лампами накаливания мощностью до 60 Вт применяют провод марки ПРГ.

Светильники с лампами накаливания и ртутными цокольными лампами прикрепляют к потолкам и перекрытиям на крюках

(рис. 36, *а*); отверстия в потолке закрывают потолочными розетками (см. рис. 36, *б*). Плафоны к потолкам подвешивают на шпильках (см. рис. 36, *в*). Спуски от потолков к светильникам выполняют трубкой с резьбой для крепления светильника и серьгой для подвески к крюку.

Светильники и подвесные штанги изолируют от арматурных крюков и кронштейнов изолирующими деталями из фарфора, фибры или путем наложения на крюк изоляционной ленты в несколько слоев. Светильники в виде плафонов, бра, стенных и потолочных патронов устанавливают на деревянных розетках толщиной 10–12 мм, прочно укрепленных на стенке или потолке. При монтаже проводок на тросах светильники крепят с помощью крюка ответвительной коробки (см. рис. 36, *г*).



**Рис. 36.** Детали для подвески светильников:

*а* – крюки для перекрытий; *б* – потолочная розетка; *в* – шпилька для крепления плафонов; *г* – коробка У245 для крепления к тросовому проводу

Светильники подвесные типа СПО, СПП, применяемые для сетей наружного освещения, устанавливают на опорах или стеновых конструкциях при помощи кронштейнов или траверс. Ответвление от магистральных линий к светильнику выполняют проводом АПВ или одножильным кабелем АНРГ на скобах. Консольные светильники типа СКЗР, СКЗПР для ртутных ламп устанавливают с помощью трубчатых консолей с вылетом до 3 м посредством резьбы или крюка на конце консоли. Ответвление к светильникам выполняют проводом АПВ, прокладываемым внутри трубчатой консоли.

Питание прожекторов осуществляют кабелем КРПТ или проводами АПВ, проложенными в стальной трубе. Прожектор монтируют в лирах, укрепленных в треугольном основании с помощью шкворня. Лира вместе с прожектором поворачивается вокруг шкворня на 360°. Оптическая ось прожектора может быть наклонена на 45° вниз и на 85° вверх. Зарядные провода светильников подключают к питающей сети с помощью опрессовки или

сварки либо посредством резьбовых зажимов или штепсельных разъемов, которые имеют наибольшие монтажные и эксплуатационные удобства.

**Монтаж электрической аппаратуры.** Вводные распределительные устройства (ВРУ) и распределительные щиты крепят на фундаментной раме, в которой имеются четыре отверстия для болтов. Между собой панели ВРУ соединяются также болтами. Ввод проводов и кабелей осуществляется снизу, вывод – как сверху, так и снизу через съемную крышку. Панели располагают в строго вертикальном положении и прочно прикрепляют к раме, стене или другим конструкциям. Только после этого корпуса панелей заземляют присоединением нулевых жил питающих кабелей к нулевой шине, общей для всех панелей.

На период монтажа рекомендуется снять все электроприборы (амперметры, вольтметры, электросчетчики), которыми оснащены щиты, во избежание их повреждения от сотрясения. После окончания установки щитов и шкафов в них затягивают провода и кабели питающих и отходящих линий. Оконцованные жилы кабелей и проводов присоединяют к зажимам и контактам, установленным в щитах аппаратов. После этого устанавливают на место ранее снятые приборы.

Распределительные щитки располагают в местах, доступных для осмотра и ремонтов. В бытовых помещениях их устанавливают на высоте 1,5–1,8 м, в производственных – 1,2–1,4 м. Щиток устанавливают так, чтобы расстояние от неизолированных токопроводящих частей его до несгораемых стен было не менее 15 мм, а деревянных – не менее 50 мм. После установки и закрепления щитка присоединяют к контактам его предохранителей провода групповых линий. Фазные провода питающих и отходящих линий присоединяют за щитком к центральным контактными выводам предохранителей.

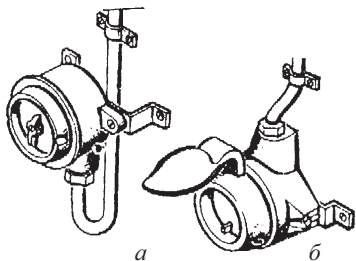
В пределах одного этажа жилого дома применяют щитки типа ЩУЭ для распределения и учета электроэнергии. В отдельной секции щитка находятся пакетные выключатели для отключения и включения отдельных групп осветительной сети. За показаниями электросчетчика наблюдают при закрытых дверцах через специальное окно. Щиток устанавливают в нише размером 900 × 4 500 мм и глубиной 200 мм, а провода подсоединяют посредством специальных зажимов У730, имеющихся на щитке.

По окончании монтажа шкафов и щитов проверяют состояние и работу всех включающих аппаратов, контактных соединений и

фиксаторов положения аппаратов. Контактные ножи рубильников должны быть чистыми, ровными и входить в губки без ударов. Контактное давление регулируют с учетом, что щуп толщиной 0,05 мм и шириной 10 мм должен входить в пространство между ножом и губками на глубину 5–6 мм. Предохранительные губки должны плотно прилегать к контактными частям патрона и прочно удерживать патрон от выпадания.

Фиксаторы положения приводов рубильников должны соответствовать наиболее полному вхождению ножей в губки, а у пакетных выключателей – максимальному нажатию подвижного контакта на неподвижный. Следует проверять надежность заземления корпуса шкафа или щита. Мегомметром проверяют сопротивление изоляции токопроводящих частей по отношению к заземленному корпусу; это сопротивление должно быть не менее 0,5 МОм.

**Монтаж выключателей и штепсельных розеток.** Монтаж переключателей, выключателей и штепсельных розеток производят после выполнения отделочных работ. Выбор места их установки обычно известен при выполнении работ на первой стадии и при производстве разметочных работ. При монтаже выключателей и розеток следует оставлять небольшой запас длины проводов под крышкой, чтобы этими проводами можно было произвести повторную зарядку.



**Рис. 37.** Установка выключателя и штепсельной розетки с кабельной проводкой:  
*а* – ввод кабеля в выключатель;  
*б* – ввод кабеля в штепсельную розетку

Все эти приборы устанавливают в зависимости от их конструкции и принятого способа прокладки проводов. При открытой прокладке проводов приборы устанавливают на деревянном подрозетнике, а в сырых помещениях при прокладке кабельной проводки – на скобах, при скрытой проводке – в углубленных отверстиях на распорных лапках. Если электропроводка выполнена кабелями СРГ или ВРГ, то ввод кабеля в пыленепроницаемые и влагозащищенные светильники, выключатели и штепсельные розетки производят через

патрубки с сальниками (рис. 37). Способы крепления выключателей и штепсельных розеток приведены в табл. 15.

## Способы крепления выключателей и штепсельных розеток

Конструкция здания и вид электропроводки	Способ крепления
Крупнопанельные здания с канальной системой электропроводок	Распорными лапками непосредственно в конусных отверстиях $\varnothing 72/74$ мм, сделанных в железобетонных стеновых панелях при их изготовлении на заводах. То же, но в полипропиленовых закладных стаканах типов Л139, Л140 и Л141 или в полиэтиленовых закладных кольцах типов Л90 и Л91, замоноличиваемых в гипсобетонные и железобетонные панели при их изготовлении на заводах
Кирпичные здания с электропроводкой под слоем мокрой штукатурки	Распорными лапками в коробах типа У196, устанавливаемых на месте монтажа в предварительно высверленные гнезда в кирпичных, гипсолитовых, шлакоблочных и других перегородках. Гнезда сверлят коронками типа КГС-78

**Примечание.** Закладные стаканы Л139 для стен и перегородок 41–140 мм толщиной 80 мм, Л140 – 120 мм.

Выключатели нормального исполнения предназначены для открытой и скрытой их установки в помещениях с нормальной средой, герметические (брызгозащищенные) – для сырых помещений. Они могут быть со скользящими или рубящими контактами, а по принципу включения – перекидными, поворотными, кнопочными, клавишными. Комбинированные электроустановочные изделия представляют собой набор из двух или трех выключателей, двух или трех штепсельных розеток. Выключатели и переключатели устанавливают на высоте 1,5 м от пола, а в детских учреждениях – 1,8 м.

Потолочные выключатели устанавливают на уровне прокладки электропроводки под потолком и управляют ими с помощью свешивающегося шнура. Выключатели устанавливают внутри у входа в помещение так, чтобы они не были закрыты открывающейся дверью, а в ваннных комнатах и туалетах – вне этих помещений.

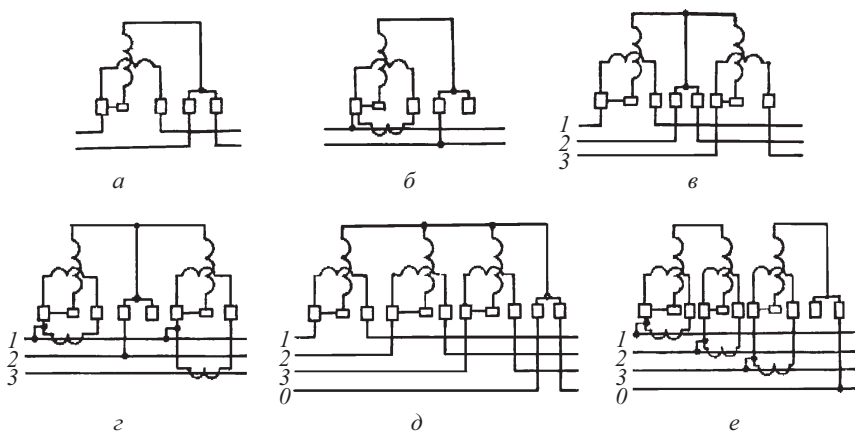
Однополюсные выключатели и переключатели в двухпроводных сетях четырехпроводных систем присоединяют в рассечку фазных жил проводов и кабелей. Для заземления металлических корпусов выключателей или розеток используют отдельный провод, который присоединяют к нулевому проводу электропроводки пайкой или сваркой, а другой конец – к корпусу аппарата посредством заземляющего винта. В установках с изолированной нейтралью, в двухфазных линиях и в помещениях с повышенной опасностью устанавливают двухполюсные выключатели, обеспечивающие разрыв цепи в обоих проводах линии.

Штепсельные розетки устанавливают на расстоянии 0,8 м от пола, в школах и детских учреждениях – 1,5 м. При скрытой прокладке сети розетки допускается устанавливать на расстоянии 0,3 м от пола и непосредственно над плинтусом при условии применения розеток скрытой установки с устройством, закрывающим гнездо при вынутой вилке. Розетки устанавливают на расстоянии не менее 0,5 м от заземленных частей (раковины, мойки, трубопроводы, плиты и т. д.).

Для подключения переносных приборов в технических помещениях применяют специальные штепсельные розетки с третьим заземляющим контактом, который соединяется с заземляющим контактом вилки до момента соприкосновения токопроводящих контактов. Выключатели и штепсельные розетки скрытой проводки закрепляют в коробках, вмонтированных в стенах или гнездах при помощи распорных лапок. Установка розеток в ванных комнатах квартир или общежитий допускается при условии присоединения их через разделяющие трансформаторы.

Электросчетчики устанавливают в сухих отапливаемых помещениях и размещают обычно в местах ввода электроэнергии внутри помещения. Квартирные счетчики устанавливают на лестничной клетке в этажных щитках или непосредственно в квартирах на щитках. Высота установки электросчетчиков 1,4–1,7 м.

В коммунальных установках электросчетчики устанавливают на вводно-распределительных устройствах. Электропроводку к счетчикам выполняют скрытой или открытой в трубах. Для подключения счетчиков оставляют концы проводов длиной 250–300 мм. Схемы включения электросчетчиков приведены на рис. 38.



**Рис. 38.** Схемы включения электросчетчиков:

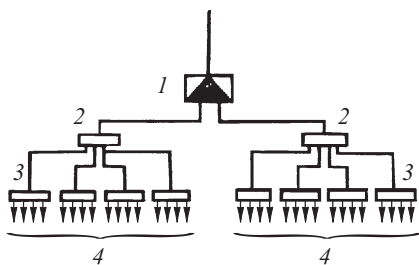
*a, б* – однофазного (непосредственное и через трансформатор тока); *в, з* – трехфазного (непосредственное и через трансформаторы тока); *д, е* – в четырехпроводную сеть (непосредственное и через трансформаторы тока)

## 5. Обслуживание цеховых электрических сетей напряжением до 1 кВ

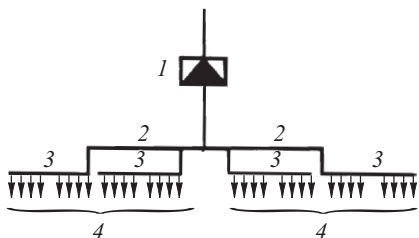
Цеховые электрические сети напряжением до 1 кВ служат для распределения электроэнергии от трансформаторных подстанций до электропотребителей. Они состоят из питающих линий, магистралей и ответвлений.

*Питающая линия* предназначена для передачи электроэнергии от РУ напряжением до 1 кВ (щита) к распределительному пункту, магистрали или отдельному электроприемнику. *Магистраль* предназначена для передачи электроэнергии нескольким распределительным пунктам или электроприемникам, присоединенным к ней в различных точках. *Ответвление* отходит от магистрали к электроприемнику *1* или от распределительного пункта к одному или нескольким мелким электроприемникам, включенным в «цепочку», линию.

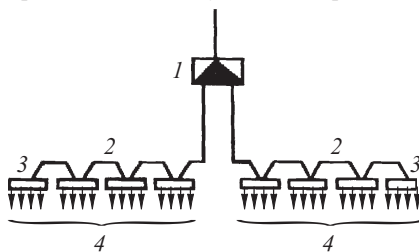
Периодичность осмотров цеховых электрических сетей устанавливается местной инструкцией в зависимости от условий эксплуатации, но не реже 1 раза в 3 мес. Измерения токовых нагрузок, температуры электрических сетей, испытание изоляции обычно совмещают с межремонтными испытаниями РУ, к которым подключены электросети. Цеховые сети выполняют по одной из следующих схем:



**Рис. 39.** Схема радиальной сети



**Рис. 40.** Схема смешанной сети:  
1 – подстанция; 2 – магистраль; 3 – распределительный пункт; 4 – приемник



**Рис. 41.** Схема магистральной сети:  
1 – подстанция; 2 – магистраль; 3 – распределительный пункт; 4 – приемник

радиальной, магистральной или смешанной.

При радиальной схеме каждая линия (фидер) соединяет один приемник 4 с распределительным пунктом 2 или 3 или подстанцией 1 (рис. 39). При магистральной схеме одна линия – магистраль 2 – обслуживает несколько распределительных пунктов 3 или приемников 4 (рис. 40). В чистом виде эти схемы применяются редко, чаще встречается сеть, выполненная по смешанной схеме (рис. 41).

Распределительные пункты размещают в местах, удобных для обслуживания, так, чтобы они не загромождали проходов и проездов и не мешали производственным работам. Протяженность магистралей и питающих радиальных линий должна быть минимальной, а их трассы доступными для обслуживания. Следует избегать питания электроприемников в обратном направлении по отношению к основному потоку электроэнергии.

В цеховых сетях преимущественно применяют следующие способы прокладки проводов:

открытый на изолирующих опорах; в изоляционных или стальных трубах; на лотках и в металлических коробах.

Неизолированные провода прокладывают открытым способом для магистралей, расположенных на значительной высоте в помещениях, не относящихся к категории взрыво- и пожароопасных.

Наименьшая высота прокладки неизолированных проводов – 3,5 м, изолированных защищенных – 2,5 м. Наименьшее расстояние сближения неизолированных проводов с трубопроводами – 1 м, с технологическим оборудованием – 1,5 м. Указанные расстояния допускаются только при условии устройства ограждений на всем протяжении



нии сверления сближения. Неизолированные провода не должны располагаться ниже технологического оборудования, а также ниже трубопроводов, требующих регулярного обслуживания.

## **6. Приемка в эксплуатацию осветительных и силовых установок**

Вновь смонтированную или капитально отремонтированную электрическую установку тщательно проверяют по исполнительным чертежам. Особое внимание обращают на качество монтажных (или ремонтных) работ. В табл. 16 указаны основные элементы осветительных и силовых установок, которые подвергают осмотру при их приемке в эксплуатацию. Нормы времени при проведении осмотров электрообразования жилых зданий приведены в табл. 17.

Таблица 16

### **Элементы осветительной и силовой установок, подлежащие осмотру и проверке после монтажа или капитального ремонта**

Части установки	Подлежат осмотру и проверке
Электрическая сеть	<p>Марки и сечения проводов, шнуров и кабелей</p> <p>Трассы электропроводок. Правильность размещения опор линий воздушной сети</p> <p>Заземление металлических оболочек и брони кабелей, кабельных конструкций, металлических труб, коробок, ящиков, арматуры воздушных линий, железобетонных опор и др.</p> <p>Законченные скрытые работы, своевременно осмотренные, принимают по акту</p> <p>Качество выполненных работ. Внешним осмотром и выборочной проверкой устанавливают:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>достаточность натяжки проводов;</li> <li>расстояния проводов воздушных линий до поверхностей земли, крыш, тротуаров и по горизонтали – до балконов, окон, стен зданий;</li> <li>правильность прокладки проводов и кабелей при открытой проводке относительно архитектурных линий помещений;</li> <li>правильность принятых расстояний между точками крепления и осями параллельно проложенных проводов и кабелей для разных видов электропроводки;</li> </ul>

Части установки	Подлежат осмотру и проверке
	<p>правильность выполнения пересечений проводов и кабелей между собой и с разными трубопроводами и выбор расстояний до трубопроводов при параллельной их прокладке;</p> <p>правильность выполнения проходов через стены, перегородки и междуэтажные перекрытия и вводов в здания от воздушных линий;</p> <p>правильность вывода проводов и кабелей из коробов, металлорукавов, труб. Должна быть предусмотрена защита от повреждения острыми краями металла (втулки, раззенковка);</p> <p>наличие в производственных помещениях защиты от механических воздействий на спуски (подъемы) к выключателям, штепсельным розеткам, щиткам и аппаратам на высоте до 1,5 м от пола (площадки);</p> <p>правильность выполнения соединений и ответвлений проводов и кабелей;</p> <p>правильность и надежность присоединения проводов и кабелей к аппаратам защиты и управления на групповых щитках, к выключателям, штепсельным розеткам и др.;</p> <p>наличие запаса проводов у мест соединений их в ответвительных коробках и у мест присоединений к светильникам, электроустановочным изделиям и различным аппаратам;</p> <p>соблюдение необходимых мер для защиты от коррозии металлических конструктивных частей осветительной установки</p>
Светильники	<p>Типы, мощности и количество светильников общего и местного рабочего и аварийного освещения, правильность установки</p> <p>Наличие отличительных знаков на светильниках аварийного освещения, если они по типу и размеру не отличаются от светильников рабочего освещения</p>

Части установки	Подлежат осмотру и проверке
	<p>Марки и сечения проводов для зарядки и заземления осветительных арматур. Достаточность запаса длины проводов для повторного подсоединения в случае обрыва. Правильность подсоединения нулевого провода к сети и контактными зажимам патрона. Надежность присоединения фазного, нулевого и заземляющего проводов. Правильность выполнения ввода</p> <p>Надежность крепления патронов (патроны не должны проворачиваться при ввертывании и вывертывании ламп), отражателей (съёмных), рассеивателей, защитных сеток. Качество выполнения уплотнений. Надежность узла подвеса</p> <p>Исправность и тщательность очистки от пыли и грязи патронов, ламп, отражателей, рассеивателей, затенителей, защитных стекол, сеток и наружных поверхностей светильника</p> <p>Расположение светильников в ряду и по высоте</p> <p>Привязка рядов светильников к стенам. Расстояния между светильниками в ряду</p>
Групповые и магистральные щитки	<p>Тип щитка. Токи расцепителей автоматов и плавких вставок предохранителей</p> <p>Правильность и надежность установки. Плоскость дверок щитка должна быть параллельна плоскости стены. Качество уплотнений вводов проводов и кабелей</p> <p>Правильность подсоединения питающих и групповых линий. Достаточность запаса длины проводов. Надежность заземления корпуса щитка, брони и оболочки кабелей и металлических труб</p> <p>Исправность замка. Наличие ключей и инструментов, поставляемых комплектно со щитком</p> <p>Целость частей щитка. Тщательность очистки от пыли и грязи. Тщательность окраски. Надпись на фронтальной части, устанавливающая назначение и номер щитка</p> <p>Правильность схемы. Проверяется последовательным включением групповых линий автоматами или выключателями со щитка</p>

Части установки	Подлежат осмотру и проверке
<p>Электроустановочные изделия (выключатели, переключатели, штепсельные розетки)</p>	<p>Технические характеристики изделий; исполнение по роду защиты от воздействия окружающей среды (защищенное, брызгонепроницаемое и др.) и по способу установки (открытая, утопленная)</p> <p>Правильность и надежность установки коробок для изделий утопленной установки. Запас длины проводов. Прочность закрепления изделия в коробке</p> <p>Места установки выключателей. Выключатели для санитарных узлов, ванных и душевых должны быть установлены вне помещений</p> <p>Наличие напряжения в линиях штепсельных розеток</p> <p>Правильность схемы управления. Проверяется включением и выключением светильников выключателями и переключателями</p> <p>Тщательность очистки от пыли и грязи коробок и изделий</p>

Таблица 17

**Нормы времени на проведение осмотров  
электрооборудования жилых зданий**

Элементы внутридомового электрооборудования	Единица измерения	Норма времени на единицу измерения, чел.-ч
<p>Электросети, арматура и электрооборудование: в квартирах каменных зданий</p>	<p>1 000 м<sup>2</sup> приведенной жилой площади</p>	<p>8</p>
<p>деревянных и смешанных зданий</p>	<p>То же</p>	<p>8</p>
<p>на лестничных клетках</p>	<p>100 лестничных площадок</p>	<p>9</p>
<p>на чердаках и в подпольях</p>	<p>1 000 м<sup>2</sup> площади осматриваемых помещений</p>	<p>2</p>
<p>Ввод, щитовая, наружные провода к арматуре</p>	<p>Здание</p>	<p>2</p>
<p>Силовые установки</p>	<p>Электродвигатель</p>	<p>0,5</p>

## 7. Техническое обслуживание осветительных электроустановок

В обслуживание осветительных электроустановок входит постоянный надзор, периодическая проверка и своевременный ремонт элементов осветительных устройств. Сроки проведения проверок, осмотров и ремонтов установлены в соответствии с ПТЭ в зависимости от условий эксплуатации осветительных электроустановок. Исправность системы аварийного освещения проверяют не реже 1 раза в 3 мес.; состояние электропроводок, плавких вставок предохранителей и оборудования рабочего и аварийного освещения – не реже 1 раза в год. Испытание и измерение сопротивления изоляции проводов и кабелей проводят не реже 1 раза в 3 года; измерение нагрузок и напряжения в отдельных точках электросети – 1 раз в год; испытание изоляции трансформаторов со вторичным напряжением 12–42 В – 1 раз в год, а переносных трансформаторов – 1 раз в мес.

Во время осмотра осветительных сетей проверяют состояние открыто проложенных кабелей и проводов, концевых заделок кабелей, целостность заземляющих проводников, качество соединений и ответвлений проводов, отсутствие нагрева в соединениях. При осмотре групповых и магистральных щитков проверяют соответствие плавких вставок предохранителей рабочим токам цепей, исправность выключателей, автоматических выключателей, штепсельных розеток и их контактных частей.

При осмотре светильников обращают внимание на состояние арматуры и ее деталей, прочность крепления стеклянного колпака, исправность и нагрев патрона, соответствие мощности ламп типу светильника, прочность крепления светильника, целостность заземляющего проводника, исправность стартерных и дроссельных устройств у газоразрядных ламп, состояние тросовых подвесок и прочность их крепления.

Все неисправности, выявленные при осмотре, следует устранять немедленно. При большом объеме необходимых работ дефекты записывают в журнал осмотров и устраняют при текущем ремонте. Частота чистки светильников зависит от многих факторов и в первую очередь от среды освещаемого помещения. Так в производственных помещениях, где имеется пыль, дым и копоть в количестве более  $10 \text{ мг/м}^3$ , светильники чистят 2 раза в месяц; при загрязнении от 5 до  $10 \text{ мг/м}^3$  – 1 раз в месяц; при загрязнении не более  $5 \text{ мг/м}^3$ , а также в помещениях с нормальной воздушной средой – 1 раз в 3 месяца.

## РЕМОНТ ЭЛЕКТРОПРОВОДОК И КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

### 1. Общие сведения о ремонте электропроводок напряжением до 1 кВ

Электропроводки и кабельные линии периодически подвергаются капитальному и текущему ремонтам. Особенность их ремонта заключается в том, что восстановление дефектных участков осуществляют непосредственно на месте повреждения, куда доставляют необходимый инструмент, приспособления, материалы и обеспечивают безопасные условия труда электромонтера при производстве работ.

В целях своевременного проведения ремонта электропроводки систематически подвергают профилактическим осмотрам. Рекомендуемое число осмотров электрических проводов в течение года в зависимости от их вида и характеристики помещений приведено в табл. 18.

Таблица 18

**Число осмотров различных видов проводок за год**

Электропроводки	Помещения			
	сухие и влажные	пыльные	сырые	особо сырые и с химически активной средой
Открыто проложенные изолированными проводами	4	6	12	12
Открыто проложенные защищенными проводами	2	4	—	—
Открыто проложенные стальные трубы с изолированными проводами	2	2	4	4
Открытые электропроводки	2	2	4	—

При осмотре электропроводок проверяют натяжку и крепление проводов и кабелей, состояние изолирующих опор, изоляторов и клиц, изоляционных трубок, состояние наружной изоляции проводов и кабелей силовой и осветительной электропроводки, втулок, воронок, проходы через стены и перекрытия, исправность установочных изделий (выключателей, переключателей, штепсельных розеток), а также плавкие вставки предохранителей и вставки автоматов, их соответствие проектным данным.

Поврежденные изоляторы, установочные изделия, воронки и другие элементы электропроводки подлежат замене.

Обычно испытание изоляции электропроводок силовых и осветительных сетей производят одновременно с испытанием изоляции распределительных устройств напряжением до 1 кВ. Минимальное значение сопротивления изоляции на измеряемом участке электропроводки должно быть не менее 0,5 МОм. Замер сопротивления изоляции проводов и кабелей производят мегомметром на напряжение 1 кВ.

В случае, когда силовая или осветительная электропроводка имеет пониженное сопротивление изоляции, принимают меры к восстановлению изоляции до нормы или производят ремонт электропроводки, заключающийся в частичном или полном ее демонтаже на участке и замене на новую. Электропроводку сечением токопроводящих жил не более 2,5 мм<sup>2</sup> на поврежденном участке полностью заменяют вместе с установочными изделиями. При замене электропроводки используют установочные провода и кабели сечением токопроводящих жил до 16 мм<sup>2</sup>.

Осуществляя ремонт, необходимо соблюдать требования к электропроводкам, которые предъявляют ПУЭ.

При ремонте электропроводок используют те же материалы и крепежные детали, что и при монтаже.

## **2. Требования к электропроводкам при ремонте**

Когда осуществляют ремонт неисправной электропроводки, частичный или полный ее демонтаж на участке и замену на новую, необходимо соблюдать требования, содержащиеся в ПУЭ и СНиП, а также соответствие проекту.

Конструкция электропроводки, выполняемой в крупных административных и других зданиях, на промышленных предприятиях, должна обеспечивать возможность замены проводов. Допустимые длительные токовые нагрузки на провода или кабели электропроводки должны приниматься с учетом окружающей среды и способа прокладки (табл. 19).

**Длительно допустимые токовые нагрузки на провода  
с алюминиевыми жилами, с резиновой  
и поливинилхлоридной изоляцией**

Сече- ние жилы, мм <sup>2</sup>	Нагрузка, А					
	Провода, проложенные в одной трубе					
	Открытая проклад- ка	Два одно- жильных	Три одно- жильных	Четыре одножиль- ных	Один двух- жильный	Один трех- жильный
2,5	24	20	19	19	19	16
4	32	28	28	23	25	21
6	39	36	32	30	31	26
10	55	50	47	39	42	38
16	80	60	60	55	62	54

**Примечание.** При определении числа проводов, проложенных в одной трубе, нулевой провод четырехпроводной системы трехфазного тока в расчет не принимают.

Допустимые наименьшие сечения токопроводящих жил электропроводок позволяют в зависимости от способа прокладки и условий применения выбирать сечение токопроводящей жилы с учетом ремонтируемой электропроводки (табл. 20).

Таблица 20

**Наименьшие сечения токопроводящих жил  
проводов и кабелей в электропроводках**

Провода и кабели электропроводки и их назначение	Наименьшее сечение жил, мм <sup>2</sup>	
	алюминиевых	медных
Кабели для присоединения переносных и передвижных токоприемников в промышленных установках	–	0,75
Шнуры для присоединения бытовых токоприемников	–	0,35
Скрученные двухжильные провода с многопроволочными жилами для ста- ционарной прокладки на роликах	–	1
Незащищенные изолированные прово- да для стационарной прокладки внутри помещений: непосредственно по основаниям, на роликах, клицах и тросах	2,5	1



Провода и кабели электропроводки и их назначение	Наименьшее сечение жил, мм <sup>2</sup>	
	алюминиевых	медных
на лотках, в коробах (кроме глухих): для жил, присоединяемых к винто- вым зажимам	2,5	1
для жил, присоединяемых пайкой: однопроволочных	–	0,5
многопроволочных (гибких)	–	0,35
на изоляторах	4	1,5
Незащищенные изолированные прово- да в наружных электропроводках: по стенам, конструкциям или опорам	4	2,5
на изоляторах, вводы воздушных линий под навесами на роликах	2,5	1,5
Незащищенные и защищенные изоли- рованные провода и кабели в трубах, металлических и глухих коробах	2,5	1
Кабели и защищенные изолированные провода для стационарной прокладки (без труб, рукавов, глухих коробов): для жил, присоединяемых к винто- вым зажимам	2,5	1
для жил, присоединяемых пайкой: однопроволочных	–	0,5
многопроволочных (гибких)	–	0,35
Защищенные и незащищенные провода и кабели в замкнутых каналах или за- моноличенные в строительных конст- рукциях или под штукатуркой	2,5	1

### **3. Способы выполнения соединения и ответвления жил проводов и кабелей при ремонте**

Качество ремонта электропроводок в значительной степени зависит от правильного выбора способа соединения, ответвления и оконцевания токопроводящих жил проводов и кабелей, выполнения ремонтных работ. Наибольшее распространение при ремонте

электропроводок и кабельных линий получили следующие способы: электросварка переменным током методом контактного разогрева, термитная сварка, опрессовка методом местного вдавливания, пайка, винтовые сжимы и винтовые присоединения к контактным выводам электрооборудования.

**Подготовка жил для соединения и ответвления.** Предварительно с токопроводящих жил проводов и кабелей снимают изоляцию с помощью специальных клещей и монтерского ножа и очищают жилу от загрязнения ветошью, смоченной в бензине, ацетоне или уайт-спирите. Оголенные участки алюминиевых и медных жил зачищают наждачной бумагой или металлической щеткой до металлического блеска. Алюминиевые жилы при подготовке их под опрессовку зачищают под слоем нейтральной смазки (технического вазелина, кварцевазелиновой пасты). При подготовке алюминиевых жил к сварке или пайке смазку при очистке не применяют.

Длина разделки провода или кабеля зависит от выбранного способа соединения и сечения токопроводящей жилы (табл. 21, 22).

Таблица 21

**Длина разделки при соединении алюминиевых жил проводов и кабелей при ремонтных работах**

Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup>	Длина разделки, мм				методом контактного разогрева по торцам*
	опрессовкой в гильзах	электросваркой	пайкой		
			в скрутке	в гильзе	
2,5	20–30	30–40	50		
4	20–30	30–40	60	–	–
6	20–30	30–40	80	–	–
10	20–30	30–40	90		
16	35			50	
25	35	–	–	50	–
35	35		–	50	80
50	40			60	85
70	40–45	–	–	60	85

\* Для суммарного сечения токопроводящих жил.

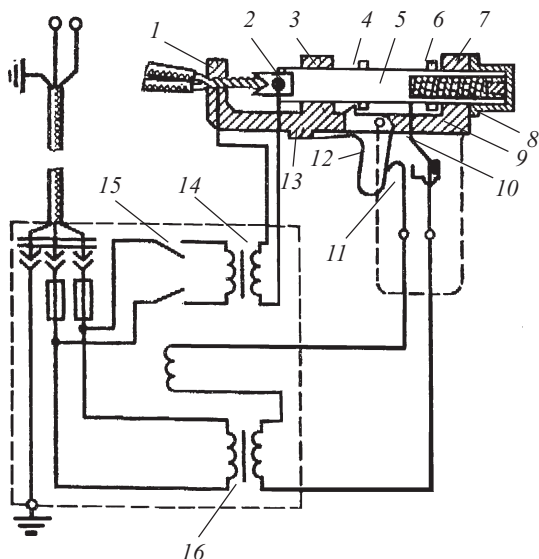
**Длина разделки при ответвлении алюминиевых жил  
проводов и кабелей при ремонтных работах**

Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup>	Длина разделки, мм					
	опрессовкой в гильзах	пайкой			в осветительных сжимах	
		в скрутке		в гильзах или форме	магистральной жилы в сжимах всех типов	ответвляемой жилы в сжимах У730 М, У734 М, У739
		магистральной жилы	ответвляемой жилы			
2,5	20–30	50	65	–	–	30
4	20–30	55	75	–	35	30
6	20–30	60	95	–	35	30
10	20–30	70	105	–	35	30
16	–	–	–	50	35	30
25	–	–	–	50	35	30
35	–	–	–	60	35	60
50	–	–	–	60	55	60
70	–	–	–	60	55	–

**Соединение и ответвление алюминиевых жил электросваркой методом контактного разогрева.** При ремонте электропроводок соединение и ответвление однопроволочных жил сечением от 2,5 до 10 мм<sup>2</sup> выполняют с помощью аппарата ВКЗ-1 или с применением обоймы и клещей с угольными электродами.

ВКЗ-1, которым выполняют сварку скрутки жил общим сечением до 1 мм<sup>2</sup>, состоит из сварочного пистолета с пусковой аппаратурой, сварочного трансформатора, трансформатора цепи управления и угольного электрода (рис. 42). Принцип сварки заключается в том, что при движении угольного электрода пленка оксида  $Al_2O_3$  ломается, а расплавленный алюминий токопроводящих жил перемешивается, чем и обеспечивается при остывании капли жидкого алюминия надежный электрический контакт, имеющий достаточную механическую прочность.

Сварку осуществляют без применения флюса. Торцы скрученных вместе жил на длине 30–40 мм кусачками заостряют с образованием угла 30° и зажимают в губках держателя таким образом, чтобы заостренный торец упирался в лунку угольного электрода, предварительно отведенного назад. Процесс сварки происходит автоматически после нажатия спускового рычага. Сварка прекращается после оплавления жил на заданной длине, определяемой величиной хода подвижного электрода.



**Рис. 42.** Соединение алюминиевых жил электросваркой с помощью аппарата ВКЗ-1 без применения флюса:

1 – губки зажима провода; 2 – угольный электрод; 3, 7 – передняя и задняя стойки с отверстиями; 4, 6 – передний и задний бортики стержня; 5 – полый стержень подачи; 8 – пружина подачи; 9 – сварочный пистолет; 10, 11 – контакты отключения и включения; 12 – спусковой рычаг; 13 – основание сварочного пистолета; 14 – сварочный трансформатор 220/10 В; 15 – реле включения; 16 – трансформатор в цепи управления 220/36 В

Соединение и ответвление алюминиевых жил в клещах с двумя угольными электродами и с применением обоймы выполняют следующим образом. Приготавливают прямоугольные стальные полоски толщиной 0,3–0,5 мм и размером 15 × 150 мм. Снимают изоляцию с соединяемых жил на длине 30–40 мм. Жилы зачищают до блеска, затем укладывают вместе: при соединении две, а при ответвлении – три жилы, обжимают их стальной полоской, образующей обойму так, чтобы торцы токопроводящих жил выступали из обоймы на 2 мм, и зажимают обойму с проводами плоскогубцами. Верхнюю часть обоймы вместе с введенными в нее свариваемыми проводами сжимают угольными электродами клещей (рис. 43).

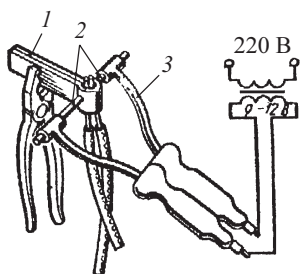
После расплавления концов жил (начало плавления определяют по осадке металла в обойме) и остывания металла снимают обойму, очищают место сварки щеткой из кардоленты и покрывают соединение влагостойким изоляционным лаком. При соединении жил открыто прокладываемых проводов и их ответвлений разгибают жилы у места сварки и изолируют липкой лентой, а соединения, выполнен-

ные в соединительных и ответвительных коробках, изолируют полиэтиленовыми колпачками.

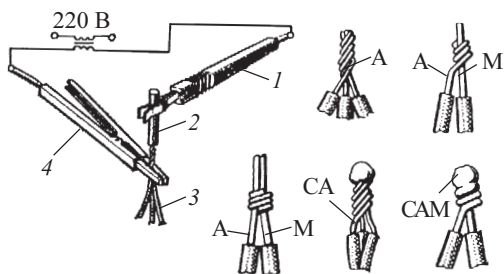
Следует отметить, что электросварка методом контактного разогрева не требует припоя и обеспечивает однородный и стабильный электрический контакт, обладающий необходимой механической прочностью.

При всех способах сварки обязательно применение флюса. Исключение составляет только соединение электросваркой жил сечением  $2,5\text{--}10\text{ мм}^2$  контактным разогревом с применением обоймы или аппаратом ВКЗ-1, когда применение флюса не требуется, так как пленка оксида алюминия удаляется механическим путем.

Соединение алюминиевых жил (сечением  $2,5\text{--}10\text{ мм}^2$ ) между собой и алюминиевых с медными проводами и кабелями (сечением  $1,5\text{--}4\text{ мм}^2$ ) выполняют электросваркой с помощью угольного электрода, установленного в электрододержателе и подключенного ко вторичной обмотке трансформатора напряжением  $9\text{--}12\text{ В}$  (рис. 44). Мощность трансформатора  $0,5\text{ кВ}\cdot\text{А}$ . Цепь замыкают через держатель, в котором зажаты скрученные жилы. Предварительно с концов жил проводов и кабелей снимают изоляцию: у алюминиевых – на длине  $30\text{--}40\text{ мм}$ , а при соединении алюминиевой с медной у первой – на длине  $50\text{--}65\text{ мм}$ , у второй – на длине  $25\text{--}35\text{ мм}$ . Жилы обрабатывают до металлического блеска щеткой из кардоленты или наждачной бумагой. Алюминиевые жилы скручивают, подготавливая их к соединению сваркой. При соединении алюминиевой жилы с медной алюминиевую жилу навивают вокруг медной или вокруг сложенных вместе жил навивают отрезок алюминиевой проволоки сечением, равным сечению соединяемой алюминиевой жилы.



**Рис. 43.** Соединение и ответвление алюминиевых жил электросваркой с применением обоймы: 1 – обойма из стальной полоски; 2 – угольные электроды; 3 – двухэлектродные клещи



**Рис. 44.** Электросварка жил одним угольным электродом:

1 – электрододержатель; 2 – угольный электрод; 3 – алюминиевые однопроволочные провода; 4 – токопроводящий зажим; А – алюминиевые жилы, подготовленные к соединению; М – медные жилы, подготовленные к соединению; СА – сварное соединение алюминиевых жил; САМ – сварное соединение алюминиевой и медной жил

Место соединения покрывают тонким слоем флюса ВАМИ на длине 5–6 мм. Подготовленные концы жил располагают вертикально, зажимают в электрододержателе и сваривают путем прикосновения угольного электрода к их торцам. В процессе сварки угольный электрод прижимают к торцам жил до расплавления алюминия и образования сварного шарика. При сварке алюминиевых жил с медными электрод прижимают к выступающему концу медной жилы до тех пор, пока выступающая часть медной жилы и один-два витка алюминиевой не расплавятся и не образуют сварной шарик.

После сварки контактное электрическое соединение очищают от флюса, покрывают влагостойким электроизоляционным лаком и изолируют.

Соединение и ответвление многопроволочных жил сечением от 16 до 240 мм<sup>2</sup> можно выполнять сваркой по торцам методом контактного разогрева в формах из графитового угля или из стали.

**Соединение, ответвление и оконцевание алюминиевых и медных жил методом опрессования.** В основу метода опрессования положен принцип местного вдавливания трубчатой части соединительной гильзы, а для опрессования медных жил сечением до 2,5 мм<sup>2</sup> – принцип гребенчатого вдавливания. Качество контакта при опрессовке определяется правильным выбором размеров соединительных гильз, рабочего инструмента и зависит от чистоты поверхности жилы и внутренней поверхности гильзы. Для разрушения пленки оксида алюминия перед опрессовкой в гильзу вводят пасту, состоящую из механической смеси вазелина и мелких частиц кварцевого песка. В процессе опрессования частицы кварцевого песка разрушают пленку оксида алюминия, а вазелин предотвращает новое образование пленки.

При опрессовании алюминиевых и медных жил применяют два вида механизмов: механические и гидравлические пресс-клещи, развивающие усилие на пуансоне от 5,5 до 14 кН, а также механические и гидравлические прессы, развивающие усилия от 70 до 200 кН. Наиболее широкое применение имеют пресс-клещи АК-2М и ПК-1М, клещи КГМ, прессы РМП-7, ПГЭМ, ПГР-20М1 и др.

Пресс-клещи ПК-2М предназначены для опрессования алюминиевых жил в гильзах типа ГАО-4 и ГАО-5, а также для оконцевания медных жил сечением 4–6 мм<sup>2</sup> в наконечниках Т и медных жил сечением 1,5–2,5 мм<sup>2</sup> в кабельных кольцевых наконечниках П.

Пресс-клещи ПК-1 рассчитаны для опрессовки алюминиевых соединительных гильз и наконечников на жилах сечением 16–35 мм<sup>2</sup>, а также гильз ГАО-5, ГАО-6 и ГАО-8.

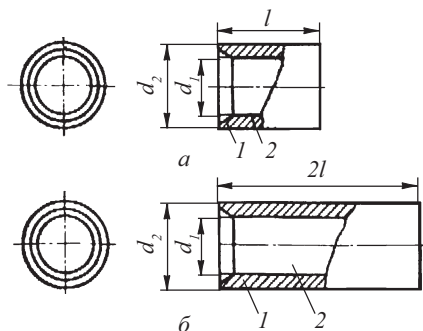
Гидравлические клещи ГКМ предназначены для опрессовки гильз ГАО-4, ГАО-5, ГАО-6, а также гильз типа ГА и наконечников типа ГА

и ТАМ для жил сечением 25 мм<sup>2</sup>, наконечников Т для жил сечением до 10 мм<sup>2</sup> и наконечников кольцевых П.

Ручной механический пресс РМП-7 предназначен для опрессовки кабельных соединительных алюминиевых гильз типа ГА, наконечников типа ТА и ТАМ, а также медных гильз типа ГМ и наконечников типа Т. Опрессовку производят с помощью сменного унифицированного инструмента для двузубого и однозубого вдавливания УНИ-2А, УНИ-1А, УСА, 1УСА и УНИ-1М соответственно для сечений: двузубым 16–120 мм<sup>2</sup> и однозубым – 16–240 мм<sup>2</sup>.

Соединение и ответвление однопроволочных алюминиевых жил сечением 2,5–10 мм<sup>2</sup> опрессовкой выполняют в алюминиевых гильзах типа ГАО (рис. 45) одним местным вдавливанием с вводом в гильзу проводов с одной стороны или при большем количестве ответвляемых жил применяют гильзы удвоенной длины с двусторонним вводом проводов и двумя вдавливаниями.

Соединительные гильзы типа ГАО приведены в табл. 23.



**Рис. 45.** Гильза алюминиевая ГАО: а – для одностороннего заполнения; б – для двустороннего заполнения; 1 – алюминий; 2 – кварцевазелиновая паста

Таблица 23

**Гильзы соединительные типа ГАО (ТУ 34-1441-70)**

Тип гильзы	Размеры гильзы, мм			Масса 1 000 шт., кг
	диаметр		длина $l$	
	внутренний $d_1$	наружный $d_2$		
ГАО-4-1	4	7	11	0,8
ГАО-4-2	4	7	22	1,6
ГАО-5-1	5	9	14	1,7
ГАО-5-2	5	9	28	3,4
ГАО-6-1	6	10	18	2,5
ГАО-6-2	6	10	36	5,1
ГАО-8-1	8	14	18	5,1
ГАО-8-2	8	14	36	10,1

**Примечание.** Г – гильза; А – алюминиевая; О – закрепляемая опрессовкой; ГАО с индексом 2 – гильза двустороннего заполнения.

Выбор гильз типа ГАО для опрессовки алюминиевых жил сечением 2,5–10 мм<sup>2</sup> с подбором соответствующего инструмента (матриц и пуансонов) и механизмов в зависимости от суммарного сечения соединяемых и ответвляемых жил осуществляют по табл. 24.

Таблица 24

**Выбор гильз ГАО, инструментов и механизмов  
для опрессовки алюминиевых жил  
сечением 2,5–10 мм<sup>2</sup>**

Суммарное сечение жил, мм	Тип гильзы	Маркировка инструмента в зависимости от применяемого механизма						Остаточная толщина в месте опрессовки ±0,2 мм
		ГКМ			ПК-1М	ПК-2М		
		Матрица	Пуансон	Матрица	Пуансон	Матрица	Пуансон	
7,5	ГАО-4-1	A4	A4			A4	A4	3,5
15	ГАО-4-2	A4	A4	–	–	A4	A4	3,5
13	ГАО-5-1	A5	A5	A5	A5	A5	A5	4,5
26	ГАО-5-2	A5	A5	A5	A5	A5	A5	4,5
20,5	ГАО-6-1	A5, 4, 6	A5, 4, 6, 7	1A5, 4, A6	1A5, 4, 6, 7, 8	–	–	4,5
41	ГАО-6-2	A5, 4, 6	A5, 4, 6, 7	1A, 4, A6	1A5, 4, 6, 7, 8	–	–	4,5
32,5	ГАО-8-1		–	1A8	1A5, 4, 6, 7, 8	–	–	6,3
65	ГАО-8-2	–	–	1A8	1A5, 4, 6, 7, 8	–	–	6,3

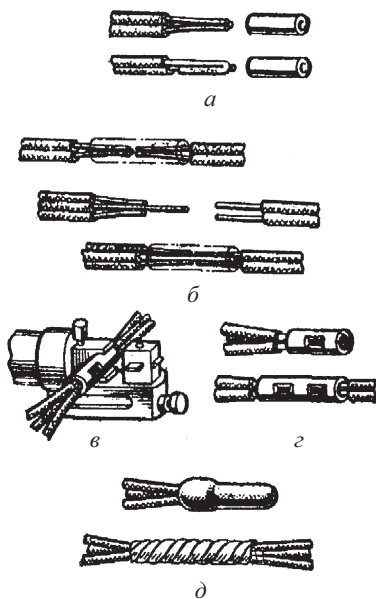


Пуансоны и матрицы гидроклещей ГКМ маркированы по внутреннему диаметру спрессованных гильз в миллиметрах.

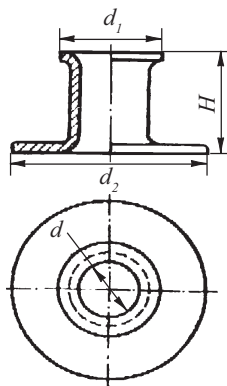
Опрессование при ремонте производят в последовательности, показанной на рис. 46. При суммарном сечении жил меньше номинального, приведенного в табл. 24, в гильзы вводят дополнительные проволоки. В процессе опрессовки вдавливание пуансона в гильзу производят до момента соприкосновения с заплечниками матрицы либо до срабатывания предохранительного устройства. Лунки от вдавливания должны располагаться на одной линии вдоль оси гильзы.

**Оконцевание многопроволочных медных жил сечением 1–2,5 мм<sup>2</sup> в кольцевых наконечниках методом опрессовки.** Оконцевание производят путем обжатия изогнутой в кольцо жилы в кольцевом наконечнике типа П.

Кольцевые кабельные наконечники, закрепляемые опрессовкой, приведены на рис. 47, а их параметры – в табл. 25.



**Рис. 46.** Технологическая последовательность опрессовки алюминиевых проводов в гильзах при ремонте: *а* – подготовка для односторонней опрессовки; *б* – подготовка для двусторонней опрессовки; *в* – процесс опрессовки; *г* – спрессованные соединения в гильзе; *д* – готовые изолированные соединения



**Рис. 47.** Кольцевой кабельный наконечник

**Кольцевые кабельные наконечники типа П (ГОСТ 9688–76)**

Сечение жил, мм <sup>2</sup>	Тип наконечника	Диаметр контактного винта, мм <sup>2</sup>	Размеры, мм			
			<i>d</i>	<i>d</i> <sub>1</sub>	<i>d</i> <sub>2</sub>	<i>H</i>
1 и 1,5	П1	3	3,5	5,6	7,5	4,5
		4	4,5	6,6	8,5	4,5
		5	5,5	7,5	9,5	4,5
2,5	П2	3	3,5	5,1	9,8	5,3
		4	4,5	6,1	10,8	5,3
		5	5,5	7,1	11,8	5,3
		6	6,5	8,1	12,8	5,3

Выбор наконечников, инструмента (пуансонов и матриц) и механизмов в зависимости от сечения оконцовываемых жил производят по табл. 26.

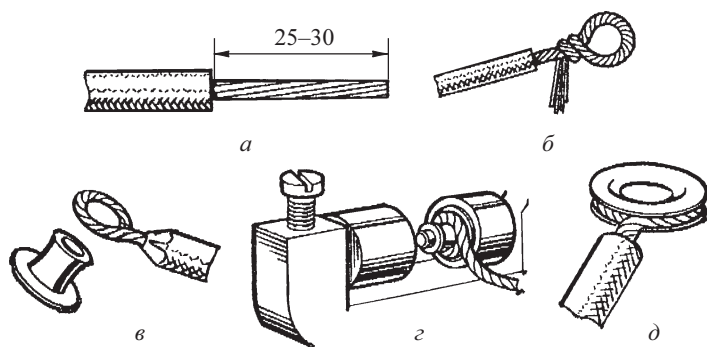
**Выбор кольцевых наконечников типа П, инструмента (пуансонов и матриц) и механизмов для опрессовки многопроволочных медных жил сечением 1–2,5 мм<sup>2</sup>**

Сечение жил, мм <sup>2</sup>	Тип наконечника	Диаметр контактного винта, мм	Маркировка инструмента в зависимости от применяемого механизма			
			ГКМ		ПК-3м	
			Матрица	Пуансон	Матрица	Пуансон
1	П1	3	1,5/3	1,5/3	1,5/3	1,5/3
1,5	П1	3	1,5/3	1,5/3	1,5/3	1,5/3
2,5	П2	3	2,5/3	2,5/3	2,5/3	2,5/3

Последовательность операций при выполнении опрессовки показана на рис. 48.

Перед опрессовкой жила должна быть обязательно скручена в тугий повив. При укладке наконечника и жилы в матрице необходимо следить за тем, чтобы жила в месте выхода из наконечника легла в желобок матрицы, в противном случае она будет деформирована при опрессовке. Обжатие производят до упора торцов пуансона и матрицы.

**Соединение и ответвление алюминиевых и медных жил методом пайки.** Инструмент для пайки жил выбирают в зависимости



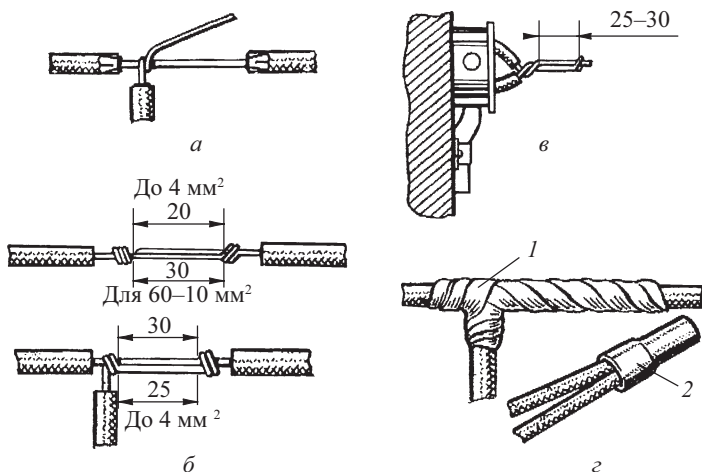
**Рис. 48.** Последовательность опрессовки медных жил сечением 1–2,5 мм<sup>2</sup> в кабельных наконечниках при ремонтных работах: *а* – конец жилы со снятой изоляцией и скрученной в тугий повив; *б* – скрутка жилы в кольцо; *в* – укладка жилы в наконечник; *г* – опрессовка оконцевания; *д* – готовое соединение

от технологии пайки. Соединение и ответвление скруток алюминиевых жил выполняют с помощью пропановоздушных горелок ГПВМ-0,1 и ГПВМ-0,07 или паяльных ламп. Пайку скруток медных жил можно выполнять паяльником. При соединении и ответвлении жил непосредственным сплавлением припоя в форму или медную жилу применяют пропановоздушные горелки ГПВМ-0,1 и ГПВМ-0,5, пропанокислородные или ацетиленокислородные однопламенные горелки с наконечниками от нулевого до третьего номеров или паяльные лампы.

При пайке соединения жил осуществляют расплавленным припоем, температура плавления которого ниже, чем металла соединяемых жил. Для пайки алюминиевых жил чаще всего применяют припой А, медных жил – припой ПОС-30.

**Соединение и ответвление однопроволочных алюминиевых жил сечением до 10 мм<sup>2</sup>.** Зачищенные концы жил соединяют двойной скруткой так, чтобы в месте касания жил образовался желобок, как показано на рис. 49.

Место соединения нагревают пламенем пропанобутановой горелки до температуры, близкой к температуре плавления припоя. Затем с усилием натирают поверхность соединения палочкой припоя, введенной в пламя. Таким образом, жилы проводов освобождаются от пленки оксида, облуживаются и желобок заполняется припоем. Эту операцию повторяют на другой стороне желобка и в местах скрутки жил.



**Рис. 49.** Последовательность соединения и ответвления алюминиевых жил методом пайки:  
*а* – скрутка жил; *б, в* – подготовленные к пайке соединения; *г* – изолирование мест пайки: *1* – липкой лентой; *2* – полиэтиленовым колпачком

Пайку медных жил выполняют с флюсом. Чаще применяют оловянно-свинцовый припой, который наносят на место пайки.

После окончания пайки соединение изолируют. Пайку жил сечением до 1,5 мм<sup>2</sup> включительно рекомендуется выполнять паяльником.

#### 4. Припой, флюсы, способы пайки

**Припой.** Выбирают припой в зависимости от соединяемых металлов или сплавов, от способа пайки, температурных ограничений, размера деталей, требуемой механической прочности, коррозионной стойкости и др.

Таблица 27

##### Легкоплавкие припой

Марка припоя	Температура плавления, °С	Область применения
ПОС 90	222	Пайка деталей и узлов, подвергающихся в дальнейшем гальванической обработке (серебрение, золочение)

Марка припоя	Температура плавления, °С	Область применения
ПОС 61	190	Пайка тонких спиральных пружин в измерительных приборах и других ответственных деталей из стали, меди, латуни, бронзы, когда недопустим или нежелателен высокий нагрев в зоне пайки. Пайка тонких (диаметром 0,05–0,08 мм) обмоточных проводов, в том числе высокочастотных (литцендрата), выводов обмоток, радиоэлементов и микросхем, монтажных проводов в полихлорвиниловой изоляции, а также пайка в тех случаях, когда требуется повышенная механическая прочность и электропроводность
ПОС 50	222	То же, но когда допускается высокая температура нагрева
ПОС 40	235	Пайка толстых проводов токопроводящих деталей неответственного назначения, накопечников, соединений проводов с лепестками, когда допускается более высокий нагрев, чем для ПОС 61 или ПОС 50
ПОС 30	256	Лужение и пайка механических деталей неответственного назначения из меди и ее сплавов, стали и железа
ПОС 18	277	Пайка при пониженных требованиях к прочности шва, лужение перед пайкой. Пайка деталей неответственного назначения из меди и ее сплавов, оцинкованного железа и стали
ПОССу 4-6	265	Пайка погружением в ванну с расплавленным припоем
ПОСК 50	145	Пайка деталей из меди и ее сплавов, не допускающих местного перегрева. Пайка полупроводниковых приборов
ПОСВ 33	130	Пайка плавких предохранителей
ПОСК 47-17	180	Пайка проводов и выводов элементов к слою серебра, нанесенного на керамику методом вжигания

Марка припоя	Температура плавления, °С	Область применения
Авиа-1 Авиа-2	200 250	Пайка тонкостенных деталей из алюминия и его сплавов
Сплав Розе Сплав д'Арсе Сплав Вуда	97,3 79,0 60,5	Пайка и лужение, когда требуется особо низкая температура плавления припоя

Наиболее широко применяют в любительской практике легкоплавкие припои. Рекомендации по их применению, на основании которых можно выбрать припой, приведены в табл. 27. Буквы ПОС в марке припоя означают припой оловянно-свинцовый, цифры – содержание олова в процентах. Для получения специальных свойств в состав оловянно-свинцовых припоев вводят сурьму, кадмий, висмут и другие металлы. Например, ПОССу 4–6 – оловянно-свинцовый припой с добавлением сурьмы, ПОСК 50 – кадмия, ПОСВ 33 – висмута.

Выпускают легкоплавкие припои в виде литых чушек, прутков, проволоки, лент фольги, порошков, трубок диаметром от 1 до 5 мм, заполненных канифолью, а также в виде паст, составленных из порошка припоя и жидкого флюса.

**Флюсы** растворяют и удаляют оксиды и загрязнения с поверхности паяемого соединения. Кроме того, во время пайки они защищают от окисления поверхность нагреваемого металла и расплавленный припой. Все это способствует увеличению растекаемости припоя, а следовательно, улучшению качества пайки.

Флюс выбирают в зависимости от соединяемых пайкой металлов или сплавов и применяемого припоя, а также от характера сборочно-монтажных работ.

Остатки флюса, особенно активного, и продукты его разложения нужно удалять сразу после пайки, так как они загрязняют места соединений и являются очагами коррозии.

При монтаже электро- и радиоаппаратуры наиболее широко применяют канифоль и флюсы, приготовляемые на ее основе с добавлением неактивных веществ – спирта, скипидара, глицерина. Остаток канифоли негигроскопичен и является хорошим диэлектриком.

Данные о флюсах, наиболее часто применяемых в любительской практике, приведены в табл. 28 и 29.

**Пайка алюминия припоями ПОС** затруднительна, но все же возможна, если оловянно-свинцовый припой содержит не менее 50 % олова (ПОС 50, ПОС 61, ПОС 90).

В качестве флюса применяют минеральное масло. Лучшие результаты получаются при использовании щелочного масла. Удовлетворительное качество пайки обеспечивает минеральное масло для швейных машин и точных механизмов.

Т а б л и ц а 28

### Бескислотные флюсы

Состав, %	Область применения	Способ удаления остатков
Канифоль светлая	Пайка меди, латуни, бронзы легкоплавкими припоями	Протирка кистью или тампоном, смоченным в спирте или ацетоне
Канифоль – 15–18; спирт этиловый – остальное (флюс спирто-канифольный)	То же, и пайка в труднодоступных местах	То же
Канифоль – 6; глицерин – 14; спирт (этиловый или денатурированный) – остальное (флюс глицерино-канифольный)	То же, при повышенных требованиях к герметичности паяного соединения	»»»

Т а б л и ц а 29

### Активные (кислотные) флюсы

Состав, %	Область применения	Способ удаления остатков
Хлористый цинк – 25–30; соляная кислота – 0,6–0,7; вода – остальное	Пайка деталей из черных и цветных металлов	Тщательная промывка в воде
Хлористый цинк (насыщенный раствор) – 3,7; вазелин технический – 85; дистиллированная вода – остальное (флюс-паста)	То же, когда по роду работы удобнее пользоваться пастой	То же

Состав, %	Область применения	Способ удаления остатков
Канифоль – 24; хлористый цинк – 1; спирт этиловый – остальное	Пайка цветных и драгоценных металлов (в том числе золота), ответственных деталей из черных металлов	Промывка в ацетоне
Канифоль – 16; хлористый цинк – 4; вазелин технический – 80 (флюс-паста)	То же, для получения соединений повышенной прочности, но только деталей простой конфигурации, не затрудняющей промывку	То же
Хлористый цинк – 1,4; глицерин – 3; спирт этиловый – 40; вода дистиллированная – остальное	Пайка никеля, платины и сплавов, в которые входит платина	Тщательная промывка в воде

На место пайки наносят флюс и поверхность алюминия под слоем масла зачищают скребком или лезвием ножа, чтобы удалить всегда присутствующую на поверхности алюминия оксидную пленку. Паяют хорошо нагретым паяльником. Для пайки тонкого алюминия достаточна мощность паяльника 50 Вт, для алюминия толщиной 1 мм и более желательна мощность 90 Вт. При пайке алюминия толщиной более 2 мм место пайки нужно предварительно прогреть паяльником и только после этого наносить флюс.

**Пайка алюминия припоем П250А.** Припой содержит 80 % олова и 20 % цинка. Коррозионная стойкость паяных швов, выполненных припоем П250А, несколько ниже, чем выполненных оловянно-свинцовыми припоями.

Флюс представляет собой смесь олеиновой кислоты и йодида лития. Йодид лития (2–3 г) помещают в пробирку или колбу и добавляют 20 мл (около 20 г) олеиновой кислоты (в состав флюса может входить от 5 до 17 % йодида лития). Смесь слегка подогревают, опустив пробирку в горячую воду, и перемешивают до полного растворения соли. Готовый флюс сливают в чистую стеклянную посуду и охлаждают. Если используется водная соль лития, то при ее растворении на дно пробирки опускается слой водной смеси, а флюс всплывает и его осторожно сливают.



Перед пайкой жало хорошо прогретого паяльника (температура жала должна быть около 350 °С) зачищают и лудят припоем П250А, пользуясь чистой канифолью. Соединяемые поверхности деталей смачивают флюсом, лудят и паяют. После охлаждения остатки флюса удаляют тампоном из ткани, смоченным в спирте, и покрывают шов защитным лаком.

Флюс в процессе пайки не выделяет токсичных или обладающих резким запахом веществ. С ткани и кожи рук он легко смывается водой с мылом.

**Пайка нихрома** (нихром с нихромом, нихром с медью и ее сплавами, нихром со сталью) может быть осуществлена припоем ПОС 61, ПОС 50, хуже – ПОС 40 с применением флюса следующего состава, г: вазелин – 100, хлористый цинк в порошке – 7, глицерин – 5. Флюс готовят в фарфоровой ступке, в которую кладут вазелин, а затем последовательно добавляют, хорошо перемешивая до получения однородной массы, хлористый цинк и глицерин.

Соединяемые поверхности тщательно зачищают шлифовальной шкуркой и протирают ваткой, смоченной в 10%-ном спиртовом растворе хлористой меди, флюсуют, лудят и только после этого паяют.

**Паяльная паста.** При пайке в домашних условиях припой обычно наносят с помощью горячего паяльника. Контролировать количество расплавленного припоя, переносимое паяльником, крайне затруднительно: оно зависит от температуры плавления припоя, температуры и чистоты жала и от других факторов. Не исключено при этом попадание капель расплавленного припоя на проводники, корпуса элементов, изоляцию, что приводит иногда к нежелательным последствиям. Это заставляет вести работу крайне осторожно и аккуратно, и все же бывает трудно добиться хорошего качества пайки.

Облегчить пайку и улучшить ее можно с помощью паяльной пасты. Для приготовления пасты напильником измельчают припой и смешивают его опилки со спиртоканифольным флюсом. Количество припоя в пасте подбирают опытным путем. Если паста получилась слишком густой, в нее добавляют спирт. Хранить пасту нужно в плотно закрывающейся посуде. На место пайки пасту наносят небольшими дозами металлической лопаточкой.

Применение паяльной пасты позволяет избежать перегрева малогабаритных деталей и полупроводниковых приборов.

**Паяльная лента** незаменима при сращивании проводов, трубок, стержней, когда нет возможности воспользоваться электрическим паяльником.

Чтобы изготовить паяльную ленту, необходимо сначала составить пасту из порошка припоя, канифоли и вазелина. Порошок получают путем опилования прутка припоя напильником с крупной насечкой (мелкая забивается припоем). Приготовленную пасту наносят тонким ровным слоем на миткалевую ленту.

Место пайки обматывают в один слой паяльной лентой, смачивают бензином или керосином и поджигают. Предварительно соединяемые поверхности желательнее облудить.

**Лужение проводов в эмалевой изоляции.** При зачистке выводных концов обмоточных проводов ЛЭШО, ПЭЛШО, ПЭЛ и ПЭВ при помощи наждачной бумаги или лезвия нередко делают надрезы и обрывы тонких жил провода. Зачистка проводов путем обжига также не всегда дает удовлетворительные результаты из-за возможного оплавления проводов малого сечения. Кроме того, в месте обжига провод теряет прочность и легко обрывается.

Для зачистки эмалированных проводов малого сечения можно использовать полихлорвиниловую трубку. Отрезок трубки кладут на дощечку и, прижимая провод к трубке плоскостью жала хорошо разогретого паяльника, легким усилием 2–3 раза протягивают провод. При этом одновременно происходит разрушение эмалевого покрытия и лужение провода. Применение канифоли при этом необязательно. Вместо полихлорвиниловой трубки можно воспользоваться обрезками монтажного провода или кабеля в полихлорвиниловой изоляции.

Эмалированный провод ПЭЛ, ПЭВ, ПТВ любого диаметра можно лудить с помощью аспириноканифольной пасты. Аспирин и канифоль нужно растолочь в порошок и смешать (в соотношении 2 : 1). Полученную смесь развести этиловым спиртом до пастообразного состояния. Конец провода погружают в пасту и жалом горячего паяльника с небольшим усилием проводят по проводу или перемещают провод под жалом. При этом эмаль разрушается и провод лудится. Для удаления остатков ацетилсалициловой кислоты (аспирина) провод еще раз лудят с чистой канифолью.

**Вместо припоя – клей.** Часто бывает необходимо паять провод к детали, изготовленной из металла, трудно поддающегося пайке, – нержавеющей стали, хрома, никеля, сплавов алюминия и др. В таких случаях для обеспечения надежного электрического и механического контактов можно использовать следующий способ.

Деталь в месте присоединения провода тщательно зачищают от грязи и оксидов и обезжиривают. Луженый конец провода обмакивают

в клей БФ-2 и жалом нагретого паяльника прижимают к месту соединения в течение 5–6 с. После остывания на место контакта наносят 1–2 капли эпоксидного клея и сушат до полного затвердевания.

**Сварка вместо пайки** значительно сокращает время, затрачиваемое на монтажные работы. Электросварка дает соединения, выдерживающие последующий нагрев при высоких температурах, не требует припоев, флюсов, предварительного лужения, позволяет соединять черные металлы и их сплавы (например, провода электронагревательных приборов).

Для сварки необходимо иметь источник постоянного или переменного тока напряжением 6–30 В, обеспечивающий силу тока не менее 1 А. Электродом для сварки служит графитовый стержень от использованных батарей КБС или других, заточенный под углом 30°–40°. В качестве держателя электрода можно использовать щуп от авометра с наконечником «крокодил».

В местах будущей сварки предварительно зачищенные проводники скручивают жгутом и соединяют с одним из полюсов источника тока. Электродом, соединенным с другим полюсом источника тока, разогревают место, подлежащее сварке. Расплавленный металл образует соединение каплевидной формы. По мере выгорания графита в процессе работы электрод следует затачивать.

С приобретением навыка сварка получается чистой, без окалины.

Вести сварку необходимо в светозащитных очках.

**«Паяльную кислоту»** (хлористый цинк) готовят путем растворения металлического цинка в соляной кислоте из расчета 412 г/л (при плотности соляной кислоты 1,19 г/см<sup>3</sup>). Кислоту осторожно и постепенно вливают в посуду с кусочками цинка, причем уровень не должен превышать 3/4 глубины посуды. Окончательное растворение цинка в кислоте определяют по прекращению выделения пузырьков водорода. Полученный раствор хлористого цинка отстаивают до прозрачности и аккуратно сливают в пузырек.

Вместо «паяльной кислоты» можно использовать флюс, составленный из равных частей (по массе) хлористого аммония и глицерина. При этом место пайки не окисляется. Флюс пригоден и для пайки нержавеющей стали.

Ацетоноканифольный флюс не уступает по качеству спиртоканифольному. Он хорошо смачивает поверхность и легко затекает в зазор между паяемыми деталями. Поэтому при отсутствии спирта

можно приготовить флюс и на ацетоне, взяв его в том же относительном количестве. Однако необходимо помнить, что ацетон токсичен и обладает резким неприятным запахом, поэтому работать с таким флюсом можно только при хорошей вентиляции в помещении.

Хранить жидкий и полужидкий флюс (спиртоканифольный, «паяльную кислоту» и др.) удобно в полиэтиленовой масленке, хоботок которой закрывают специальной пробкой. С помощью такой масленки можно легко и быстро нанести требуемое количество флюса на место пайки. При этом флюс расходуется значительно экономнее, уменьшается испарение его растворителя, пайка получается более чистой и аккуратной.

Припаять шарикоподшипник к фланцу можно с помощью припоя ПОС 61 и флюса следующего состава: спирт этиловый – 73 мл, канифоль – 20 г, солянокислый анилин – 5 г, триэтаноламин – 2 г. Перед окончательной сборкой узла детали следует обезжирить, после пайки – промыть узел в бензине, а подшипник смазать.

Для сращивания проводов из сплавов высокого сопротивления (нихром, константан, манганин и др.) можно использовать простой способ, не требующий какого-либо специального инструмента.

Провода в месте их соединения зачищают и скручивают. Затем пропускают через них ток такой силы, чтобы место соединения накалилось докрасна. На это место пинцетом кладут кусочек ляписа, который при нагревании расплавляется, в результате чего в месте соединения образуется хороший электрический контакт.

Тонкие медные провода можно сваривать в пламени спиртовки или спички. Для этого их зачищают на 20 мм, складывают, аккуратно скручивают и нагревают до тех пор, пока не образуется шарик расплавленного металла, дающий надежный контакт.

Лудить алюминиевую поверхность перед пайкой легче, если ее предварительно омеднить. Для этого место пайки зачищают и аккуратно наносят на него две-три капли насыщенного раствора медного купороса. Далее к алюминиевой детали подключают отрицательный полюс источника постоянного тока, а к положительному полюсу присоединяют кусок медной проволоки, конец которой опускают в каплю купороса так, чтобы проволока не касалась алюминия. Через некоторое время на поверхности детали осядет слой красной меди, который после промывания и сушки лудят обычным способом. В качестве источника тока можно использовать батарейку от карманного фонаря.

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ КАБЕЛЬНЫХ И ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 кВ

### 1. Устройство кабельных линий

Кабельная линия – линия, служащая для передачи электроэнергии и состоящая из одного или нескольких параллельно проложенных кабелей с соединительными и концевыми муфтами, крепежными деталями и конструкциями. В кабельных линиях напряжением до 1 кВ в электроустановках с глухозаземленной нейтралью применяют четырехжильные силовые кабели. Кабели прокладывают на открытом воздухе по опорным конструкциям стен, каналов, лотков, а также в земле, траншеях, блоках и туннелях.

Вертикальную и наклонную прокладку разрешается делать кабелем с обедненно-пропитанной изоляцией, с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающей массой (церезин) или с резиновой и пластмассовой изоляцией (табл. 30).

Таблица 30

**Наибольшая допустимая разность уровней  
между высшей и низшей точками  
расположения кабелей на трассе**

Прокладываемые кабели	Допустимая разность уровней прокладываемых кабелей, м, в оболочке	
	свинцовой	алюминиевой
С нормально пропитанной бумажной изоляцией: бронированные небронированные	25	25
	20	25
С обедненно-пропитанной бумажной изоляцией	100	Без ограничений
С нестекающим пропиточным составом	Без ограничений	То же
С поливинилхлоридной и резиновой изоляцией	То же	» »

При открытой прокладке кабеля внутри помещений по стенам, перекрытиям и в каналах применяют сборные кабельные конструкции, которые представляют собой металлические стойки с проштам-

пованными в них фигурными отверстиями и полки с хвостовиками, закрепляемыми в отверстиях стоек.

Стойки и кронштейны крепят к строительным элементам зданий. Соединительные муфты, концевые заделки кабеля прокладывают и крепят на опорных конструкциях. Кабели мелкого сечения крепят металлическими скобами с одной или двумя лапками, прикрепленными к стенам, колоннам и т. д.

Внутри сооружений применяют бронированные кабели без джутового покрова и небронированные кабели в свинцовой или пластмассовой оболочке. При прокладке кабелей в траншеях соблюдают нормированные расстояния от элементов зданий, зеленых насаждений, трубопроводов, рельсовых путей электрифицированного транспорта. Кабель прокладывают на глубине 0,7–0,8 м «змейкой» с запасом (1–3 % его длины) для исключения механических напряжений при смещениях почвы и температурных деформаций. Ширина траншеи зависит от числа проложенных в ней кабелей. На дно траншеи насыпают слой чистой земли или слой песка толщиной 100 мм, а после укладки кабель засыпают слоем песка или чистой земли толщиной 100 мм. Кабели напряжением до 1 кВ защищают от механических повреждений только в местах интенсивного движения транспорта и возможных раскопок земли.

Расстояние в траншее между кабелями допускается не менее 100 мм. От фундаментов зданий кабель прокладывают на расстоянии не менее 0,6 м, от стволов деревьев – не менее 2 м, кустарников – не менее 1 м, холодных трубопроводов – не менее 0,5 м, теплотрубопроводов – не менее 2 м, от электрифицированной железной дороги – не менее 10 м. Пересечения кабелями электрифицированных дорог выполняют в асбестоцементных, а неэлектрифицированных – в стальных трубах. Во избежание нарушения изоляции жил и оболочек кабеля при изгибании на поворотах трассы соблюдают радиусы кривизны в зависимости от конструкции кабеля. Радиусы изгиба выражаются числом наружных диаметров кабеля. Так, для одножильных кабелей с бумажной изоляцией в свинцовой оболочке радиус изгиба должен быть не менее 25 диаметров.

## **2. Техническое обслуживание кабельных линий**

Эксплуатационная надежность кабельных линий зависит от выполнения комплекса мероприятий (осмотров, ремонтов, профилактических испытаний). На каждую кабельную линию заводят паспорт, содержащий технические данные, в который систематически в процессе эксплуатации заносят сведения о проведенных ремонтах и испытаниях.

Надзор за состоянием трасс и кабелей заключается в проведении периодических обходов и осмотров. Сроки осмотров кабельных трасс,

проложенных в земле, туннелях и коллекторах, устанавливают согласно местной инструкции (но не реже 1 раза в 3 мес.).

Весной в период паводка производят внеочередные обходы кабельных трасс. Кабельные колодцы осматривают не реже 1 раза в 6 мес., а концевые муфты – 1 раз в год. При осмотре открыто проложенных кабелей проверяют исправность концевых муфт, антикоррозионных покрытий, температуру нагрева поверхностей кабелей, маркировку, защиту от механических повреждений, наличие крепежных деталей, вмятин брони и т. д.

Все дефекты и нарушения, обнаруженные во время обходов и осмотров кабельных трасс, записывают в журнал дефектов и сообщают техническому руководителю. Эти замечания выполняют в зависимости от объема работ по их устранению (немедленно или включают в план капитального ремонта). Землеройные машины могут работать на расстоянии не менее 1 м от кабелей. Отбойные молотки применяют для рыхления грунта над кабелями на глубину не более 0,3 м при заглублении кабеля 0,7 м и более. В период морозов в зоне расположения кабелей необходимо для работ предварительно отогревать грунт. Во избежание повреждения кабеля толщина слоя грунта над кабелем и источником тепла должна быть не менее 25 см.

Надежность работы кабельной линии в значительной степени зависит от температуры нагрева элементов кабеля в процессе эксплуатации. При превышении температуры выше допустимой ухудшаются изоляционные и механические свойства изоляции кабеля. Длительно допустимые температуры токоведущих жил не должны превышать: для кабелей с бумажной изоляцией – 80 °С; для кабелей с резиновой и полихлорвиниловой изоляцией – 65 °С. Допустимые токи нагрузки зависят от способа прокладки кабеля (табл. 31).

Таблица 31

**Допустимые длительные токовые нагрузки  
на четырехжильные кабели с бумажной  
пропитанной изоляцией с алюминиевыми жилами  
в свинцовой или алюминиевой оболочке**

Сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Кабели, проложенные		Сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Кабели, проложенные	
	в земле	в воздухе		в земле	в воздухе
4	38	27	50	165	110
6	46	35	70	200	140
10	65	45	90	240	165
16	90	60	120	270	200
25	115	75	150	305	230
35	135	95	185	345	260

Надежность работы кабельной линии определяется состоянием оболочки кабеля. При нарушении ее герметичности происходит проникание воздуха и влаги внутрь кабеля, что приводит к уменьшению прочности изоляции и ее электрическому пробое. Металлическая оболочка кабеля может разрушаться вследствие химического или электрического взаимодействия с окружающей средой. Особенно часто разрушаются оболочки кабельных линий, проложенных в земле, от электрокоррозии, вызываемой блуждающими токами электрифицированного рельсового транспорта, где в качестве обратного провода используют рельсовые пути. При нарушении контакта в стыках рельсов увеличивается активное сопротивление рельсовых путей и часть тока ответвляется в землю. Встретив на пути металлические оболочки кабелей с малым сопротивлением, ток идет по ним и уходит к отрицательному полюсу источника питания. Растворение металла оболочки кабеля происходит в месте ухода тока с оболочки.

С помощью замеров определяют разность потенциалов между оболочкой кабеля и землей, плотность тока, стекающего с кабеля в землю, напряжение и силу тока, протекающего по оболочке. Опасными зонами считаются участки, где оболочки кабеля имеют положительный потенциал по отношению к земле или разность потенциалов относительно зоны с нулевым потенциалом.

Для защиты кабелей применяют катодную, протекторную защиты или электрический дренаж.

*Катодная защита* с помощью внешнего источника постоянного тока создает отрицательную полярность у защищаемого металла (броня и металлическая оболочка кабеля).

*Протекторная защита* применяется при малых блуждающих токах в анодной и знакопеременной зонах, при наличии положительного потенциала оболочки кабеля, не превышающего по отношению к земле 0,3 В. Защита заключается в том, что электрод (протектор), подключенный к оболочке кабеля, состоит из сплава металла, обладающего более высоким отрицательным потенциалом, чем оболочка кабеля. Это обуславливает циркуляцию тока от оболочки к электроду.

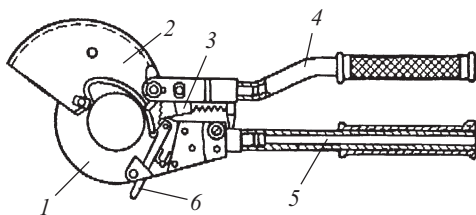
*Защита методом электрического дренажа* заключается в использовании металлической перемычки, отводящей блуждающие токи с оболочек кабелей в рельсы или зону земли, где блуждающие токи отсутствуют. При этом оболочки кабелей приобретают отрицательный потенциал и процесс их коррозии прекращается.



### 3. Ремонт кабельных линий

Мероприятия, которые необходимо учитывать при организации ремонтных работ на кабельных линиях, приведены в табл. 32, а комплект инструментов и приспособлений монтера-кабельщика – в табл. 33. В процессе ремонта кабельных линий часто приходится применять резку отдельных медных и алюминиевых жил, а также бронированных и небронированных кабелей. Для этого используют секторные ножницы (рис. 50) трех типоразмеров: НС-1; НС-2; НС-3. Трудоемкой и часто встречающейся операцией при ремонте кабелей является их разделка.

**Разделка кабелей с бумажной изоляцией** (рис. 51). С помощью кабельной линейки или по специальным таблицам определяют размеры разделки и разматывают наружный джутовый покров до бандажа, который предварительно накладывают на поверхность джута.



**Рис. 50.** Секторные ножницы НС-2:

1, 2 – неподвижный и подвижный ножи; 3, 6 – ходовая и стопорная собачки; 4, 5 – подвижная и неподвижная рукоятки



**Рис. 51.** Разделка кабелей с бумажной изоляцией:

а – размотка защитного покрова; б – надрезание брони; в – снятие брони; г – надрезание оболочки; д – удаление полоски; е – снятие оболочки; ж – винтовое надрезание алюминиевой оболочки

Бандаж изготавливают из вязальной проволоки диаметром 1–1,5 мм (2–3 витка). Материал покрова не удаляют, а наматывают на неразделяемый участок кабеля для последующего использования при монтаже муфт.

Таблица 32

**Организационные мероприятия при ремонтах  
на кабельных линиях**

Вид работ	Требование	Пояснение
Земляные	<p>Перед рытьем траншей или котлована необходимо получить разрешение на выполнение этих работ от соответствующей организации</p> <p>При появлении вредных газов земляные работы немедленно прекращают, а рабочих удаляют из опасных мест</p>	<p>В разрешении точно указывают месторасположение ближайших подземных сооружений</p> <p>Дальнейшие земляные работы допустимы, если произведена соответствующая проверка индикатором, а работающие обеспечены противогазами</p>
Механизированные земляные	Не допускается применение землеройных машин на расстоянии ближе 1 м от трассы кабелей, а клинбабы – на расстоянии ближе 5 м	Землеройные машины могут вскрывать грунт на глубину, при которой до кабеля остается слой не менее 0,4 м
Укрепление и подвеска муфт и кабелей	Открытые муфты необходимо укреплять на прочной доске, подвешенной с помощью проволоки или троса к перекинутым через траншею брускам. При подвешивании кабелей нельзя их смещать. Использовать для подвешивания открытых кабелей соседние кабели или трубопроводы не разрешается	На открытые кабели надевают заранее приготовленные деревянные короба

Вид работ	Требование	Пояснение
Ограждение места работы	На короба, закрывающие открытые кабели, необходимо вывешивать плакаты по ТБ	–
Вскрытие муфты или разрезание кабеля	Необходимо следить, чтобы эти операции производились на кабеле, подлежащем ремонту, кабель должен быть отключен	Обнаружение кабеля, подлежащего ремонту, производят в кабельных сооружениях и производственных помещениях – тщательной проверкой (прослеживанием), сверкой расположения кабеля с чертежами и схемами раскладки, по биркам; при прокладке в земле пучка кабелей – сверкой их расположения с чертежами раскладки (работы выполняются по наряду)
Определение неисправного кабеля	При сомнениях в правильности определения кабеля, подлежащего ремонту, нужно проверить отсутствие напряжения на нем кабелеискательным индукционным аппаратом	Если нет кабелеискательного аппарата, применяют указатель, работающий по принципу прохождения активного тока
Механический прокол кабеля, проложенного в земле	Металлическую часть приспособления перед выполнением прокола следует заземлить	Отсутствие напряжения проверяют специальным прокалывающим приспособлением, имеющим стальную иглу, которая проходит сквозь броню до жил и замыкает их. Рукоятку приспособления изолируют от стальной иглы

Вид работ	Требование	Пояснение
Пережатка барабанов и прокладка кабеля	<p>При пережатке барабана с кабелем необходимо принимать меры против захвата выступающими частями барабана одежды рабочих</p> <p>При прокладке кабеля рабочим запрещается стоять внутри углов поворота, а также поддерживать кабель вручную на поворотах трассы</p> <p>Перемещение и сдвиг кабелей, а также переноску муфт следует производить только после отключения кабеля</p>	<p>Барабаны допускаются перекачивать только по горизонтальной поверхности, твердому грунту или прочному настилу</p> <p>На поворотах трассы должны быть установлены угловые ролики</p> <p>Допускается перемещение и сдвиг кабеля, находящегося под напряжением, при выполнении требований ПТБ</p>
Работа в колодцах и туннелях	Смесь воздуха с газом в колодцах и туннелях взрывоопасна, поэтому запрещается пользоваться для открывания колодца стальным ломом, кувалдой или другими предметами, могущими вызвать искру	Перед началом осмотра или работы в колодцах и туннелях, не имеющих приточно-вытяжной вентиляции, их проверяют на отсутствие горючих и вредных для дыхания газов

Таблица 33

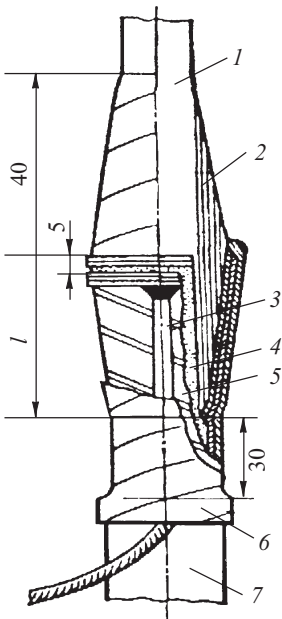
### Комплект инструментов и приспособлений монтера-кабельщика

Инструмент	Количество, шт.	Применение
Клещи ПК с набором пуансонов и матриц	1	Для опрессовки кабельных наконечников на токопроводящих жилах сечением 16–50 мм <sup>2</sup>

Инструмент	Количество, шт.	Применение
Механический пресс РМП-7 или гидропресс с электрическим приводом ПГЭП-2. Гидропресс РГП-7м с комплектом пуансонов и матриц	1	То же, для жил сечением 16–240 мм <sup>2</sup>
Печь	1	Для обогрева рабочих и разогрева кабельной массы
Бензиновая паяльная лампа емкостью 0,5 л	1	Для нагрева концов жил кабеля
Малогобаритная газовая горелка с баллоном емкостью 0,7 или 1,5 л	1	Для пайки и разогрева кабельной массы
Драчевые напильники (комплект): плоский 12" трехгранный 10" круглый 10"	4	Для зачистки брони и жил кабеля
Раздвижной станок с набором полотен (6 шт.)	1	Для резки брони
Стальной кронциркуль	1	Для измерения диаметра кабеля
Монтерские плоскогубцы с изолирующими ручками	1	Для слесарных работ
Острогубцы	1	
Разводные гаечные ключи № 3	2	
Слесарный молоток (масса 600 г)	1	
Слесарное зубило (длина 250 мм, ширина режущей части 20–25 мм)	1	
Ковш и ложка-чумичка	2	Для разливки припоя
Щетка из стальной проволоки	1	Для зачистки кабельных стыков
Стальной лом с заостренным и плоским концами	1	Для земляных работ
Саперная лопата	1	То же

Инструмент	Количество, шт.	Применение
Ведро с крышкой (емкость 10–12 л)	1	Для разогрева кабельной массы
Кастрюля	1	Для подогрева изолирующих бумажных роликов и рулонов
Термометр в металлической защитной оправе со шкалой до 250 °С	1	–
Подбойка	1	Для подъема оболочки кабеля
Кабельные ножи с выдвижным лезвием или режущим диском	2	Для резки оболочки

При разделке кабелей напряжением 6 кВ, имеющих экраны, состоящие из полупроводящей бумаги и металлических лент, необходимо выполнять заземление металлических экранов. Металлические



**Рис. 52.** Конусная разделка контрольных и силовых кабелей с резиновой изоляцией

ленты экрана сматывают с кабеля на расстояние 50–60 мм от конца корешка и отрезают, а оставшуюся часть отгибают на предварительно зачищенную броню. Под общий бандаж укладывают ленты экранов и заземляющий проводник и пропаяют места контакта. Полупроводящую бумагу оставляют на участке длиной 40 мм от линии отгиба экранов и закрепляют бандажом из суровых ниток. Полиэтиленовую изоляцию от нижней части разделки до оголенных участков жил защищают трубкой или липкой лентой. Для пайки медных экранов к броне используют припой ПОССу30-2; алюминиевые экраны припаивают припоем А.

При разделке кабелей напряжением 10 кВ необходимо производить конусную подмотку под экраны. Ленты экрана и полупроводящей бумаги скрепляют на расстоянии 30 мм от кромки брони бандажом и разматывают до этого бандажа, но не отрезают. Конусную подмотку (рис. 52) выполняют из липкой полиэтиленовой или поливинилхлоридной ленты (в зависимости от материала

изоляции жил). Размеры конусных подмоток приведены в табл. 34. На конусной подмотке восстанавливают слой полупроводящей бумаги, которую скрепляют нитяными бандажами. Концы экранной ленты наматывают поверх черной бумаги, размечают и отрезают излишки так, чтобы черная бумага выступала из-под экрана на 5 мм.

Таблица 34

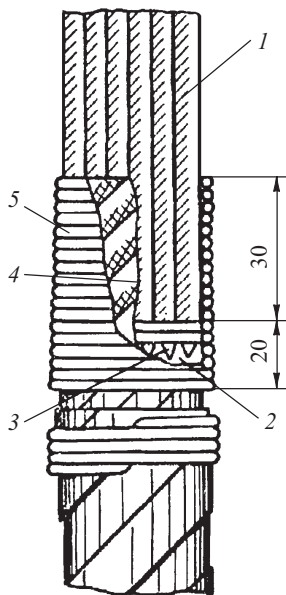
**Размеры конусной подмотки для заделок кабелей напряжением 10 кВ**

Сечение жил кабеля, мм <sup>2</sup>	Размеры подмотки, мм	
	<i>a</i>	<i>l</i>
До 16	6	40
25–70	4	50
95–150	3,5	55

Подмотка под экраны новой или пластмассовой изоляцией показана на рис. 53.

С поверхности жил снимают прорезиненную ткань до корня разделки, а поверхность резины защищают двумя слоями липкой ленты ПВХ вполнахлеста или поливинилхлоридными трубками на всю длину изоляции. Корешок разделки заполняют густым перхлорвиниловым составом № 2 толщиной до 15 мм. Поверх корешка накладывают подмотку из двух слоев с заходом на оболочку на 15–20 мм. Подмотка должна перекрывать на 3–5 мм область, заполненную составом № 2. Поверх подмотки накладывают бандаж из крученого шпагата диаметром 1 мм и пропитывают его жидким перхлорвиниловым составом № 1.

Оконцевание изоляции жил разделанных контрольных кабелей осуществляют с помощью маркировочных муфт, изоляционных маркировочных оконцевателей, а также наборных оконцевателей из липкой маркировочной ленты. В зависимости от назначения кабеля маркируют пластмассовыми или алюминиевыми бирками различной формы (табл. 35).



**Рис. 53.** Разделка контрольного кабеля с резиновой или пластмассовой изоляцией:

1 – трубка из поливинилхлоридного пластика; 2 – оболочка; 3 – бандаж из ниток; 4 – подмотка липкой поливинилхлоридной лентой; 5 – бандаж из шпагата

## Кабельные бирки

Форма	Марка		Кабели
	алюминиевой	пластмассовой	
Круг	БКА-1	БКП-1	Силовые, выше 1 кВ
Прямоугольник	БКА-2	БКП-2	Силовые, до 1 кВ
Овал	БКА-3	БКП-3	Контрольные
Шестигранник	БКА-4	БКП-4	КИП и А
Квадрат	БКА-5	БКП-5	Связи ТО

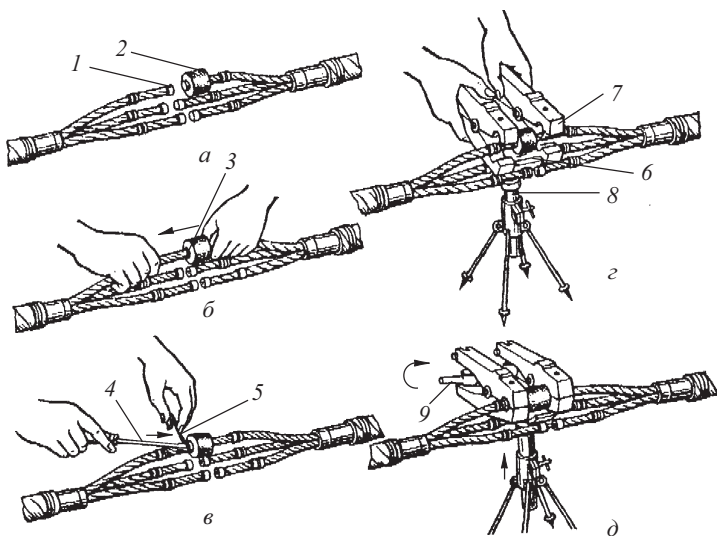
**Способы соединения и оконцевания жил кабелей в процессе ремонта.** При сращивании кабелей в процессе ремонта их токопроводящие жилы соединяют между собой. При резьбовом или штепсельном контактном соединении с выводами электрооборудования жилы оконцовывают металлическими наконечниками. *Создание электрического неразъемного контакта осуществляют сваркой, пайкой или опрессовкой.*

*Сварка* состоит в сплавлении материалов жил и присадочного материала (рис. 54). При *пайке* жилы не расплавляются. Соединение осуществляется адгезией припоя к соединяемым жилам (рис. 55). *Опрессовка* (рис. 56) основана на методе холодной сварки – создании такого давления в месте соединения, при котором металлы соединяемых жил приобретают текучесть, в результате этого обеспечивается высокое качество соединения.

Причиной электрического пробоя между жилами кабеля в горловине воронки или на ее корпус являются пустоты (каверны), образующиеся в заливочной массе, если при заливке в воронку ее не разогрели до требуемой температуры или залили с нарушением технологии. В этих местах с течением времени скапливается в пустотах влага и, проникая в изоляцию, снижает ее электрическую прочность.

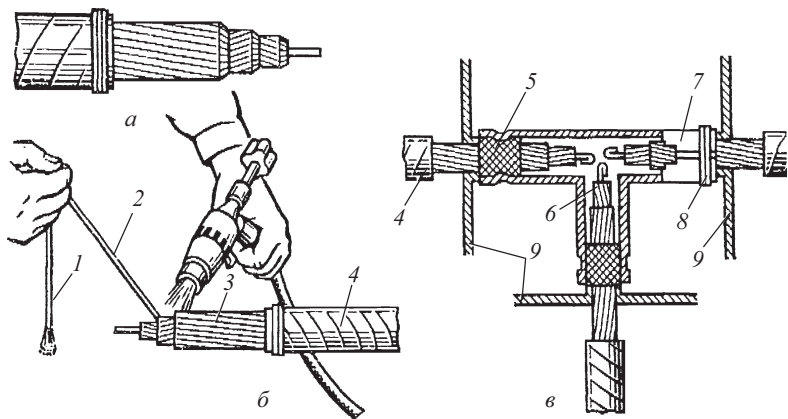
Ремонт кабельной линии необходимо производить в максимально короткий срок, так как каждая минута перерыва в электроснабжении наносит экономический ущерб, дезорганизует работу котельных, станций перекачек, водоснабжения, морально ущемляет жителей. Поэтому быстрое и точное определение места повреждения кабеля является одним из решающих условий ускорения ремонта линий. Для определения мест повреждения пользуются приборами (кабелеискателями АИКЛ и ИКЛ) акустического и индукционного методов.





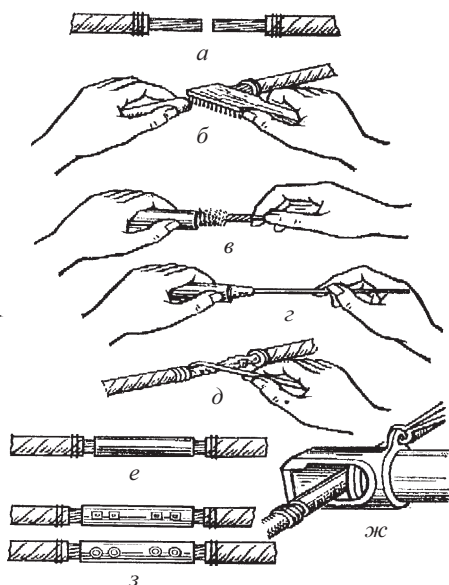
**Рис. 54.** Подготовка жил к термитной сварке:

*а, б* – размещение на жиле термитного патрона; *в* – уплотнение формы; *г* – установка охладителей на жилах; *д* – закрепление охладителей на жилах; 1 – алюминиевый колпачок; 2 – термитный муфель; 3 – кокиль; 4 – отвертка; 5 – уплотнение из асбестового шнура; 6 – экран; 7 – охладитель; 8 – штатив; 9 – вороток



**Рис. 55.** Подготовка жил к пайке:

*а* – разделка концов жил под пайку; *б* – облуживание жилы; *в* – ответвление, подготовленное под пайку; 1 – стальная кисточка; 2 – припой; 3 – жила; 4 – изоляция; 5 – асбестовое уплотнение; 6 – ступенчатая разделка; 7 – форма; 8 – бандаж; 9 – тепловой экран



**Рис. 56.** Опрессовка алюминиевых жил сечением 16–240 мм<sup>2</sup>:

*а* – концы жил после снятия изоляции; *б* – зачистка жил; *в* – зачистка внутренней поверхности гильзы; *г* – смазка внутренней поверхности гильзы; *д* – смазка жил; *е* – соединение, подготовленное к опрессовке; *ж* – опрессовка жил; *з* – опрессованное соединение

электромолотки. Для разогрева мерзлого грунта в зимних условиях применяют электрические рефлекторные печи, электрические электроды и газовые горелки.

Ударный инструмент можно использовать только при углублении на 0,3 м, ниже этой отметки используют только лопаты. Соблюдая осторожность, поврежденное место кабеля или муфту освобождают от земли в обе стороны от повреждения на расстояние, которое зависит от объемов ремонта кабельной линии. Нарушение герметизации кабеля обычно происходит в результате механических повреждений при проведении земляных работ. Восстановление одиночного места повреждения свинцовой или алюминиевой оболочки выполняют в том случае, если есть уверенность, что изоляция кабеля не повреждена и влага в кабель не попала. Отсутствие влаги проверяют по увлажнению снятой с кабеля бумажной изоляции. Кусок бумажной изоляции погружают в кабельную массу, разогретую до 150 °С. Если в изоляции есть влага, то раздается

*Индукционный метод* основан на принципе прослушивания с поверхности земли звука, создаваемого магнитным полем и проходящего по жилам кабеля тока тональной частоты (600–1 000 Гц). Прибор представляет собой трость с рамкой и имеет усилительную схему, источник питания (элементы Д-02) и телефон ТА-4. Во время прохождения монтера по трассе поврежденного кабеля в наушниках возрастает характерный звук при движении к месту повреждения. После определения места повреждения кабеля роют котлован для производства ремонтных работ. С помощью механизмов производят все трудоемкие работы (вскрытие асфальта, рыхление твердого и мерзлого грунта), используя для этого отбойные молотки, пневматический бетонолом,

легкое потрескивание, и на поверхности кабельной массы появляется пена.

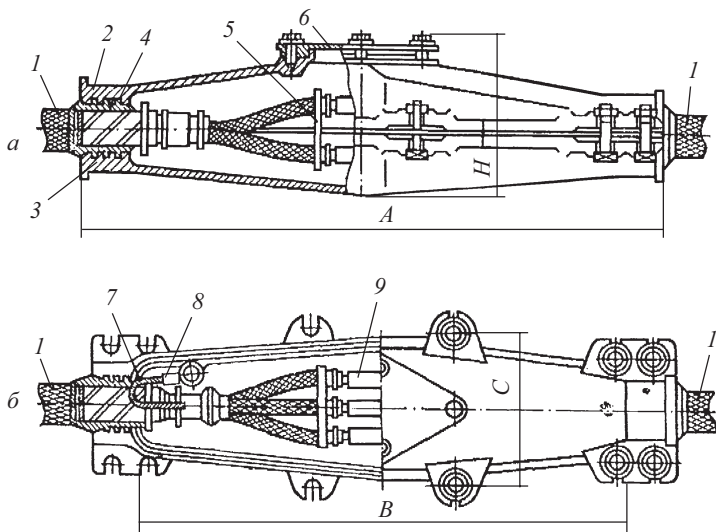
Обнаруженный дефект в соединительной муфте устраняют путем замены поврежденной муфты с небольшими участками кабеля новой соединительной муфтой. В этом случае способ ремонта и объем его зависят от запаса кабеля, оставленного при прокладке. Если есть запас кабеля, то его подтягивают для соединения в новой муфте, а при его недостатке (это бывает чаще) для соединения концов кабеля в муфте необходимо установить две муфты с отрезком кабеля между ними. Иногда заменяют участок кабеля до ближайшего его конца или до ближайшей ранее установленной муфты. Перед разрезом кабеля или перед вскрытием муфты его прокалывают и заземляют с помощью специальной штанги с соблюдением всех мер предосторожности (в защитных очках, диэлектрических перчатках, стоя на сухом изолирующем основании).

Вскрытие муфты или разрез кабеля производят с соблюдением тех же мер предосторожности. Перед вскрытием чугунной муфты ее поднимают от земли на 150–200 мм и подкладывают кирпичи или доски под кабель с обеих сторон муфты. После этого отвертывают гайки и удаляют болты, скрепляющие верхнюю и нижнюю половины корпуса муфты. Паяльной лампой прогревают корпус муфты и легкими ударами молотка отделяют одну ее половину. Продолжая прогревать поверхность другой половины муфты, рукояткой молотка отжимают ее за края, отделяя от кабельной массы, заполняющей муфту.

После удаления чугунного корпуса муфты кабель проверяют на отсутствие в нем напряжения при помощи токоискателя. Изолирующую массу срезают подогретым ножом до токопроводящих жил и еще раз проверяют вольтметром отсутствие напряжения. Очистив зажимы от кабельной массы, замыкают их на землю накоротко. После этой операции работу можно производить без диэлектрических перчаток и предохранительных очков. Очистив жилы кабеля от кабельной массы, тщательно осматривают муфту для установления характера повреждения и причины выхода кабеля из строя.

Если обнаружится, что причиной повреждения кабеля является электрический пробой изоляции и токопроводящие жилы не повреждены, то увеличивают разделку жил кабеля и устанавливают на этом месте новую муфту большего размера. При наличии серьезных повреждений жил и изоляции кабеля муфту удаляют, вырезав ее вместе с кусками кабеля на длину 150–200 мм. Затем проверяют отсутствие влаги в бумажной изоляции кабеля и монтируют новую муфту.

Монтаж чугунной муфты (рис. 57) начинают с установки ее нижней половины под соединенные жилы кабеля и отмечают на кабеле места расположения горловины муфты.



**Рис. 57.** Чугунная муфта для кабелей с бумажной изоляцией: *а* – вид муфты сбоку; *б* – вид муфты сверху; 1 – соединяемый кабель; 2 и 3 – верхняя и нижняя половины муфты; 4 – подмотка из ленты; 5 – распорка фарфоровая; 6 – крышка; 7 – провод заземления; 8 – наконечник; 9 – соединительная гильза; размеры *A*, *B*, *C*, *H* приведены в табл. 37

На эти места делают подмотку из нескольких слоев просмоленной ленты диаметром, несколько большим внутреннего диаметра горловины для создания уплотнения в месте входа кабеля в муфту. Затем устанавливают нижнюю половину муфты, присоединяют к контактным поверхностям наконечники заземляющих проводов, укладывают в паз нижней половины муфты уплотняющую прокладку из проваренного в кабельной мастике пенькового каната и закрывают ее верхней половиной муфты. Прочно закрепляют обе половины муфты болтами с равномерной затяжкой без перекоса половинок муфты.

Муфту подогревают до температуры 60–70 °С и заливают в нее заранее разогретую до 160–180 °С заливочную массу МБ-70 или МБ-90 сначала на 1/3, на 3/4, а затем полностью. После остывания заливочной массы (при этом она уменьшается в объеме) производят окончательную доливку массы. Для увеличения герметичности кабельную муфту, проложенную в земле, дважды поливают битумной

мастикой, подогретой до температуры 130 °С. Составы заливочных масс выбирают в зависимости от условий прокладки кабеля. В табл. 36 приведены заливочные массы для кабельных муфт и концевых заделок, а в табл. 37 – основные размеры чугунных муфт для кабелей напряжением до 1 кВ.

Слабым местом кабельной линии является ее концевая заделка. Если произошел пробой изоляции кабеля в разделке или внутри корпуса воронки, то приступают к ремонту с отвертывания болтов, крепящих воронку к поддерживающей конструкции. Воронку крепят мягкой проволокой. Ремонт сводится к демонтажу старой воронки, восстановлению поврежденной изоляции и установке новой воронки с заливкой ее кабельной массой. Если в результате пробоя оказались сильно поврежденными токоведущие жилы кабеля, то производят переразделку конца кабеля.

Таблица 36

**Характеристика заливочных и прошпарочных масс  
для кабельной арматуры**

Марка	Назначение	Условия среды	Температура при заливке, °С
МП-1 (масло-канифольная прошпарочная)	При разделке кабелей	–	120–130
МБ-70 (битуминозная заливочная)	Для муфт и заделок	В неотапливаемых помещениях и наружных установках при температуре окружающей среды не ниже –10 °С	160–170
МБ-90 (битуминозная заливочная)	То же	В отапливаемых помещениях и наружных установках в районах с жарким климатом	180–190
МБМ-1 (битуминозно-масляная)	» »	В неотапливаемых помещениях и наружных установках при температуре окружающей среды до –35 °С	130–140
МБМ-2 (битуминозно-масляная)	» »	То же, но при температуре окружающей среды до –45 °С	130–140

### Типы и основные размеры чугунных муфт (ГОСТ 13781.1-79\*)

Тип муфты	Кабели		Размеры, мм				Масса, кг
	трехжильные	четырёхжильные	А	В	Н	С	
	Сечение жил, мм <sup>2</sup>						
СЧ-40	До 35	До 16	580	460	153	170	8,7
СЧ-50	50, 70, 95	25, 35, 50, 70	720	580	185	210	19,6
СЧ-60	120, 150, 185	95, 120, 150	830	650	208	240	31,2
СЧ-70	240	185	900	710	235	260	37,7

Старую воронку пламенем паяльной лампы или газовой горелки нагревают до 90–100 °С и сливают кабельную массу. Очистив жилы кабеля от остатков старой кабельной массы, определяют по их состоянию причины и характер дефекта. Место пробоя устанавливают по характерным для электрического пробоя прожогам изоляции жил кабеля. Проверяют наличие влаги в кабеле ниже разделки.

Если влаги нет, то конец кабеля разделяют вновь ниже прежней разделки на 100–150 мм и снова проверяют отсутствие увлажненности бумажной изоляции.

Изоляцию жил обрабатывают прошпарочной массой МП-1 при температуре ее нагрева 120–130 °С и подматывают липкой лентой ПВХ в 3 слоя, вновь бандажируют и припаивают заземляющий проводник, выполняют герметизирующую подмотку под горловину воронки и под фарфоровые втулки на жилах. Воронку надвигают на уплотняющие подмотки. Затем воронку бандажируют по горловине и укрепляют хомутом на опорной конструкции, выверяя положение жил относительно контактных зажимов аппарата, к которому присоединяется кабель, подогревают до 50 °С и заливают заливочной массой.

#### 4. Устройство воздушной линии

Воздушной линией электропередачи (ВЛ) называется устройство для передачи и распределения электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным при помощи изоляторов и арматуры к опорам. Опоры воздушных линий используют для подвешивания на них проводов радиосети, наружного освещения, телеуправления, местной телефонной связи.

Основными элементами ВЛ являются опоры, провода, изоляторы и крюки (или штыри). По назначению и месту установки опоры

ВЛ подразделяют на промежуточные, анкерные, угловые, концевые и специальные.

Промежуточные опоры (рис. 58, а), устанавливаемые на прямых участках линии, служат для поддержания проводов. Их число в линии составляет 60–80 % общего количества опор. Расстояние между опорами называется шагом опор.

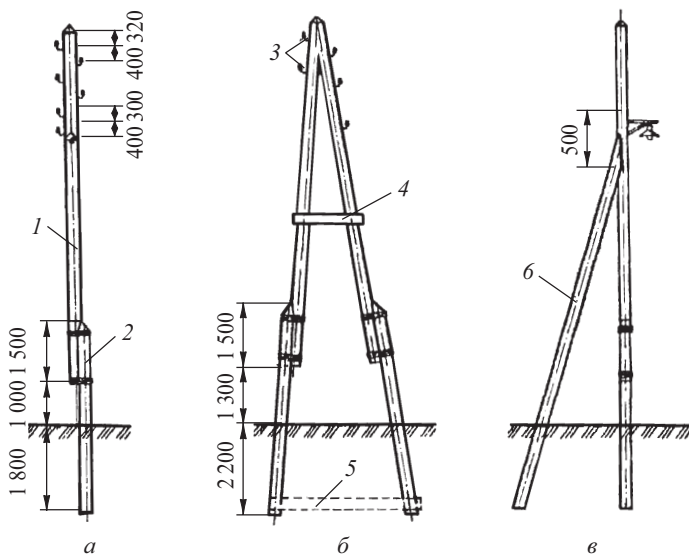


Рис. 58. Конструкции деревянных опор ВЛ:

- а – промежуточная; б – анкерная; в – угловая с подкосом; 1 – стойка;  
2 – приставка; 3 – изоляторы; 4, 5 – верхний и нижний ригели;  
6 – подкос

Анкерные опоры (рис. 58, б), применяемые на прямых участках линии, поддерживают провода и воспринимают усилия натяжения проводов вдоль ВЛ в анкерном пролете (участок ВЛ между двумя анкерными опорами). Это более сложные опоры, их устанавливают на пересечении дорог, рек, инженерных сооружений, а также в начале и конце линии.

Угловые опоры (рис. 58, в), устанавливаемые на углах поворота трассы ВЛ, подразделяют на промежуточные и анкерно-угловые. Промежуточные ставят на повороте ВЛ при небольших углах, а анкерно-угловые – на углах поворота более  $20^\circ$  и в горной местности. Концевые опоры (разновидность анкерных) устанавливают в начале и конце кабельной вставки. Ответвительные опоры служат для выполнения ответвлений от ВЛ. Перекрестные опоры используют для

пересечения ВЛ двух направлений. Ответвительные и перекрестные опоры могут быть всех вышеуказанных типов. Для устройства ВЛ применяют деревянные или железобетонные опоры. Чаще всего используют деревянные опоры с железобетонными или деревянными приставками.

Провода ВЛ могут быть однопроволочные или многопроволочные из алюминия, стали или биметалла. По условиям механической прочности на ВЛ применяют провода сечением, не менее:  $16 \text{ мм}^2$  – для алюминиевых;  $25 \text{ мм}^2$  – для стальных многопроволочных,  $4 \text{ мм}^2$  – для однопроволочных. Выводы в здания выполняют изолированными проводами. Расстояния между проводами должны быть по вертикали  $0,4\text{--}0,6 \text{ м}$ , по горизонтали –  $0,2\text{--}0,4 \text{ м}$  в зависимости от длины пролета и района гололеда. Высота подвеса проводов над поверхностью земли должна быть не менее  $6 \text{ м}$  в населенной и  $5 \text{ м}$  в ненаселенной местности, а высота ответвлений к вводам в здания при пересечении улиц – не менее  $3,5 \text{ м}$ .

Расстояние по вертикали от земли до точки наибольшего провисания провода называют габаритом провода ВЛ над землей. Нулевой провод располагают ниже фазных проводов, которые располагают при подвеске провода наружного освещения на опоре ниже нулевого провода. Провода ВЛ по трассе могут сближаться с другими линиями, пересекаться с ними и проходить на расстоянии от объектов. Допустимое наименьшее расстояние от проводов линии до сооружений или зданий, расположенных параллельно трассе ВЛ, называется габаритом сближения проводов ВЛ, а кратчайшее расстояние по вертикали до объекта, расположенного под линией до провода ВЛ, – габаритом пересечения.

Для закрепления проводов на опорах ВЛ применяют фарфоровые или стеклянные изоляторы. Крюки и штыри для крепления изоляторов к опорам изготавливают из конструкционной стали марки Ст3. Штыревые изоляторы крепят на крюках или штырях. Все штыревые изоляторы плотно наворачивают на крюки или штыри, на которые предварительно наматывают паклю, пропитанную суриком или олифой, либо надевают специальные пластмассовые колпачки. Крюки ввертывают в деревянные опоры, а штыри крепят на траверсах.

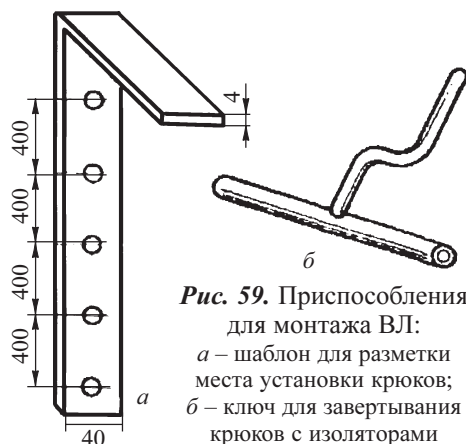
Для разметки мест установки крюков на опоре применяют шаблон (рис. 59, а), изготовленный из алюминиевой или стальной шины  $30 \times 30$ , на котором имеются отверстия. Изогнутым концом шаблон накладывают на вершину опоры с одной, а затем – с другой стороны, отмечая места сверления отверстий для установки крюков соответственно по четным и нечетным отверстиям шаблона. Отверстия сверлят ручным электрифицированным инструментом или буравом. Крюк



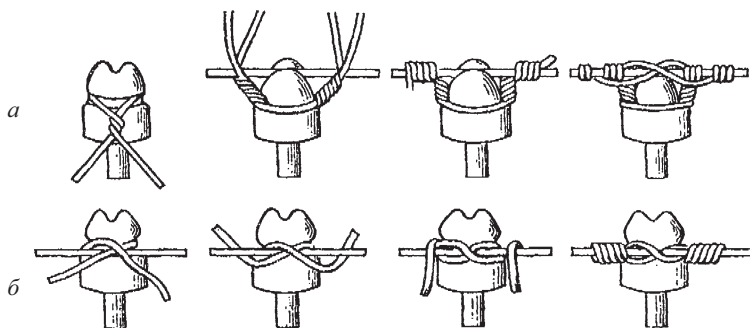
ввертывают на всю длину нарезной части плюс 10–15 мм с помощью специального ключа (см. рис. 59, б). Эту работу при монтаже линии выполняют до подъема и установки опор в котлованы.

Провода соединяют с помощью скрутки, соединительных или плашечных зажимов. Однопроводочные провода соединяют скруткой с последующей пропайкой.

Соединение проводов в овальных соединительных зажимах производят с помощью специальных клещей. Провода ВЛ крепят к изоляторам вязальной проволокой одним из способов, показанных на рис. 60.



**Рис. 59.** Приспособления для монтажа ВЛ:  
а – шаблон для разметки места установки крюков;  
б – ключ для заворачивания крюков с изоляторами



**Рис. 60.** Способы крепления проводов к изоляторам:  
а – головной вязкой; б – боковой вязкой

Стальные провода привязывают мягкой стальной оцинкованной проволокой диаметром 1,5–2 мм, а алюминиевые и сталеалюминиевые – алюминиевой проволокой диаметром 2,5–3,5 мм.

Провода на промежуточных опорах крепят на головке изолятора, а на угловых – на шейке с внешней стороны угла, образуемого проводами. Алюминиевые и сталеалюминиевые провода в местах крепления предварительно обматывают алюминиевой лентой для предохранения их от повреждений. На анкерных и концевых опорах провод крепят заглушкой на шейке изолятора. При пересечении ВЛ с другими линиями, железными дорогами или трамвайными путями применяют двойное крепление проводов, т. е. устанавливают еще по дополнительному изолятору на каждый провод.

Для защиты ВЛ от атмосферных перенапряжений в сетях с изолированной нейтралью заземляют крюки и штыри фазных проводов, установленных на железобетонных опорах, а в сетях с заземленной нейтралью крюки и штыри фазных проводов на железобетонных опорах присоединяют к нулевому проводу. Для этих целей в сетях, не защищенных высокими зданиями, дымовыми трубами, деревьями, выполняют повторные заземления опор через каждые 100–200 м, а на опорах с ответвлениями к вводам в помещения с большим сосредоточением людей (больницы, школы и т. д.) или в помещения, имеющие большую хозяйственную ценность (склады, мастерские), на конечных опорах ВЛ с ответвлениями к вводам в здания устраивают заземления с присоединением к ним крючьев и штырей, а на железобетонных опорах кроме этого еще и арматуры.

Для опор ВЛ используют сосновые, еловые, пихтовые бревна, а также бревна из лиственницы, пропитанные антисептиком. Непропитанные бревна используют из деревьев лиственничных пород зимней рубки.

Диаметр опор в верхней части должен быть не менее 15 см для одноствоечных опор и не менее 14 см – для А-образных опор. Конструкции всех видов опор унифицированы.

## **5. Техническое обслуживание воздушных линий**

В период эксплуатации воздушной линии элементы ее подвергаются воздействию различных нагрузок. Опоры несут постоянную нагрузку собственной массы проводов, изоляторов, арматуры, а также переменную нагрузку от воздействия давления ветра на опоры и на провода. В то же время опоры подвергаются процессам старения, а деревянные – и загниванию. Провода ВЛ подвергаются воздействиям токов нагрузки, аварийных токов, колебаний температуры воздуха, гололеда, снега, атмосферных разрядов, вибраций под действием ветра и механическим нагрузкам от гололеда и снега.

С целью обеспечения надежной и безаварийной работы ВЛ планами технической эксплуатации предусматривают мероприятия: осмотры ВЛ; соблюдение допустимых режимов работы ВЛ; проведение профилактических испытаний и измерений; производство ремонтов; расследование причин аварий и разработка мероприятий по их устранению. Воздушные линии осматривают в сроки, предусмотренные планом, но не реже 1 раза в месяц.

Периодические осмотры подразделяют на дневные, ночные, верховые и контрольные.

При *дневных осмотрах ВЛ* проверяют общее состояние линии и ее трассы и выявляют отдельные неисправности. Во время осмотров обращают внимание на целостность изоляторов и вязок проводов к ним, состояние опор и правильность их положения, целостность бандажей и заземляющих спусков, состояние соединений проводов, вводных ответвлений, кабельных спусков и концевых заделок, на защиту кабелей от механических повреждений. Проверяют на отсутствие обрывов отдельных проволок, оплавления проводов, признаков перегрева соединителей, набросов на провода. Верхнюю часть опор, провода, изоляторы и арматуру осматривают в бинокль. Всякое отклонение опор от нормального положения приводит к увеличению изгибающего момента, уменьшению несущей способности опоры, что может привести к ее повреждению.

При осмотрах трассы ВЛ обращают внимание на заросли на трассе, их высоту и частоту, наличие угрожающих падением на провода отдельных деревьев по краю трассы. Во время осмотра подтягивают бандажи и восстанавливают нумерацию опор. При выполнении осмотров линии обходчику не разрешается подниматься на опоры. Линия в любых случаях считается находящейся под напряжением.

Основной целью *ночных осмотров ВЛ* является выявление искрения или свечения из-за нагрева контактных соединений, возникающих при неудовлетворительном состоянии контактов. Осмотр проводят в сырую погоду.

По окончании дневных и ночных осмотров заполняют листок осмотра с записью в нем всех замеченных неисправностей. Если неисправности могут привести к аварийному режиму ВЛ, то их устраняют немедленно.

При осмотрах с земли невозможно выявить все дефекты ВЛ. Поэтому планами технического обслуживания предусматривают *верховые осмотры* воздушных линий не реже 1 раза в 3 года с отключением напряжения, подъемом на опору и проведением профилактических испытаний и измерений. Во время верхового осмотра проверяют состояние верхних частей опор с определением степени загнивания, состояние железобетонной приставки, изоляторов, крюков, вязок, заглушек, соединений и натяжений проводов, надежность крепления трубчатых разрядников, кабельных заделок. Во время этой работы заменяют дефектные изоляторы, крюки, предупредительные плакаты, подтягивают разрегулированные провода, очищают от ржавчины и покрывают антикоррозионной смазкой все места присоединения заземляющих спусков, узлов соединений.

Проверку древесины на загнивание проводят 1 раз в 3 года и совмещают с верховым осмотром. Замер загнивания древесины дела-

ют щупом в трех или четырех точках по окружности опоры на 30–50 см ниже поверхности земли. Глубину загнивания определяют как среднеарифметическую величину нескольких замеров. Опору или приставку считают непригодной для дальнейшей эксплуатации, если глубина прогнивания ее по радиусу бревна более 3 см при диаметре бревна 25 см и более.

Проверку состояния железобетонных приставок с выборочным вскрытием грунта проводят 1 раз в 6 лет, начиная с четвертого года эксплуатации. Проверяют отсутствие поперечных или косых трещин, мест обнажения металлической арматуры, отколов бетона и т. д. Допускаются раковины и выбоины бетона размером не более 10 мм длиной, глубиной и шириной, а по числу – не более двух на 1 м длины. С течением времени из-за непостоянства удельного сопротивления грунта, наличия влаги в почве изменяется сопротивление заземляющих устройств, поэтому их тоже осматривают и измеряют сопротивление, которое должно быть не более 10 Ом.

В процессе эксплуатации могут изменяться габариты линии и стрелы провеса вследствие вытягивания проводов из креплений на изоляторах и растягивания их от собственной массы и гололеда (особенно алюминиевых проводов). Габариты линии измеряют изолирующими штангами без отключения напряжения с линии. Расстояние от нижнего провода до земли измеряют с помощью рулеток, мерной рейки или веревки. Расстояние по горизонтали от проводов линии до ближайших строений должно быть не менее 1,5 м до балконов, террас и окон и 1 м – до глухих стен.

## **6. Ремонт воздушных линий**

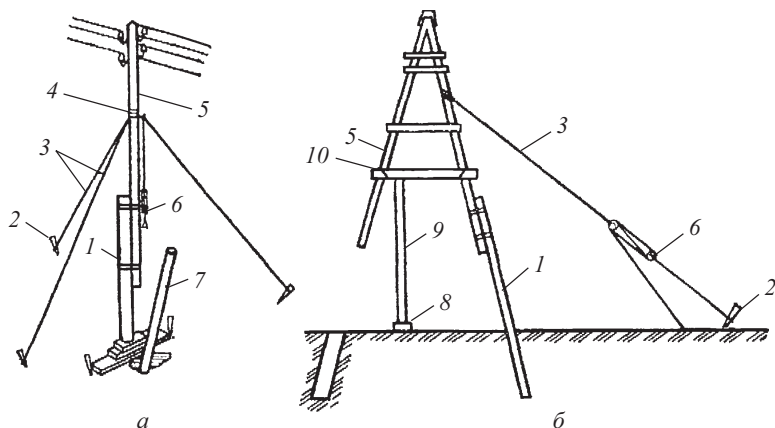
Проведение плановых текущих и капитальных ремонтов воздушных линий электропередачи повышает надежность электроснабжения потребителей и продлевает срок службы ВЛ. К работам по текущему ремонту относятся такие, как выправка промежуточных опор до 20 % их общего количества на линии, проверка состояния древесины и глубины загнивания, смена приставок и траверс у отдельных опор, подтяжка и смена бандажей, замена проводов не более двух пролетов, проверка состояния и сопротивления заземления опор. Текущие ремонты воздушных линий производят по результатам обходов и осмотров.

К работам по капитальному ремонту ВЛ относятся трудоемкие работы, связанные с подъемом и перемещением больших тяжестей на значительные расстояния. Как правило, эти работы проводят с помощью различных механизмов. Вручную выполняют работы небольшо-

го объема, а также в местах, где невозможно применение механизмов. При производстве работ по ремонту ВЛ на деревянных опорах заменяют целые опоры или загнившие приставки. Эти работы выполняют с помощью механизмов (автокранов, автостолбоставов).

Работа по замене опоры заключается в следующем. Заменяемую опору временно укрепляют оттяжками, ухватами или баграми, снимают вязки с изоляторов и освобождают провода, откапывают основание опоры и вынимают ее из котлована, расчищают котлован и устанавливают в него новую опору (опору с приставкой), засыпают котлован и утрамбовывают землю. После этого привязывают провода к изоляторам, отрегулировав стрелу провеса.

Замену приставки у промежуточной опоры (рис. 61, а) производят с помощью укрепления опоры 5 на время работ двумя оттяжками 3, устанавливаемыми перпендикулярно оси линии. Оттяжки крепят на высоте опоры 5–6 м к крюкам временного хомута 4, а другими концами – к якорям 2. К этому же хомуту подвешивают полиспастный блок 6. Для временного укрепления опоры устанавливают приставку, закрепляя ее хомутами выше существующей приставки, подложив под нее доску. При замене приставки откапывают грунт для извлечения старой приставки, вынимают ее блоком, подчищают котлован, с помощью блока опускают в котлован новую приставку 7 и крепят ее бандажами к стойке опоры 5. После этого котлован засыпают, утрамбовывают и удаляют временную приставку, хомут с оттяжками и якоря.



**Рис. 61.** Смена приставки у опор ВЛ:

а – промежуточной; б – анкерной; 1, 7 – приставки; 2 – якорь; 3 – оттяжка; 4 – хомут; 5 – опора; 6 – полиспасть; 8 – подкладка; 9 – опорная стойка; 10 – брус

Работу по замене приставки проводят без отвязывания проводов от изоляторов.

Число витков бандажа определяется диаметром бандажной проволоки: при диаметре проволоки 4 мм число витков 12, при 5 мм – 10, при 6 мм – 8 витков. Бандажи укладывают друг на друга на расстоянии 1 000–1 100 мм, от верха приставки на 200 мм, а от низа опоры – 250 мм. Для накладки бандажа конец проволоки загибают под прямым углом на длине 3 см и вбивают в деревянную приставку или опору. Наматывают и плотно уложив необходимое число витков проволоки, раздвигают их посередине, вставляют ломик с загнутым концом и скручивают. Накладывают второй бандаж и также скручивают ломиком его с обеих сторон опоры, а затем делают последнюю скрутку на первом бандаже, после чего их окрашивают в целях защиты от коррозии. Вместо скрутки бандажи можно стягивать болтами с фигурной головкой. Болты вставляют между витками бандажа с одной стороны опоры в выемку приставки и выводят их с другой между витками. Надевают на конец фигурную скобу и завертывают гайку.

При замене приставки анкерной А-образной опоры используют оттяжку 3 (см. рис. 61, б) с полиспастным блоком 6 для закрепления опоры. Один конец оттяжки закрепляют на высоте 6–7 м с противоположной стороны заменяемой приставки, а другой закрепляют якорем 2 на расстоянии 9–10 м от ноги опоры. Работы производят без снятия проводов с изоляторов. Для укрепления опоры скобами прибавляют брус 10 выше приставок и устанавливают опорную стойку 9, укрепляя ее скобами к брусу 10. Под стойку подкладывают толстую доску или кирпич 8. При замене приставки выполняют следующие работы: откапывают грунт, снимают бандажи и удаляют подгнившую приставку, очищают котлован и устанавливают новую приставку. После этого крепят приставку бандажами к стойке опоры, засыпают котлован землей и утрамбовывают вокруг приставки землю. Удаляют подпорную стойку, распорный брус и оттяжку.

При ремонте ВЛ для повышения пропускной способности проводов их заменяют новыми с большим сечением. Реже производят замену вытянувшихся проводов или проводов с большим количеством мест соединения вследствие их обрывов. При замене проводов одновременно в нескольких пролетах ВЛ работу выполняют в следующем порядке: снимают вязки крепления проводов к изоляторам, сбрасывают провода с крюков, начиная с нижнего, раскатывают новые провода вдоль линии, набрасывают на крюки опор, закрепляют глухой петлей на изоляторе начальной или концевой опоры и натягивают провода с помощью приспособлений (болтового зажима, «лягушки», монтажного зажима КЭС-70).

Провода раскатывают вдоль линии по обеим сторонам опор. При раскатке провода следят за тем, чтобы не образовались петли («барашки»). Натягивают поочередно каждый провод, начиная с верхнего. К натяжным приспособлениям прикрепляют полиспастный блок и, подтягивая веревку, натягивают провод до получения требуемой стрелы провеса. Провода сечением более 50 мм<sup>2</sup> при большой длине натягивают при помощи лебедки.

**Стрела провеса** – это расстояние по вертикали от нижней точки провисания провода в пролете до прямой линии между точками крепления провода на опорах. Величина стрелы провеса зависит от длины пролета, сечения проводов и температуры воздуха. Так, например, при длине пролета 30 м и температуре воздуха 10–15 °С для алюминиевого провода сечением до 25 мм<sup>2</sup> стрела провеса равна 40 см. Для определения стрелы провеса временно укрепляют на двух соседних опорах рейки с делениями, на которых нанесены отметки провеса для данного провода. Монтер поднимается на опору и дает команду о натяжке проводов. Провод натягивают до тех пор, пока стрела провеса не совпадает с линией, соединяющей отметки на рейках. Снятые провода сматывают в бухты или наматывают на барабаны и увозят с трассы.

После подвески новые провода соединяют с помощью сварки в термитных патронах, опрессовкой в овальных соединителях или пласечных зажимах. Во время ремонта иногда возникает необходимость отремонтировать провод, у которого оборваны проволоки или они имеют вмятины глубиной более радиуса жилы. Для этого наносят проволочный бандаж навивкой вокруг провода отрезком проволоки из того же материала. При ремонте заземляющих устройств при необходимости заменяют отдельные заземлители и заземляющие проводники. Заземляющие проводники к заземлителям подсоединяют на глубине 0,5 м ниже уровня земли с помощью сварки, а к нулевому проводу, находящемуся на опоре ВЛ, – болтовым соединением.

## Глава 6

# УСТРОЙСТВО И МОНТАЖ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

## 1. Общие сведения

Машины, совершающие преобразование механической энергии в электрическую или обратное преобразование, называют электрическими. От других электромеханических преобразователей они отличаются тем, что в них, за редким исключением, непрерывное преобразование тока однонаправленное.

Электрическая машина, предназначенная для преобразования механической энергии в электрическую, носит название **генератор**.

Электрическая машина, преобразующая электрическую энергию в механическую, называется **двигателем**.

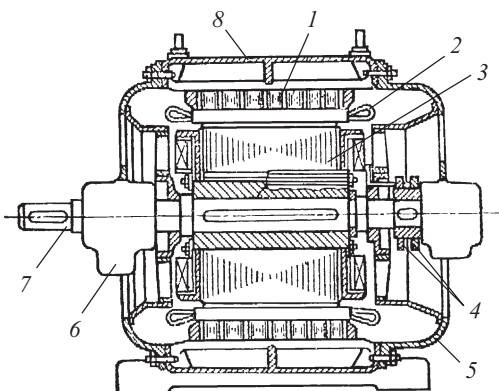
По роду тока различают машины постоянного и переменного тока.

По способу возбуждения машины постоянного тока могут быть параллельного, последовательного или смешанного возбуждения, а машины переменного тока – синхронными, асинхронными, коллекторными и вентильными.

В общепромышленных установках преимущественное применение имеют машины переменного тока: синхронные – в качестве генераторов, асинхронные – в качестве электродвигателей. Машины постоянного тока обычно предназначаются для специальных установок.

## 2. Устройство синхронных машин

**Общие сведения.** *Синхронной* называется машина переменного тока (рис. 62), ротор которой вращается с частотой, равной частоте вращающегося магнитного поля, созданного обмоткой статора, включенной в электрическую сеть. Частота вращения синхронной машины в установившемся режиме не зависит от ее нагрузки и определяется частотой тока  $f$  в обмотке статора и числом пар полюсов  $p$  машины:  $n = 60f/p$ . В станину машины запрессован сердечник 1 статора, в пазах которого уложена трехфазная обмотка 2. В расточке сердечника статора размещен ротор. На валу ротора укреплены полюса 3 с обмотками возбуждения. Питание к обмоткам возбуждения подводится с помощью щеток, скользящих по кольцам 4, изолированным от вала и друг от друга. Вал опирается на подшипники, расположенные в подшипниковых щитах 5.



**Рис. 62.** Устройство синхронной машины:  
1 – сердечник статора; 2 – обмотка статора; 3 – полюс ротора; 4 – контактные кольца; 5 – подшипниковый щит; 6 – подшипник (корпус); 7 – вал; 8 – станина



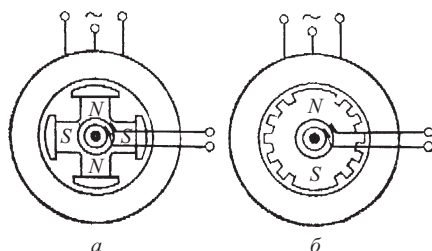
Для работы в качестве генератора достаточно подать постоянный ток в обмотки возбуждения и вращать вал от первичного двигателя с определенной частотой вращения  $n$ .

Для работы в качестве двигателя необходимо подключить обмотку статора к трехфазной сети. При этом ротор придет во вращение и постепенно достигнет частоты вращения, близкой к частоте вращения поля статора. Далее необходимо подать постоянный ток в обмотку возбуждения. При этом произойдет сцепление полей ротора и статора, после чего частота вращения ротора станет неизменной и соответствующей частоте тока сети.

Синхронные машины выпускают с двумя конструктивными модификациями роторов. При сравнительно невысоких частотах вращения (до 1 500 об/мин) широко применяют явнополюсные роторы, отличающиеся простотой конструкции и большими массами полюсов (рис. 63). При высоких частотах вращения применяют неявнополюсные роторы, так как явно выраженные полюса при вращении создают значительные центробежные силы, угрожающие прочности конструкции. В неявнополюсных роторах обмотку возбуждения распределяют по пазам ротора и надежно закрепляют.

**Рис. 63.** Конструктивные схемы роторов синхронных машин:

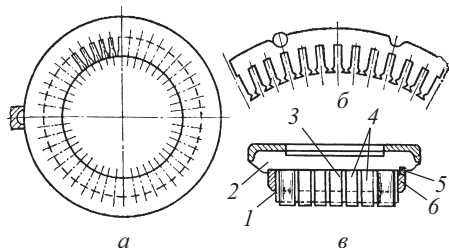
- a* – явнополюсного;
- б* – неявнополюсного



**Статор синхронной машины.** Станина синхронных машин имеет цилиндрическую форму и изготавливается литьем из серого чугуна, силумина; для крупных машин станину изготавливают из стальных листовых сварных конструкций. Внутри станина имеет продольные ребра, равномерно расположенные по внутренней ее поверхности. Между этими ребрами запрессован сердечник статора.

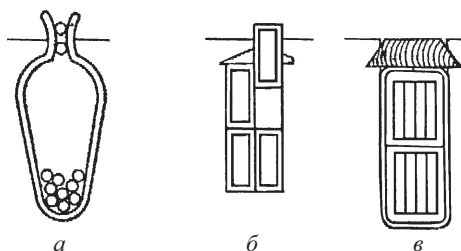
Сердечник статора (рис. 64, *a*, *б*) изготавливают шихтовкой колец или сегментов, штампованных из электротехнической стали толщиной 0,5 мм. Внешняя окружность колец и сегментов имеет выступы или впадины для фиксации их в ребрах станины при сборке. По внутренней окружности заготовок сердечников равномерно распределены пазы, в которых после сборки сердечника располагают активные проводники обмотки статора.

В статорах синхронных машин обычно применяют различные типы пазов: полузакрытый, полуоткрытый и открытый (рис. 65). При сборке сердечника между пакетами  $4$  (рис. 64, *б*) прокладывают лис-



**Рис. 64.** Элементы сердечника статора:

*a, б* – формы заготовок для сборки сердечника статора; *в* – пакеты сердечника статора в сборе; *1* – нажимный палец; *2* – станина; *3* – ветреница; *4* – пакет сердечника; *5* – запорная шпилька; *6* – нажимное кольцо

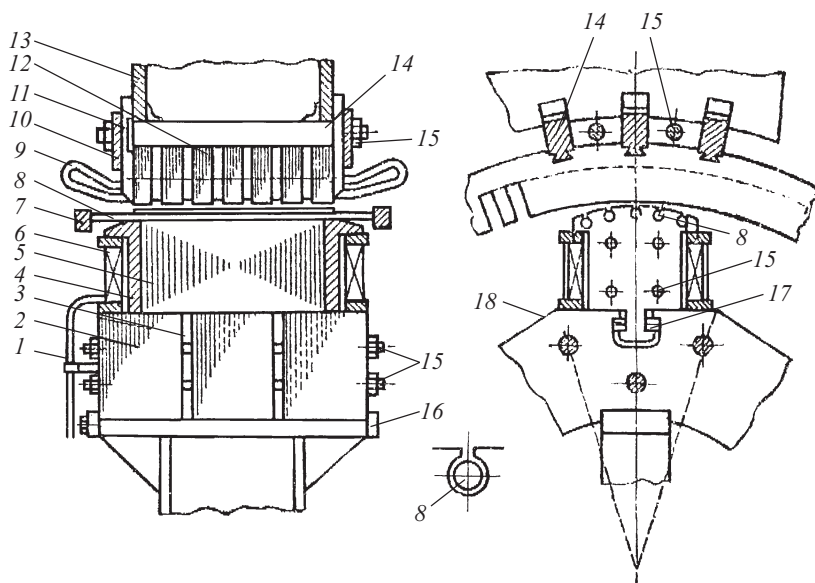


**Рис. 65.** Типы пазов статоров:  
*a* – полуоткрытый; *б* – полукрытый; *в* – открытый

ты с приваренными дистанционными прокладками-ветреницами 3 и таким образом создают вентиляционные каналы. К крайним листам приваривают нажимные пальцы 1. Затем сердечник статора в сборе прессуют между нажимными кольцами 6 и фиксируют в станине 2 запорной шпилькой 5. Нажимные пальцы и ветреницы приваривают так, чтобы сохранить прессовку в зубцовой зоне сердечника и создать в вентиляционных каналах вихревые потоки воздуха.

**Ротор синхронной машины.** Сердечник явнополюсного ротора (рис. 66) состоит из полюсов 5 и ярма 2, укрепленных на корпусе 16. Полюсы набирают из листов обычной листовой стали Ст3 толщиной 1–1,5 мм и прессуют между литыми или коваными нажимными щеками 4 с помощью шпилек 15. Иногда вместо шихтованных применяют литые полюсы, что оказывается возможным ввиду отсутствия сильных переменных магнитных полей в зоне их расположения.

Ярма роторов машин малой и средней мощности выполняют массивными. В этом случае полюсы крепят к ярму радиальными болтами. В машинах большой мощности ярма выполняют шихтованными из штампованных листов стали Ст3 толщиной до 6 мм или из листов толщиной до 100 мм. Из листов образуют пакеты 2, разделенные каналами 3, и прессуют стяжными шпильками. Полюсы соединяют с ярмом креплением Т-образных хвостовиков 18 в пазах ярма клиньями 17. Если диаметр ротора превышает 2–4 м, ярма изготовляют из сегментов, прессуемых шпильками на сварном ободе. Обод жестко связан спицами с втулками, а втулки насажены на вал. На каждом полюсе установлена катушка 6 обмотки возбуждения. Выводы 1 от обмотки возбуждения соединены с контактными кольцами.



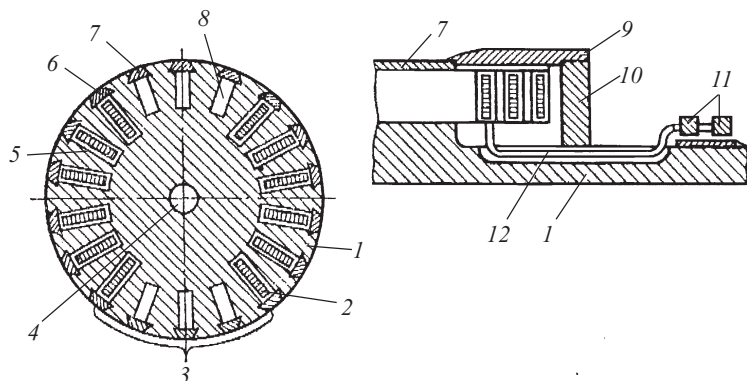
**Рис. 66.** Устройство явнополусного ротора:

1 – отвод обмотки возбуждения; 2 – пакет ярма ротора; 3 – вентиляционный канал; 4 – нажимная щека полюса; 5 – полюс; 6 – обмотка возбуждения; 7 – замыкающее кольцо успокоительной обмотки; 8 – стержень успокоительной обмотки; 9 – обмотка статора; 10 – нажимное кольцо статора; 11 – нажимный палец; 12 – пакет статора; 13 – станина; 14 – ребро-клин; 15 – шпилька; 16 – корпус ротора; 17 – клин; 18 – хвостовик полюса ротора

В круглых пазах на поверхности полюсов уложены стержни 8 проводников успокоительной (демпферной) обмотки ротора, замкнутые на торцах накоротко кольцами 7. Роль успокоительной обмотки сводится в основном к уравниванию магнитодвижущей силы (МДС) обратной последовательности. Она возникает при несимметричной нагрузке генератора и создает в роторе дополнительные потери и вибрацию двойной частоты по сравнению с частотой тока.

Успокоительная обмотка по отношению к МДС обратной последовательности играет роль замкнутой накоротко вторичной обмотки трансформатора тока. Эта обмотка создает вторичную МДС, почти полностью уравнивающую первичную. Таким образом, успокоительная обмотка устраняет дополнительные потери и нагрев в роторе, а также вибрации, возникающие при несимметричной нагрузке генератора. Кроме того, успокоительная обмотка создает асинхронный момент, подобный вращающему моменту асинхронного двигателя, который улучшает условия работы машины при выпадении из синхронизма.

Неявнополюсный ротор (рис. 67) представляет собой цельную массивную цилиндрическую поковку, в которой сердечник ротора совмещен с валом. Для изготовления ротора применяют углеродистую сталь, если его диаметр не превышает 800 мм. При больших диаметрах для повышения механической прочности конструкции используют специальную легированную сталь. По условиям механической прочности при частоте вращения 3000 об/мин диаметр бочки не должен быть более 1 300 мм. Допустимый прогиб ротора ограничивает возможную длину его активной части значением 8 000 мм.



**Рис. 67.** Устройство неявнополюсного ротора:

- 1 – бочка ротора; 2 – обмотка ротора; 3 – большой зуб; 4 – осевой канал; 5 – паз ротора; 6, 7 – стальные клинья; 8 – осевой охлаждающий канал; 9 – бандаж; 10 – центрирующее кольцо; 11 – контактные кольца; 12 – соединительный проводник

Неявнополюсный ротор подвергается токарной обработке, в процессе которой высверливается осевой канал 4 диаметром до нескольких сотен миллиметров. Осевой канал необходим для удаления загрязненной части отливки, контроля качества поковки и уменьшения внутренних напряжений в металле. Наружная поверхность бочки 1 имеет винтовую канавку глубиной и шириной около 5 мм для улучшения условий охлаждения. По образующим активной части профрезерованы пазы 5 и аксиальные каналы 8 в большом зубе 3, свободном от обмотки. Пазы 5 с обмоткой 2 и аксиальные каналы забиты стальными клиньями 6, 7. Выводы обмотки возбуждения соединены с контактными кольцами. Лобовые части обмотки укреплены бандажами 9 из высокопрочной немагнитной стали. Бандажи опираются на упругие центрирующие кольца 10. Роль успокоительной обмотки в неявнополюсных роторах выполняют клинья пазов, замкнутые массой ротора и бандажами.

### 3. Устройство асинхронных двигателей

Асинхронным называется электрический двигатель переменного тока, частота вращения  $n_2$  ротора которого меньше частоты  $n_1$  вращающегося поля статора. Величина отставания

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1} 100 \%$$

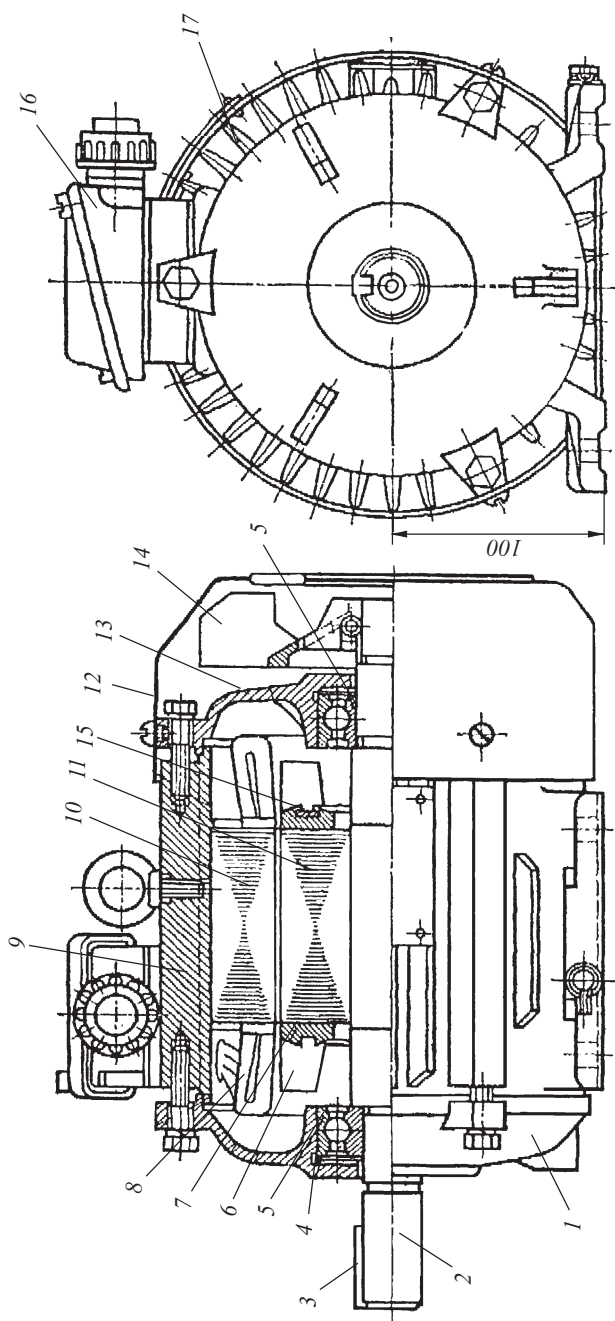
выражается в процентах и называется *скольжением*.

Устройство статора асинхронного двигателя не отличается от устройства якорей синхронных машин, описание которых приводилось ранее. В отличие от синхронных машин воздушный зазор асинхронного двигателя должен быть предельно малым. Это необходимо, в частности, для уменьшения реактивной мощности, потребляемой двигателем из сети. Устройство ротора асинхронного двигателя принципиально отличается от устройства роторов синхронных машин.

По типу ротора асинхронные двигатели разделяются на двигатели с короткозамкнутым (рис. 68) и фазным роторами (рис. 69).

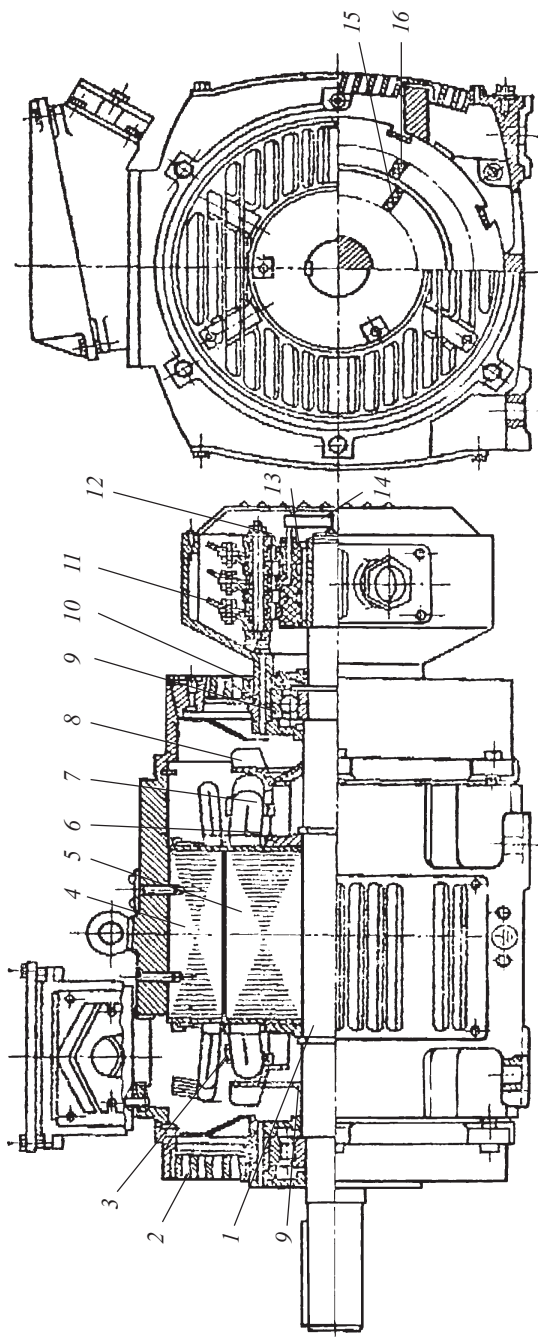
Сердечники ротора прессуются теми же способами, что и ярма роторов синхронных машин. Пакеты сердечника при этом насаживают либо непосредственно на вал, либо на сварную или литую втулку (в крупных двигателях). Отличительные особенности имеет прессовка сердечников с литыми алюминиевыми обмотками (см. рис. 68): пазы заливают жидким алюминием при одновременном сжатии пакета сердечника прессом. После кристаллизации и охлаждения металла обмотки короткозамыкающие кольца  $\gamma$  становятся также и прессующими. Посадка сердечника на вал осуществляется с натягом на его рифленую поверхность.

Фазные обмотки ротора выполняют по тем же схемам, что и обмотки статора. Типы пазов ротора для фазных обмоток такие же, как в статорах. Применяют двухслойные катушечные петлевые и стержневые волновые обмотки. Число витков в катушках обмоток статора и ротора асинхронной машины не зависит друг от друга, так как обмотки ротора к сети не присоединяются и их напряжение может изменяться в широких пределах. В этой связи стержневые обмотки ротора крупных машин выполняют с одновитковыми катушками. Высокая жесткость стержневой обмотки в этом случае обеспечивает необходимую прочность лобовых частей. Роторные обмотки двигателей от 3 кВт делают мягкими всыпными из провода круглого сечения, при мощности 3–10 кВт – жесткими катушечными из провода прямоугольного сечения или стержневыми из голой шинной меди. При мощности свыше 100 кВт роторные обмотки делают только стержневыми.



**Рис. 68.** Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором единой серии 4А:

1 – передний щит; 2 – вал; 3 – шпонка; 4 – кольцевая установочная пружина; 5 – подшипник; 6 – крыльчатка; 7 – короткозамыкающее кольцо; 8 – лобовая часть обмотки статора; 9 – станина; 10 – сердечник статора; 11 – сердечник ротора; 12 – кожух вентилятора; 13 – задний щит; 14 – вентилятор; 15 – балансировочный грузик; 16 – коробка выводов; 17 – охлаждающие ребра



**Рис. 69.** Асинхронный двигатель с фазным ротором в защищенном исполнении:

- 1 – стопорное кольцо; 2 – жалози; 3 – жалози; 4 – бандаж обмотки ротора; 5 – сердечник статора; 6 – фиксирующая скоба; 7 – нажимная шайба; 8 – опорное кольцо; 9 – аксальный вентилятор; 10 – подшипник; 11 – щеткодержатель; 12 – контактное кольцо; 13 – изоляционная перемычка; 14 – соединительная втулка; 15 – паз ротора; 16 – паз статора

Три фазные обмотки концами соединяются между собой, образуя звезду, а начала обмоток сквозь полный конец вала выводятся к контактному кольцам 12 (см. рис. 69). На контактные кольца наложены щетки, позволяющие присоединить к фазным обмоткам внешние цепи управления. Ввод их в коробку щеточного устройства осуществляется через сальник.

Короткозамкнутые обмотки ротора выполняют по типу «беличья клетка» из стержней различного сечения. Увеличение поперечного сечения стержней короткозамкнутых обмоток в глубину способствует улучшению пусковых характеристик двигателей.

Изготавливают обмотки типа «беличья клетка» методами литья и пайки твердыми припоями; обмотки отличаются технологичностью и надежностью. Заодно с замыкающими кольцами отливают крыльчатку 6 внутреннего вентилятора (см. рис. 68). Такие обмотки имеют машины мощностью до 200 кВт. Машины большей мощности изготавливают с короткозамкнутыми обмотками из меди и латуни. Короткозамыкающие кольца или сегменты делают из меди и соединяют их со стержнями пайкой твердыми припоями ПСр-15, ПМФ-7 и др. Обычно пайку производят с помощью газовой горелки.

#### **4. Устройство машин постоянного тока**

Принципиальными отличиями машины постоянного тока от синхронной являются механическое выпрямление тока с помощью коллектора и процессы коммутации тока.

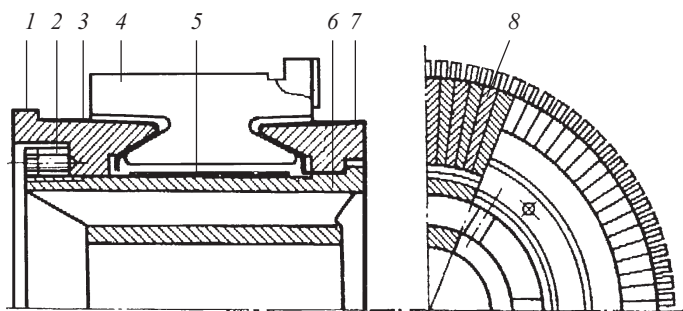
Коллектор обеспечивает выпрямление тока в режиме генератора и обратное его преобразование в режиме двигателя, так как в обмотке якоря протекает переменный ток, а во внешней цепи машины за щетками – постоянный. Коммутация представляет собой процесс переключения щеткой секции обмотки якоря из одной параллельной ветви в другую с промежуточным замыканием секции накоротко и изменением направления тока в ней.

Кроме того, особенностью машины постоянного тока является активность материала станины. Станина несет на себе полюсы системы возбуждения и является частью магнитной цепи машины. В связи с этим ее изготавливают из низкоуглеродистой стали литьем или сваркой (в крупных машинах).

Сердечник якоря не отличается от сердечника фазного ротора. В пазах якоря расположены двухслойные обмотки, напоминающие двухслойные обмотки роторов переменного тока, но более разнообразные по типам и сложные по схемам. Секции обмоток якоря соединяются между собой на коллекторе.



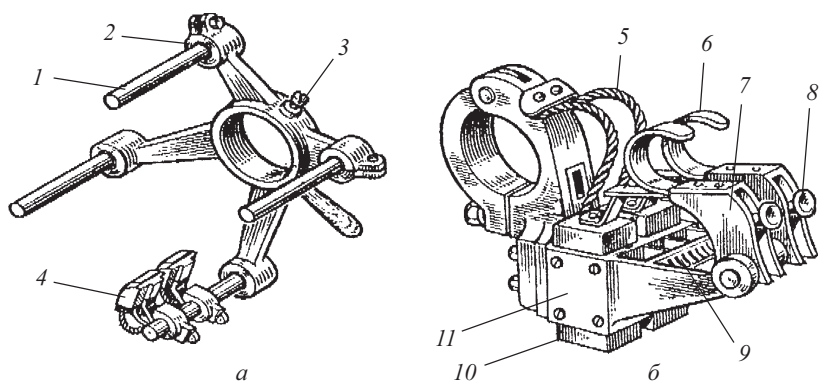
**Конструкции коллектора.** Конструкции коллектора разнообразны. Широко распространен арочный коллектор (рис. 70). Клиновидные пластины 4, изолированные друг от друга прокладками 8 из миканита, сжимаются конусами 1 и 7, входящими своими кольцевыми выступами в вырезы «ласточкинго хвоста» пластин. От пластин конусы изолированы миканитовыми манжетами 3. Прессовка коллектора осуществляется специальной гайкой 2 на стальном втулочном корпусе 6, от которого пластины изолированы миканитовым цилиндром 5. Прессующее усилие на конусном сопряжении пластин и нажимных колец направлено к оси цилиндра. При этом создаются боковые усилия, взаимосжимающие боковые поверхности клиновых пластин и создающие прочную арочную конструкцию. Втулкой корпуса коллектор с натягом или на шпонках устанавливается на вал.



**Рис. 70.** Устройство арочного коллектора:  
1, 7 – нажимные конусы; 2 – гайка; 3 – миканитовая манжета; 4 – медная коллекторная пластина; 5 – миканитовый цилиндр; 6 – стальной корпус; 8 – миканитовая прокладка

**Щеточный механизм.** Щеточный механизм машины состоит из траверсы, щеткодержателей и щеток (рис. 71, а, б). Конструкции щеткодержателей различны. Щеткодержатель предназначен для удерживания щетки в определенном положении и создания заданного контактного давления щетки на коллектор ( $1,5\text{--}2,5\text{ Н/см}^2$ ). Щеткодержатели устанавливают хомутом на пальцы 1 траверсы, а траверсу своим отверстием – на посадочный прилив подшипникового щита (изнутри). Траверсу прикрепляют к щиту фиксирующим болтом 3. Пальцы траверсы изолированы. При большом числе щеток вместо пальцев применяют продольные прямоугольные балочки – бракетты. Траверса в этом случае имеет кольцевую форму 10 (рис. 72).

В машинах постоянного тока используют главным образом графитные и электрографитные щетки. Они обеспечивают большое



**Рис. 71.** Щеточный механизм:

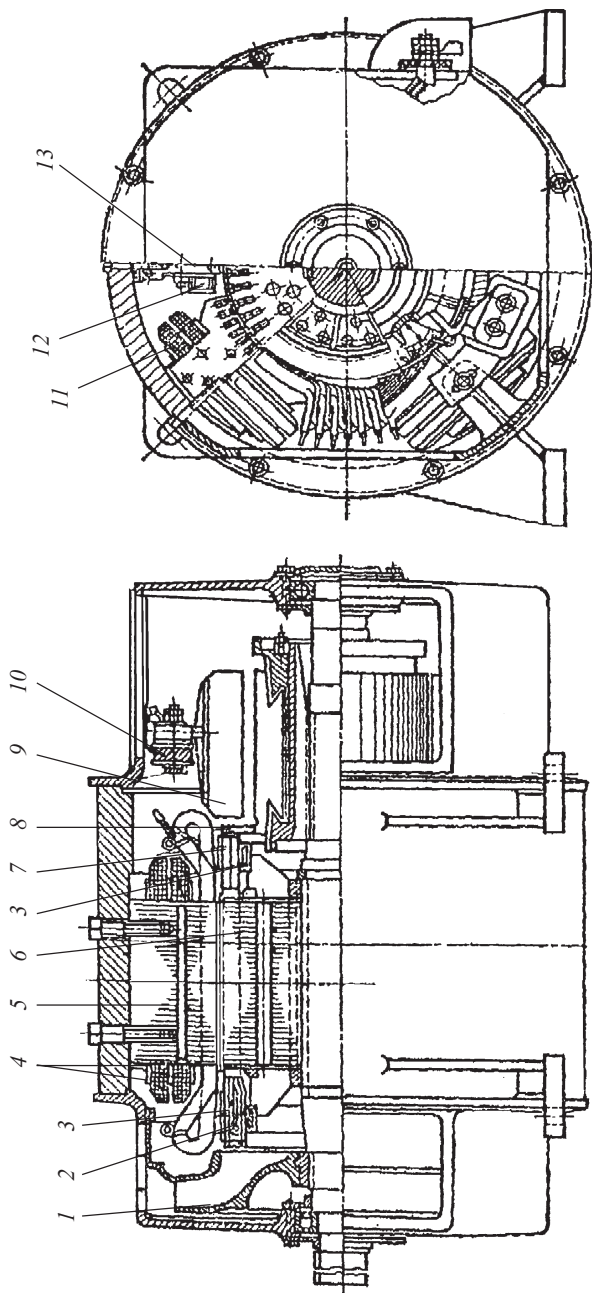
*а* – траверса; *б* – щеткодержатель со щетками; 1 – изолированный палец; 2 – кронштейн-луч; 3 – фиксирующий болт; 4 – щеткодержатель; 5 – проводник; 6 – захват; 7 – нажимная скоба; 8 – регулировочная гайка; 9 – пружина; 10 – щетка; 11 – обойма

сопротивление скользящего контакта, что улучшает условия коммутации машины. Основной магнитный поток машины создается обмоткой возбуждения главных полюсов машины.

Главные полюсы 5 (см. рис. 72) по своему устройству мало отличаются от явно выраженных полюсов возбуждения синхронных машин. Главные полюсы крепят к станине винтами. Резьбу под винты нарезают непосредственно в пакете полюса или в закладных прямоугольных стержнях.

Как известно, реакция якоря искажает магнитное поле машины. По этой причине стороны секций обмотки якоря, соответствующие нулевой электродвижущей силе (ЭДС), перемещаются с геометрической нейтральной на физическую. Угол поворота физической нейтральной пропорционален нагрузке якоря. Если щетки остаются в положении геометрической нейтральной, возникает усиленное искрение на коллекторе. Поворот щеток в положение физической нейтральной позволяет снизить искрение. Однако ее положение меняется с нагрузкой якоря.

Таким образом, при переменной нагрузке однократное изменение положения щеток на коллекторе не улучшает условий коммутации. Улучшить условия коммутации можно установкой дополнительных полюсов 13 в промежутках между главными полюсами 5. Обмотка 12 дополнительных полюсов выполнена из толстого прямоугольного провода и включена последовательно обмотке якоря. Дополнительные полюсы создают магнитный поток, который направлен навстречу потоку реакции якоря и компенсирует его в зоне коммутации как при постоянной, так и при изменяющейся нагрузке.



**Рис. 72.** Двигатель постоянного тока серии П:

1 – вентилятор; 2 – обмотка якоря; 3 – опорное кольцо; 4 – обмотка главного полюса; 5 – сердечник главного полюса; 6 – сердечник ротора; 7 – выводы секций обмотки якоря к коллектору; 8 – присоединения секций обмотки к коллектору (петушки); 9 – бракет; 10 – кольцевая траверса; 11 – компенсационная обмотка; 12 – обмотка дополнительного полюса; 13 – сердечник дополнительного полюса

Полярность дополнительных полюсов должна сохранять полярность главных полюсов в зоне коммутации: в генераторе по направлению вращения за главным следует противоположный дополнительный полюс, в двигателе – одноименный.

Дополнительные полюсы изготовляют монолитными и крепят к станине так же, как и главные. Применение дополнительных полюсов исключает смещение нейтрали из геометрического положения, но не обеспечивает полной компенсации реакции якоря вдоль всей его окружности.

## 5. Конструктивное исполнение электрических машин

Конструктивные исполнения электрических машин отличаются креплением к основаниям, подшипниками, системами охлаждения, защитой от воздействия окружающей среды, а также способами компоновки. В зависимости от перечисленных характеристик укажем наиболее распространенные варианты исполнения машин.

По устройству узлов крепления машин к основаниям:

Л1101 – на лапах с двумя подшипниковыми щитами; М202 – то же, но с фланцем на одном щите; М301 – с фланцем, имеющим центрирующую заточку; М601 – на лапах с двумя подшипниковыми щитами и одним стоячковым подшипником; М602 – то же, что и М601, но с двумя стоячковыми подшипниками; М701 – на лапах с одним стоячковым подшипником (без подшипниковых щитов); М732 – на лапах с двумя стоячковыми подшипниками и др.

По степени защиты от окружающей среды:

IP00 – открытая; IP10, IP20 – защищенная от прикосновения и попадания внутрь посторонних предметов; IP01 – каплезащищенная; IP44 – брызгозащищенная; IP55 – защищенная от водяных струй и вредных отложений пыли, а также некоторые их комбинации; для работы в особых условиях выпускают машины взрывозащищенные, в тропическом исполнении, морозостойкие и др.

По способам воздушного охлаждения (вентиляции):

естественное (без вентиляторов); искусственное (с собственными и внешними автономными вентиляторами).

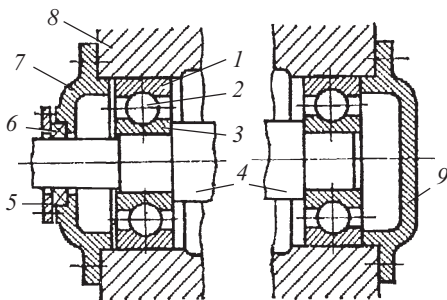
**Подшипник** – элемент опоры вала, воспринимающий от него нагрузки и обеспечивающий возможность его вращения. В технике находят применение два типа подшипников, различающихся видом трения: *подшипники качения* и *подшипники скольжения*.

*Подшипники качения* представляют собой два стальных кольца различного диаметра, расположенные концентрически, меж-

ду которыми равномерно по окружности размещаются тела качения. Внутреннее кольцо подшипника устанавливают на вал с натягом, а наружное кольцо более свободно – в расточку шита (рис. 73).

**Рис. 73.** Компоновка подшипников качения в шитах:

1 – наружное кольцо; 2 – тело качения; 3 – внутреннее кольцо; 4 – вал; 5 – нажимное кольцо; 6 – уплотнитель; 7 – передняя крышка; 8 – подшипниковый шит; 9 – задняя крышка

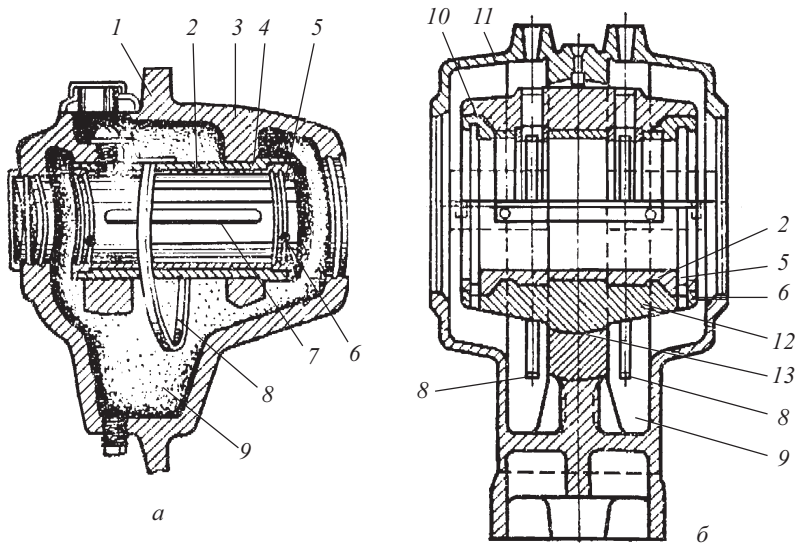


По воспринимаемой нагрузке различают радиальные, упорные и радиально-упорные подшипники. В зависимости от величины нагрузки форма тел качения может быть шариковой, цилиндрической, игольчатой. Подшипники со сферическими телами качения называются шариковыми, а с цилиндрическими и конусными – роликовыми.

Для смазки подшипников качения применяют консистентные (нежидкие) составы, которые не требуют сложных уплотнений и частой замены.

*Подшипник скольжения* (рис. 74) представляет собой гладкую изнутри втулку (вкладыш) 4 из антифрикционного состава – бронзы, баббита (сплав на основе олова или свинца с добавкой сурьмы и меди). Во вкладыш устанавливают вал. Перед установкой вала вкладыш тщательно пришабривают, обеспечивая прилегание вала к вкладышу с заданным зазором. Вкладыш отливают целиком или делают разъемным вдоль оси вала.

Смазкой подшипников скольжения служат жидкие смазочные масла. Смазку в тихоходных машинах наносят на трущиеся поверхности с помощью смазочных колец 8, установленных непосредственно на вал в прорезях вкладыша. Диаметр колец больше диаметра вала, поэтому внизу они охватывают весь вкладыш. Под вкладышем размещается масляный резервуар 9, в который опущен нижний край колец. Кольца вращаются под действием сил трения вместе с валом и наносят на него смазку. Смазка растекается вдоль вала по винтовым канавкам вкладыша. В быстроходных машинах масло под вал подается под давлением специальным масляным насосом.



**Рис. 74.** Устройство подшипников скольжения:

*а* – встроено в подшипниковый щит; *б* – стоякового; 1 – подшипниковый щит; 2 – антифрикционный слой; 3 – корпус; 4 – неразъемный вкладыш; 5 – маслосборная канавка; 6 – маслосточное отверстие; 7 – распределительная канавка; 8 – смазочное кольцо; 9 – масляный резервуар; 10 – верхний вкладыш; 11 – крышка; 12 – нижний вкладыш; 13 – сферическая поверхность

При небольших нагрузках на вал подшипники совмещаются с подшипниковыми щитами (см. рис. 74, *а*). В центральной части щита для этой цели предусматривается цилиндрическая расточка с крышками для установки подшипников качения или отливается букса для запрессовки вкладыша. В нижней части буксы имеется масляный резервуар.

При больших нагрузках подшипники имеют вид стояка, опирающегося непосредственно на фундаментную плиту. Такие подшипники называют *стояковыми* (см. рис. 74, *б*).

Преимущества подшипников качения – большой срок службы, высокая надежность, малые потери на трение, простота эксплуатации и другие – обуславливают их широкое применение в машинах малой и средней мощности при отсутствии ударных нагрузок на вал в сравнительно быстроходных машинах.

Подшипники скольжения, отличающиеся способностью воспринимать очень большие усилия и устойчивостью к ударным нагрузкам, применяются в крупных машинах или при динамических нагрузках на вал в сравнительно тихоходных машинах.

## 6. Монтаж электродвигателей

Электродвигатель может входить в конструкцию рабочей машины. В этом случае монтаж выполняют на заводе-изготовителе и электродвигатель поставляют комплектно с машиной.

Электродвигатели, не входящие непосредственно в конструкцию машины, поставляют отдельно. Их монтаж заключается в проверке соответствия марки двигателей условиям предстоящей работы; перемещении к рабочему месту, установке на подготовленный фундамент или раму, кронштейны, плиты и т. п.; ревизии и сушке (при необходимости); подключении, пуске и проверке в работе. Для этого применяют различные инструменты и приспособления (табл. 38).

Таблица 38

### Приспособления, инструменты и приборы для монтажа электродвигателей

Наименование	Назначение
Грузоподъемные краны и автопогрузчики, тележки, стропы	Механизированное перемещение электродвигателей
Треноги и тали, ручные лебедки, канаты, катки и роликовые ломы	Перемещение электродвигателей вручную
Набор инструментов плотника и каменщика, лопаты, кирки и ломы, складной метр, штангенциркуль, уровень, отвес, электродрель со сверлами	Устройство фундаментов; монтаж рам, плит, салазок
Гаечные ключи, приспособления для центровки валов, щупы, скобы контрольные, домкраты	Установка электродвигателей
Мегомметр	Проверка изоляции
Компрессор сжатого воздуха	Продувка
Трансформатор однофазный 220/12 или 220/36 В и светильники переносные с лампами 12 или 36 В	Освещение рабочего места
Трансформаторы сварочные или трансформатор для прогрева бетона	Сушка переменным током
Преобразователь сварочный с генератором постоянного тока	Сушка постоянным током
Виброметр	Проверка вибрации

Наименование	Назначение
Универсальный стенд электрика и набор инструментов электрика	Проверка защиты, обслуживание двигателей
Съемник шкивов и приспособления для разборки и сборки	Ревизия электродвигателей

Электродвигатели, прибывшие с предприятия-изготовителя в комплектном собранном виде, если условия и сроки хранения не нарушены, на месте монтажа разбирать не следует. Если же нет уверенности в том, что при перевозке и хранении двигатель остался неповрежденным и незагрязненным, то необходимость и степень разборки двигателя для его ревизии и возможного ремонта на строящихся предприятиях определяют комиссией из компетентных представителей эксплуатационной (заказчика) и монтажной (подрядчика) организаций. В сельской местности эти вопросы решает инженер-электрик. Для разборки и ремонта нужны дополнительные приспособления.

При правильной транспортировке и хранении для подготовки нового двигателя к монтажу обычно достаточно очистить его от пыли, удалить антикоррозионную смазку с конца вала тряпкой, смоченной в бензине, и проверить состояние обмоток (замерить сопротивление изоляции).

При перемещении электродвигателя к месту установки его нельзя волочить по земле и по полу без защитных приспособлений, так как при этом можно повредить его корпус и детали.

Двигатели малой мощности небольшой массы обычно прикрепляют ко дну упаковочных ящиков, в которых он доставлен. Более крупные двигатели доставляют к месту установки привинченными к деревянным брускам или деревянной раме. Электродвигатели массой более 80 кг выгружают грузоподъемными механизмами. Меньшие двигатели можно выгружать вручную, пользуясь деревянными лежнями и веревками. Приподнимая нижнюю часть электродвигателя и постепенно ослабляя веревку, легко спустить двигатель вниз под действием его собственного веса. По полу электродвигатель перемещают в тележке.

Электродвигатель, доставленный к месту установки, монтируют на заранее подготовленном основании. Если передача ременная или цепная, в качестве основания применяют салазки с тем, чтобы можно было регулировать натяжение ремня или цепи. В случае использования муфт двигатель укрепляют без салазок на чугунной или стальной фундаментной плите, на раме или площадке.



Салазки, плиты и рамы прикрепляют к фундаментам или частям зданий, кронштейнам и другим конструкциям согласно проекту. Фундаменты обычно сооружают из бетона, реже – из кирпича.

Глубина заложения фундамента зависит от качества и глубины промерзания грунта и должна быть такой, чтобы фундамент покоился не на насыпном грунте, а на материке. Глубина заложения фундамента обычно 0,5–1,5 м. Для электродвигателей, применяемых в сельском хозяйстве, масса фундамента обычно равна пяти-, десятикратной массе двигателя при безударной нагрузке. Если же электродвигатель будет работать в условиях частых пусков, торможений и толчков, то масса фундамента должна превышать массу двигателя в 15–20 раз.

Места для фундаментов выбирают с учетом удобства обслуживания электродвигателей. Проходы для обслуживания между фундаментами или корпусами электродвигателей, между двигателями и частями здания или оборудования должны быть не менее 1 м в свету. Допускаются местные сужения проходов между выступающими частями до 0,6 м. Расстояния между электродвигателями и стеной здания или между корпусами параллельно установленных электродвигателей при наличии прохода с другой их стороны должны быть в свету не менее 0,3 м.

Для изготовления бетонных фундаментов обычно применяют смесь, состоящую из одной части цемента, трех частей чистого речного песка и пяти частей мытого гравия или кирпичного щебня. Схватывание бетона длится 10–15 дней. Отверстия под фундаментные (анкерные) болты готовят, используя конические деревянные пробки, которые вынимают через сутки после окончания бетонирования.

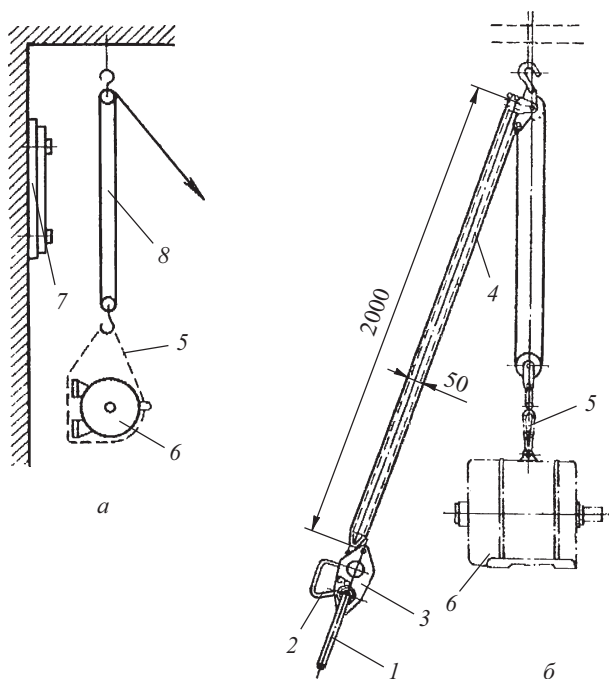
Для фундаментов из красного кирпича готовят раствор из трех частей чистого песка и одной части цемента. Время выдержки кирпичного фундамента примерно вдвое меньше времени выдержки бетонного, и монтаж электродвигателей можно начинать уже через 5–7 дней.

Перед укреплением двигателя салазки выравнивают в продольном и поперечном направлениях, подкладывая полосы листовой стали толщиной 0,5–5 мм. После выверки машины фундаментные болты заливают раствором цемента с равным количеством промытого песка. После укрепления салазок с учетом времени застывания и набора необходимой прочности раствора приступают к выверке валов электродвигателя и рабочей машины.

После выверки и соединения валов полумуфтами, затяжки анкерных болтов, раскернивания анкерных гаек, сварки пакетов подкладок, очистки фундаментов и промывки водой делают подливку

бетонной смесью анкерных болтов и фундаментных плит. Через 30–60 мин после окончания подливки вновь проверяют центровку, так как она иногда нарушается в процессе последующих работ.

Для подъема двигателя и перемещения к месту установки можно использовать полиспаст, представляющий собой грузоподъемное приспособление (рис. 75, а) из неподвижных и подвижных блоков, соединенных тросом или веревкой. Применение полиспаста дает возможность поднимать и перемещать груз, масса которого больше усилия рабочего или грузоподъемности лебедки. При этом усилие уменьшается во столько раз (без учета трения), сколько ветвей полиспаста участвует в подъеме груза. Как известно, выигрышу в силе сопутствует проигрыш в пути. Поэтому скорость подъема груза уменьшается во столько же раз, во сколько и усилие.



**Рис. 75.** Установка электродвигателей с помощью ручных приспособлений:

*а* – подъем двигателя, устанавливаемого на стене, с применением полиспаста; *б* – применение штангового подъемника; 1 – рукоятка привода; 2 – скоба; 3 – привод (лебедка); 4 – трубчатая штанга (трос показан пунктиром); 5 – строп; 6 – электродвигатель; 7 – место установки двигателя; 8 – полиспаст

Полиспасть крепят крюком верхнего блока к строительным или иным конструкциям в зависимости от местных условий, а к крюку нижнего блока прикрепляют на стропах поднимаемый электродвигатель. Рабочий, находясь на безопасном расстоянии от поднимаемого груза, выбирает веревку и поднимает груз на нужную высоту. При полиспасте с двух- или трехрольными блоками электродвигатель массой соответственно 40 и 60 кг поднимают усилием тяжения за веревку, немногим более 10 кг.

Электродвигатели массой свыше 100 кг удобно монтировать с помощью штангового подъемника (рис. 75, б), который нетрудно изготовить при наличии маленькой лебедки с храповым устройством и полиспаста.

Подъемник состоит из ручного привода (лебедки) 3 с рукояткой 1 и скобой 2, оголовка с двумя однорольными блоками и крюком, штанги 4 и стального тросика диаметром 4,5 мм и длиной 6500 мм. Работать со штанговым подъемником весьма удобно. Для подъема груза верхний блок крюком крепят к конструкциям, а к нижнему (подвижному) блоку крепят двигатель. Рабочий левой рукой удерживает скобу 2 привода, а правой вращает рукоятку 1. Трос, запасованный в блоки оголовка, наматывается на барабан лебедки и увлекает за собой груз. Для удерживания груза в нужном для монтажа положении и предохранения его от самопроизвольного опускания служит храповое устройство, размещенное в приводе.

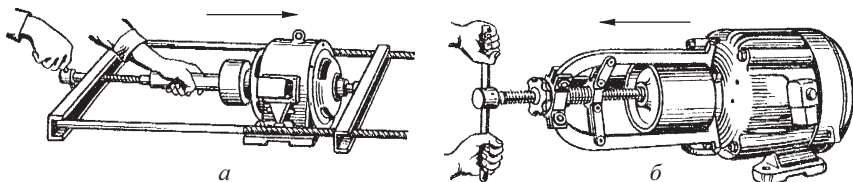
Таким подъемником, имеющим массу 13,3 кг, можно поднимать грузы до 500 кг при усилии на рукоятке не более 0,2 кН со скоростью подъема 2 м/мин и ходом подвижного блока до 2 м. Аналогичный подъемник грузоподъемностью 1 000 кг снабжен двухрольными блоками полиспаста. При этом скорость подъема (при том же усилии на рукоятке привода) уменьшается до 1 м/мин, а ход подъемного подвижного блока – до 1,5 м. Длина стального троса (каната) увеличивается до 8,5 м, общая масса подъемника – до 15,5 кг.

Сельскохозяйственные машины обычно требуют от электропривода частоты вращения на валу 300–500 об/мин. Однако столь тихоходные электродвигатели имели бы большую массу и малый коэффициент полезного действия, а также ухудшенные электрические характеристики. Поэтому обычно применяют высокоскоростные электродвигатели с частотой вращения, близкой к 1 500 и даже 3 000 об/мин, и соединяют двигатель с рабочей машиной через понижающую обороты передачу.

Ременная или клиноременная передача снижает число оборотов за счет установки на валу привода шкива сравнительно малого диаметра, а на валу машины – большого шкива. При этом передачу рас-

полагают так, чтобы активная (тянущая) ветвь ременной передачи была внизу, а свободная ветвь располагалась вверху. Это увеличивает охват шкивов ремнем и уменьшает возможность проскальзывания ремня на шкивах.

Если электродвигатель поступил на монтаж без шкива или со шкивом не соответствующего требуемому передаточному числу диаметра, то шкив устанавливают или заменяют, пользуясь специальными приспособлениями (рис. 76).



**Рис. 76.** Насадка и снятие шкива с вала электродвигателя:

*а* – насадка посредством нажимного устройства; *б* – снятие при помощи универсального съемника с регулируемым раскрытием тяг; стрелки показывают направление перемещения шкива при завертывании винта приспособления

Небольшие шкивы насаживают, применяя приспособление с нажимным винтом (рис. 76, *а*). Это приспособление позволяет все горизонтальные усилия, возникающие при установке шкива, передавать в осевом направлении на вал, но не на подшипники, которые на такие усилия не рассчитаны. Для этого снимают крышку, противоположную шкиву, и другой конец вала упирают в шкворень приспособления. Затем шкив насаживают на свободный конец вала, вращая ручную рукоятку нажимного винта.

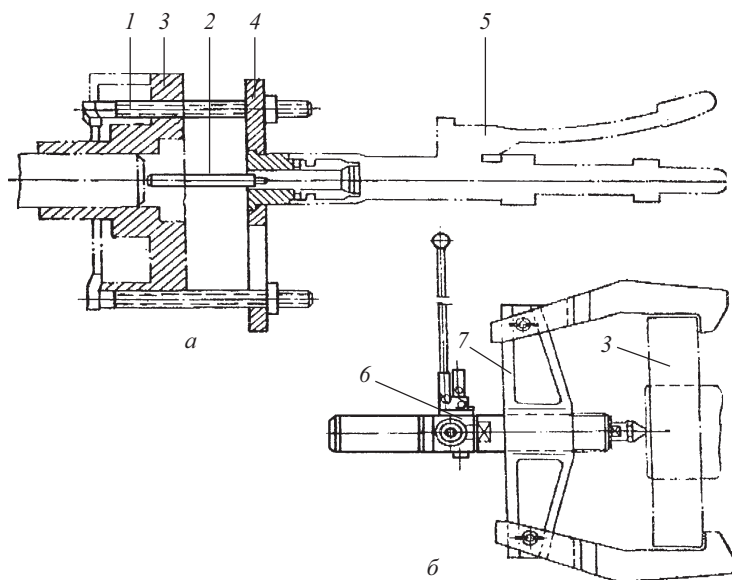
При больших шкивах вместо нажимного устройства можно применить домкрат. При этом противоположный конец вала должен надежно упираться в достаточно прочную конструкцию, чтобы исключить возможность передачи усилия на подшипники.

Снимают шкивы специальными съемниками, в которых при вращении нажимного винта, упирающегося в вал, усилие на шкив передается посредством захватывающих его скоб в обратном направлении. Съемники бывают механические и гидравлические: в них усилие создается при качании гидронасоса. На рис. 76, *б* показан ручной съемник универсального типа с регулируемым раскрытием тяг, что позволяет применять приспособление для работы со шкивами различных диаметров.

Съемник можно изготовить, воспользовавшись обычным электро-монтажным гидравлическим прессом РГП-7. Такое приспособление

имеет основание (в прорезях которого установлено три болта с захватами и два сменных упора), вставляемое в пресс вместо пуансона. Гайку основания съемника ввертывают в корпус прессы РГП-7 вместо вилки (рис. 77, а).

Имеющиеся в основании удлиненные прорези позволяют перемещать болты с захватами соответственно диаметру шкива или полумуфты и снимать их при наружных диаметрах от 125 до 250 мм. Усилие, развиваемое на съемнике, достигает 6,9 кН.



**Рис. 77.** Приспособления для снятия шкивов и полумуфт с валов электродвигателей:

*а* – съемник усилием 6,9 кН; *б* – съемник усилием 19,6 кН; 1 – болты с крючковыми захватами; 2 – сменные упоры; 3 – шкив или полумуфта; 4 – основание съемника; 5 – ручной электромонтажный пресс РГП-7; 6 – ручной гидродомкрат; 7 – траверса с захватами

Для изготовления съемника можно использовать домкрат либо пресс другого типа. Съемник большой мощности можно изготовить, применив серийный гидродомкрат с ручным приводом, развивающим давление рабочей жидкости 150 МПа. Домкрат соединен (см. рис. 77, б) при помощи резьбы со стальной траверсой таврового сечения.

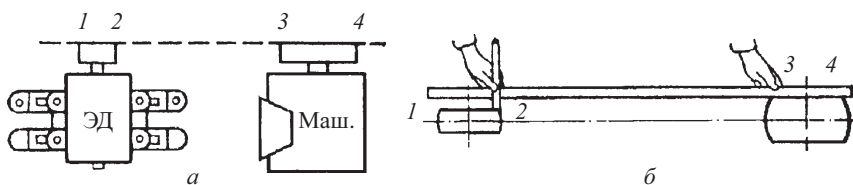
На производстве наряду с ременными передачами чаще всего применяют передачу при помощи муфт, соединяющих два вала с одинаковой частотой вращения. Муфта состоит из двух полумуфт, одна из

которых насажена на вал электродвигателя, а другая – на вал приводимой машины. Как правило, полумуфты насаживают на валы на заводах-изготовителях и лишь в отдельных случаях – при монтаже.

Для насадки и снятия полумуфт применяют те же приспособления, которые описаны ранее применительно к насадке и снятию шкивов. Муфты, так же как и шкивы, закрепляют на валах шпонками.

Надежность и длительность бесперебойной работы электродвигателей и, в первую очередь, их подшипников во многом зависит от качества монтажа по установке и центровке электродвигателей. Способы центровки (выверки) двигателя относительно вала вращаемой им машины зависят от типа передачи.

Середины шкивов правильно выполненной ременной или клиноременной передачи должны находиться в одной плоскости для того, чтобы при работе ремень шел по серединам шкивов. Так же и при цепной передаче в одной плоскости должны лежать середины звездочек. При этом валы двигателя и машины должны быть параллельны. Это проверяют шнуром или струной. Если ширина шкивов двигателя и машины одинакова, то натянутый шнур коснется одновременно обоих шкивов в точках 1, 2, 3 и 4 (рис. 78, а).



**Рис. 78.** Выверка правильности взаимного расположения шкивов временной передачи:

а – при одинаковой ширине шкивов; б – при разной ширине ведущего и ведомого шкивов; ЭД – электродвигатель; Маш. – рабочая машина; 1, 2, 3, 4 – проверяемые точки

При различной ширине шкивов электродвигателя и приводимой машины удобнее использовать выверочную линейку (планку). Планку устанавливают так, чтобы она касалась широкого шкива в точках 3 и 4. Затем измеряют расстояние от планки до точек 1 и 2 на узком шкиве. Взаимное положение шкивов, а следовательно, и валов двигателя и машины будет правильным, если расстояния от планки до торцевой поверхности узкого шкива (до точек 1 и 2) будут равны полуразности ширины шкивов (см. рис. 78, б). При большем расстоянии между шкивами для такой проверки можно применить струну.

Особенно точно положение валов проверяют при их соединении муфтами, когда (особенно при жестких поперечно-свертных муф-

тах) смещение осей центрируемых валов на сотые доли миллиметров может вызвать недопустимую вибрацию.

Взаимное положение установленных машин проверяют центровочными приспособлениями по полумуфтам в диаметрально противоположных точках. Угловой перекося валов также замеряют по полумуфтам на расстоянии 300 мм от оси вала. При измерениях на других расстояниях допуски на угловое (осевое) смещение валов, показанные в табл. 39 для расстояния 300 мм, следует пересчитать пропорционально расстояниям замеров.

Таблица 39

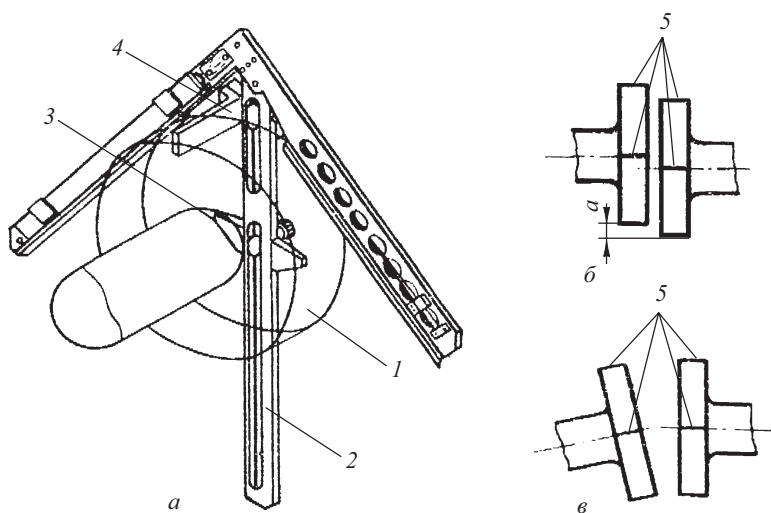
**Допустимая несоосность валов**

Частота вращения, об/мин	Допустимая несоосность валов, мм, для муфт			
	жесткой (фланцевой)		втулочно-пальцевой с пластинами из прорезиненной ткани и пружинной	зубчатой
	Подшипники			
	скольжения	качения		
3000	0,03	0,04	0,09	0,12
1500	0,04	0,04	0,08	0,12
750	0,08	0,08	0,10	0,14
500	0,08	0,08	0,15	0,20

Центровку проводят в два приема: визуальную (предварительную) и точную (окончательную). Для визуальной, т. е. глазомерной центровки нужно на обода полумуфт нанести риски через 90°, если маркировочные риски не были поставлены ранее, при спаренной обработке полумуфт на станке или во время подготовки механизмов к монтажу.

Для нанесения рисков угольник центроискателя (рис. 79, а) ставят на обод полумуфты в такое положение, при котором линейка 2 прилегает к торцовой плоскости полумуфты, а разметочная линейка 4 устанавливается на обод полумуфты. Риски наносят на ободу и на торцовой плоскости полумуфты по линейкам 4 и 3. Точность установки центроискателя при поворачивании на 90° проверяют движком с установочной линейкой 3. Поворачивая приспособление, наносят четыре риски через 90° на ободу полумуфты.

Если диаметры двух полумуфт равны, но муфты смещены друг относительно друга на величину  $a$  (рис. 79, б), тогда один из валов нужно передвинуть по вертикали или горизонтали. Для этого можно использовать подкладки различной толщины под лапы электродвигателя. Затем прикладывают линейку к рискам полумуфты электродвигателя и наблюдают совпадение с соответствующими рисками полумуфты рабочей



**Рис. 79.** Предварительная выверка валов с полумуфтами:  
*а* – нанесение рисков центроискателем; *б* – параллельное смещение;  
*в* – угловое смещение; 1 – муфта; 2 – линейка; 3 – установочная линейка;  
 4 – разметочная линейка; 5 – риски

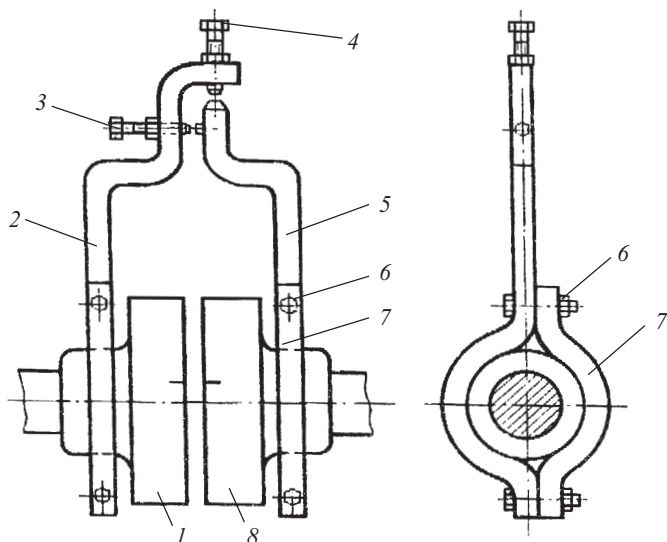
машины. Полное совпадение означает отсутствие перекоса или углового смещения, показанного на рис. 79, *в*. Если между линейкой и рисккой имеется угол, то конец центрируемого вала перемещают по вертикали либо горизонтали до тех пор, пока риски совпадут.

Точную проверку взаимного положения валов выполняют при помощи центровочных скоб, устанавливаемых друг против друга при совпадении рисков на полумуфтах (рис. 80). Наружную скобу ставят на полумуфту установленной машины, а внутреннюю скобу – на полумуфту центрируемого электродвигателя и закрепляют на полумуфтах хомутами на болтах. Можно применять центровочные скобы и других конструкций. Если их нет, можно воспользоваться скобами, изготовленными на месте из проволоки, концы которой загнуты навстречу друг другу, но точность замеров при этом снизится. Наибольшая точность достигается при применении центровочных приспособлений с индикаторами часового типа.

Зазоры между полумуфтами измеряют при совместном проворачивании валов на 90, 180 и 270°. В каждом положении подбирают такие пластинки щупа, которые входят в зазоры с легким усилием, одинаковым для всех замеров.

Результаты замеров записывают и сравнивают с допусками, приведенными в таблице. Разность показаний замеров в диаметрально





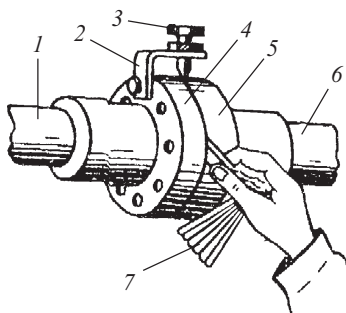
**Рис. 80.** Установка центровочных скоб на валы:

1 – полумуфта установленной машины; 2 – наружная скоба; 3, 4 – измерительные болты; 5 – внутренняя скоба; 6 – болт хомута; 7 – стягивающий хомут; 8 – полумуфта устанавливаемой машины

противоположных точках при измерении на расстоянии 300 мм от оси вала не должна превышать величины допусков.

Взаимное положение вала электродвигателя и вала рабочей машины, если последний по какой-то причине нельзя поворачивать, проверяют методом обхода одной точкой. Для этого поворачивают только вал электродвигателя, установив центровочную скобу со штифтом на полумуфту (рис. 81).

Монтаж электродвигателей заканчивают проверкой качества всех работ, очисткой рабочего места и установкой ограждений, предохраняющих от случайных прикосновений к вращающимся частям, в частности к шкивам и муфтам, а также к приводным ремням. Электродвигатель подключают к сети, предварительно проверив его изоляцию, просушив, если это необходимо, и выполнив другие работы по подготовке к пуску.



**Рис. 81.** Центровка валов

методом обхода одной точкой:  
1 – вал электродвигателя; 2 – центровочная скоба; 3 – штифт; 4 – полумуфта на валу двигателя; 5 – полумуфта на валу рабочей машины; 6 – вал рабочей машины; 7 – щуп

## 7. Подготовка электродвигателей к пуску и их включение

У исправного нового двигателя напряжением до 1 кВ сопротивление изоляции обычно значительно превышает 1 МОм. Падение сопротивления изоляции вызывается обычно проникновением влаги или оседанием пыли. В этих случаях двигатель продувают, если это допускает его конструкция, очищают выводы обмоток и повторно измеряют. Если измерение изоляции обмотки статора мегомметром напряжением 1 кВ покажет сопротивление ниже 0,5 МОм при температуре 10–30 °С, то необходимо провести сушку обмоток.

Иногда электродвигатели сушат методом наружного обогрева с применением воздуходувок, однако этот способ неэкономичен и не всегда дает хорошие результаты, поскольку обмотки нагреваются неравномерно (внутренние витки – недостаточно) и в отдельных частях обмотки остается влага.

Более экономичен и эффективен способ сушки нагревом обмоток электродвигателя электрическим током пониженного напряжения. Поскольку в этом случае тепло выделяется непосредственно в проводниках обмотки, то удаление влаги и сушка изоляции идут интенсивно при малых затратах электроэнергии.

Для сушки электродвигателей используют сварочные трансформаторы с регуляторами или трансформаторы, предназначенные для прогрева бетона в зимнее время, рассчитанные на напряжение до 60 В. Однако и это напряжение может оказаться чрезмерным, поэтому для прогрева обмотки всех трех фаз соединяют последовательно и регулируют ток так, чтобы его величина не оказалась значительно выше номинального тока данного электродвигателя, а температура обмоток составляла 70–80 °С.

Еще более экономична сушка постоянным током, так как постоянный ток встречает в обмотках лишь активное сопротивление и вся мощность оказывается активной, переходящей в тепло непосредственно в проводниках обмотки. Поэтому мощность, требуемая для сушки, а также и напряжение постоянного тока еще меньше, чем переменного. Для сушки постоянным током используют сварочные или другие преобразователи, имеющие выпрямитель или генератор постоянного тока, соединенный на одном валу с приводящим его во вращение электродвигателем.

Сушить крупные электродвигатели удобно методом индукционных потерь в активной стали статора. Для этого на статор наматывают обмотку, по которой пропускают переменный ток. Число витков

этой намагничивающей обмотки, силу тока в этой обмотке и потребляемую при сушке мощность определяют расчетом.

В начале сушки сопротивление изоляции резко падает, а затем увеличивается и достигает постоянной величины. Если после нескольких замеров, проводимых через каждые полчаса, ясно, что сопротивление изоляции больше не увеличивается, сушку прекращают.

Температуру обмоток и стальных частей электродвигателей в процессе сушки контролируют постоянно.

Максимальная температура в наиболее нагретом месте обмотки или стальных частей, которую нельзя превышать во избежание порчи двигателя, зависит от способа сушки и метода измерения: при нагреве током температура допустима не более 80 °С – при измерении ртутными или спиртовыми термометрами; 100 °С – при измерении методом сопротивления; 90 °С – при измерении встроенными и заложенными температурными индикаторами и 100 °С – при измерении термометром в случае сушки внешним нагревом.

Скорость достижения установившейся температуры не должна превышать 5 °С в час. Для ограничения резкого повышения температуры, особенно при сушке крупных машин, своевременно снижают ток или периодически отключают источник питания.

В сельском хозяйстве большинство электродвигателей имеют небольшую мощность. Размеры и масса их сравнительно невелики, и это позволяет сушить обмотки в сушильном шкафу. Размеры шкафа выбирают в зависимости от габаритов электродвигателей. Шкаф делают прямоугольным с дверью в торце и утепляют со всех сторон. Для нагрева рабочей камеры предпочтительнее использовать электроэнергию, но можно применять и пар.

В сушильном шкафу должна быть обеспечена циркуляция воздуха для удаления влаги и растворителей лака из обмоток. В больших шкафах для этого устанавливают специальные вентиляторы; для малого шкафа достаточно вытяжной трубы. Температуру в шкафу контролируют термопарами, а также дистанционными или обычными термометрами и поддерживают около 105 °С. В шкафу делают выводы, чтобы для измерения сопротивления изоляции электродвигателя не приходилось открывать дверцу и нарушать температурный режим. Этот способ сушки прост и надежен, но требует длительного времени и значительного расхода энергии по сравнению с прогревом обмоток током.

В хозяйствах и на сельскохозяйственных предприятиях иногда используют типовой сушильный шкаф, имеющий емкость камеры 1 м<sup>3</sup>.

Сопротивление изоляции новых электродвигателей измеряют согласно нормам. Для двигателей напряжением до 500 В, нахо-

дившихся в эксплуатации, рекомендуется минимально допустимое сопротивление изоляции обмоток 500 Ом на каждый вольт рабочего линейного напряжения при температуре 20 °С. Если сопротивление изоляции обмоток после чистки, пропитки и сушки не достигнет указанного значения, то двигатель надо считать неисправным.

Перед пуском двигателя надо повернуть ротор вручную, проверить свободное вращение и смазку подшипников.

После монтажа и подготовки к пуску нужно убедиться в работоспособности двигателя, исправности его механической части, отсутствии стуков, вибраций, задеваний и в правильности направления его вращения. Для этого двигатель опробуют, т. е. пускают вхолостую без нагрузки и сразу же отключают.

После первого пробного пуска и устранения замеченных недостатков двигатель пускают вхолостую и в течение часа проверяют работу двигателя и его температурный режим. Проверенный на холостом ходу двигатель соединяют с технологической машиной и опробуют под нагрузкой, снова проверяя его работу, вибрацию, нагрев подшипников.

Если двигатели входят в комплект станка или технологической машины и поступили с завода-изготовителя в собранном состоянии, не следует нарушать без необходимости отрегулированные в заводских условиях сопряжения электродвигателя с машиной. В этом случае опробование выполняют сразу под нагрузкой.

До начала пробного пуска машин внимательно осматривают электроустановку (электродвигатели, пускозащитные устройства, подводу, заземляющие устройства) и помещение, убеждаются, что все движущиеся части имеют надежное ограждение, а крепление фундаментных болтов и прочих элементов оборудования выполнено по проекту и надежно затянуто. Проверяют схемы управления, защиты и сигнализации, а также соответствие выполненных электромонтажных работ проекту, ПУЭ, СНиПу, техническим условиям. Измеряют сопротивление растекания тока заземляющего устройства, проверяют исправность цепей между заземлителями и заземляемыми элементами, замеряют сопротивление цепи фаза–ноль и сопротивление изоляции электросети.

Подавать напряжение для опробования любой электроустановки может только эксплуатационный персонал, имеющий соответствующую квалификационную группу по технике безопасности. Персонал строительно-монтажных (в том числе и электромонтажных) организаций не имеет права присоединять вновь смонтированные электроустановки к действующим.

## 8. Техническое обслуживание электродвигателей

При техническом обслуживании дежурный персонал постоянно следит за нагрузкой и вибрацией электродвигателей, температурой и наличием смазки в подшипниках, отсутствием ненормальных шумов и искрения под щетками. Дежурный персонал также производит наружный осмотр и очищает электродвигатель от пыли и загрязнений.

Периодические осмотры электродвигателей производят по графику, установленному главным инженером предприятия. Осмотры планируют тем чаще, чем тяжелее условия работы и чем более изношены электродвигатели. К тяжелым условиям работы относятся: большая продолжительность или высокая частота пусков, высокая температура или запыленность окружающей среды. Квалификационная группа лица, производящего осмотр, должна быть не ниже III.

Целью осмотров является определение технического состояния электродвигателя и выявление объема работ, которые должны быть выполнены при очередном ремонте. Кроме того, при осмотре производят техническое обслуживание подшипников, колец, щеток и выполняют мелкий ремонт без разборки машины. Состав работ при осмотрах и техническом обслуживании асинхронных электродвигателей приведен в табл. 40.

Таблица 40

**Состав работ и последовательность их выполнения при техническом обслуживании электродвигателей**

Операции	Последовательность выполнения работ
1. Внешний осмотр	Тщательно осмотреть электродвигатель
2. Оценка технического состояния	Измерить сопротивление изоляции обмотки статора относительно корпуса. У электродвигателей с фазным ротором измерить сопротивление изоляции обмотки ротора относительно вала. Измерить значения потребляемых электродвигателем из сети токов и убедиться в отсутствии периодических колебаний стрелки прибора, измеряющего силу тока. Проверить степень нагрева корпуса и подшипниковых щитов в зоне подшипников

Операции	Последовательность выполнения работ
3. Очистка поверхности	Очистить поверхность электродвигателя стальной или щетинной щеткой. У электродвигателей закрытого исполнения отвернуть болты или винты крепления кожуха вентилятора. Снять кожух, очистить подшипниковый щит, кожух вентилятора и вентилятор от пыли щетинной щеткой. Удалить следы масла на поверхности электродвигателя обтирочным материалом, смоченным в керосине, и протереть очищенную поверхность насухо. Убедиться в отсутствии трещин в станине и в подшипниковых щитах
4. Проверка крепления	Проверить затяжку болтов или гаек крепления электродвигателя к фундаменту или рабочей машине. Проверить затяжку болтов или гаек крепления подшипниковых щитов. У электродвигателей закрытого исполнения проверить затяжку болтового соединения крепления вентилятора. У электродвигателей серии 4А с высотой оси вращения 56 мм, 63 мм, 160–355 мм пошатыванием рукой проверить плотность посадки вентилятора на валу электродвигателя. Ослабленные болты, винты и гайки подтянуть. Болты и гайки с сорванной резьбой заменить. У электродвигателей закрытого исполнения установить кожух вентилятора и закрепить его болтами или винтами
5. Проверка посадки шкива, полумуфты или звездочки на валу	Проверить техническое состояние шкива, звездочки, состояние резиновых втулок, пальцев муфты. Заменить изношенные или деформированные резиновые втулки. При наличии стопорного винта проверить его затяжку. Ослабленный стопорный винт подтянуть. Шкив, полумуфта или звездочка должны быть плотно насажены на валу и не иметь осевых смещений
6. Проверка исправности заземления	Проверить состояние контакта заземления корпуса электродвигателя. Контакт со следами коррозии разобрать, зачистить контактные поверхности до металлического блеска, смазать техническим вазелином, собрать и затянуть. Проверить затяжку контакта заземления. Ослабленный контакт подтянуть. У электродвигателей, имеющих болт заземления в коробке выводов, отвернуть болты или винты крепления крышки коробки выводов, снять крышку и проверить состояние контакта заземления

Операции	Последовательность выполнения работ
7. Проверка изоляции выводов водных концов	Отвернуть болты или гайки крепления крышки коробки выводов электродвигателя и снять крышку. Убедиться в целостности изоляционного покрытия выводов концов обмоток электродвигателя и проводов, подводящих питание. При наличии отслоений, подгораний, обугливания или механических повреждений изоляции изолировать поврежденные участки
8. Проверка контактных соединений в коробке выводов	У электродвигателей, имеющих доску зажимов, проверить состояние доски и электрических контактов. Доску зажимов, имеющую сколы, трещины или обугленную поверхность, заменить. Окислившиеся, подгоревшие или потемневшие контакты разобрать, зачистить контактные поверхности до металлического блеска, смазать техническим вазелином, собрать и затянуть. Проверить затяжку контактных винтов или гаек. Ослабленные контакты подтянуть. У электродвигателей без доски зажимов осмотром проверить состояние изоляции мест соединения проводов
9. Проверка состояния щеточного механизма электродвигателей с фазным ротором	<p>Раскрыть замки и снять защитный кожух щеточного механизма. Очистить щеточный механизм и контактные кольца сухим обтирочным материалом. Проверить состояние контактных колец, щеток, траверсы, изолирующих звеньев траверсы. У электродвигателей АК всех габаритов и АОК2 4-го и 5-го габаритов вынуть щетки из обойм щеткодержателя. Проверить состояние контактных колец. Поверхность контактных колец должна быть покрыта политурой (коричневого цвета с синеватым оттенком). Если контактная поверхность колец загрязнена или потемнела, протереть ее обтирочным материалом, смоченным в ацетоне. Если на поверхности контактных колец появился нагар, шлифовать ее мелкой шкуркой, натянутой на деревянную колодку, имеющую вогнутую цилиндрическую поверхность по форме контактных колец. Проверить состояние щеток и измерить их высоту.</p> <p>Сколы и трещины на рабочей поверхности не допускаются. Высота щеток должна быть не менее 25 мм у двигателей 4-го и 5-го габаритов. Износившиеся или выкрошившиеся щетки заменить новыми, выполнив следующие операции:</p> <p>а) отсоединить токопроводящий провод щетки от клеммы;</p>

Операции	Последовательность выполнения работ
	<p>б) вставить новую щетку в обойму щеткодержателя и проверить легкость перемещения щетки (для электродвигателей АК всех габаритов и АОК2 4-го и 5-го габаритов);</p> <p>в) отвернуть винт крепления щетки, установить новую щетку в гнездо щеткодержателя и закрепить винтом (для электродвигателей АОК2 6-го и 7-го габаритов);</p> <p>г) присоединить токопроводящий провод щетки к клемме. Притереть щетки. Для притирки щеток на поверхность контактного кольца по всей окружности наложить мелкозернистую стеклянную бумагу рабочей поверхностью к щетке и прижать щетку курком или пружиной. У электродвигателей АОК2 6-го и 7-го габаритов установить щеткодержатель со щеткой в рабочее положение и закрепить его пружиной. Поворачивая вал электродвигателя вперед и назад на пол-оборота, притереть щетку. Удалить шлифовальную шкурку. После притирки щетки и шлифования контактных колец удалить образовавшуюся пыль.</p> <p>Вставить остальные пригодные к дальнейшей эксплуатации щетки в обоймы щеткодержателей, опустить курки или пружины (электродвигатели АК всех габаритов и АОК2 4-го и 5-го габаритов), установить щеткодержатели в рабочее положение и вставить крючки пружин в отверстия щеткодержателей (электродвигатели АОК2 6-го, 7-го габаритов).</p> <p>Проверить контакты соединения щеточного механизма с выводными проводами. Окислившиеся, потемневшие или подгоревшие контакты разобрать, зачистить контактные поверхности до металлического блеска, собрать контакты и затянуть. Надеть защитный кожух щеточного механизма</p>
10. Проверка работы электродвигателя	<p>Поворачивая вручную ротор электродвигателя, убедиться в отсутствии заедания в подшипниках, заедания ротора за статор и вентилятора за кожух. Ротор должен проворачиваться легко (без заеданий и заеданий) в подшипниках.</p> <p>Включить электродвигатель в сеть без нагрузки рабочей машины. Убедиться в отсутствии посторонних шумов, стуков и повышенной вибрации. Включить нагрузку и убедиться в нормальной работе электродвигателя под нагрузкой</p>



Перед включением электродвигателя в работу следует убедиться в отсутствии посторонних предметов на механизме, электродвигателе, в исправности контактных колец, рукоятка пускового реостата должна быть установлена в положение «Пуск», у небольших двигателей проворачивают ротор вручную. После пуска электродвигателя следят за отсутствием шума и гудения, нагрева корпуса и подшипников, вибрации, биения ременной передачи или соединительной муфты с механизмом. Аварийную остановку электродвигателя производят при несчастном случае, при появлении дыма или пламени из двигателя или пускорегулирующей аппаратуры, при поломке приводимого механизма, при сильной вибрации, при чрезмерном нагреве двигателя с заметным снижением частоты вращения.

Чрезмерный нагрев электродвигателей сокращает их долговечность. Степень нагрева зависит от величины нагрузки электродвигателя и от условий и режима его работы. Для контроля величины нагрузки измеряют ток статора и сравнивают его с допустимым значением. Величину тока нагрузки ограничивают, так как нагрев электродвигателя пропорционален ей. В свою очередь нагрев ограничивается теплостойкостью изоляции. Продолжительные превышения допустимой по теплостойкости температуры нагрева изоляции приводят к ее ускоренному старению и потере изоляционных свойств. В результате электродвигатель становится непригодным к эксплуатации. В машинах старых выпусков распространена изоляция классов *A–B*. В новой серии асинхронных двигателей *4A* применены изоляционные материалы классов *B* и *F*.

Для контроля за нагрузкой электродвигателей в одну из фаз питающей линии устанавливают амперметр, показывающий ток обмотки статора. На делении его шкалы, соответствующем 105 % номинального тока, делают четкую отметку красного цвета, облегчающую контроль. Продолжительная работа электродвигателя при показаниях амперметра, превышающих 105 % номинального тока, недопустима по условию перегрузки. В этом случае необходимо уменьшить нагрузку на валу двигателя. При достаточном навыке ориентировочное представление о степени нагрева можно получить, прилагая ладонь к нагретому элементу конструкции. Следует иметь в виду, что обычно ладонь без болевых ощущений выдерживает температуру до 60 °С.

Повышенная вибрация представляет прямую опасность для электродвигателя и приводимого механизма, которая обычно бывает вследствие неточной центровки валов электродвигателя и производствен-

ного механизма, неполной балансировки вращающихся частей, ослабления крепления агрегата на фундаменте, недостаточной жесткости конструкции фундамента. При обнаружении повышенной вибрации принимают меры к ее немедленному устранению путем затяжки фундаментных креплений, точной центровки валов или балансировки роторов.

Основу ухода за подшипниками скольжения составляет постоянный контроль и поддержание требуемого количества и качества масла. Необходимый объем масла поддерживается таким образом, чтобы кольцо погружалось в масло на  $1/4$ – $1/5$  своего диаметра. Недопустимы как избыток, так и недостаток масла. При избытке масло разбрызгивается, вспенивается и засасывается внутрь машины. Попадая на обмотки, масло снижает характеристики изоляции, что может привести к ее пробою. Недостаток масла приводит к слабой смазке подшипника и его перегреву.

Масло в необходимом количестве доливают не реже чем через 10 суток работы подшипника. Не позже чем через 300 ч работы масло в резервуаре полностью заменяют. Для этого отработавшее масло сливают, резервуар промывают керосином, продувают сжатым воздухом и повторно промывают, но не керосином, а маслом, предназначенным для заливки. Затем заполняют резервуар маслом до нормы. Уровень масла вследствие его значительной вязкости устанавливается не сразу. Поэтому доливку масла до нормы производят небольшими порциями.

Подшипники качения смазывают, как правило, консистентными (нежидкими) составами. Объем камеры подшипника качения должен быть заполнен на  $1/2$  при более высоких частотах вращения. Если употреблять смазку в количествах, превышающих указанные, подшипники перегреваются, а смазка вытекает из корпуса. При обнаружении в процессе эксплуатации меньших количеств смазки последнюю добавляют до нормы. Смазку следует применять того же сорта, что и содержащуюся в подшипнике. В зависимости от условий эксплуатации консистентную смазку заменяют через 3–6 мес. работы с предварительной промывкой смесью бензина Б-70 с чистым трансформаторным маслом (6–8 %). Промывку ведут при проворачивании вала электродвигателя до тех пор, пока из корпуса подшипника не станет вытекать незагрязненный промывочный состав.

Замену смазки в электродвигателях новых серий (4А) можно проводить на ходу без промывки. В подшипниковом узле для этого предусмотрено отверстие для пресс-масленки (в верхней части) и

выходное отверстие для отработавшей смазки (в нижней части). Новая смазка подается за подшипник, проходит через него и вытесняет старую смазку.

Контактирующие поверхности колец и щеток должны быть чистыми и иметь правильную цилиндрическую форму, щетки должны прилегать к кольцам не менее чем двумя третями контактной поверхности. Вредное влияние на щеточный контакт оказывает проводящая ток угольная или металлическая пыль, образующаяся при трении щеток о кольца или коллектор. Загрязнения коллектора являются причиной искрения под щетками. При неблагоприятных условиях работы щеточного контакта искрение бывает настолько сильным, что вызывает нагар.

Ежедневно при техническом обслуживании удаляют загрязнения контактных колец угольной и металлической пылью, тщательно протирая поверхность скольжения чистой сухой тканью. Нагар и неровности полируют стеклянной абразивной бумагой № 100/180. Бумагу укрепляют на изоляционной (деревянной) колодке, имеющей рабочую выемку по форме поверхности кольца. Колодку для удобства пользования снабжают одной или двумя рукоятками.

## **9. Основные неисправности электродвигателей**

Неисправности электродвигателей возникают в результате износа деталей и старения материалов, а также при нарушении правил технической эксплуатации. По месту возникновения и характеру происхождения *повреждения электродвигателей подразделяют на электрические и механические.*

*К электрическим* относят повреждения изоляции или токопроводящих частей обмоток, коллекторов, контактных колец и листов сердечников. *Механическими повреждениями* считают ослабление крепежной соединительной резьбы, посадок, нарушения формы и поверхности деталей, перекосы и поломки. Повреждения обычно имеют явные и прямые признаки, очевидные или легко устанавливаемые измерениями.

Неисправности часто можно установить лишь по косвенным признакам. При этом приходится не только производить измерения, но и сопоставлять обнаруженные факты с известными из опыта и делать логические выводы. Типичные признаки и причины неисправностей асинхронных электродвигателей и способы их устранения приведены в табл. 41.

**Неисправности асинхронных двигателей,  
причины их возникновения и способы устранения**

Неисправность и ее признаки	Причина возникновения	Способ устранения
Активная сталь статора равномерно перегрета, хотя нагрузка двигателя не превышает номинальной	Напряжение сети выше номинального  Неисправен вентилятор	Снизить нагрузку или усилить вентиляцию двигателя  Снять защитный кожух и отремонтировать вентилятор
Активная сталь при холостом ходу двигателя и номинальном напряжении сети местами сильно нагревается	Местные замыкания между отдельными листами активной стали, вызванные заусенцами или задеванием ротора о статор  Зубцы активной стали в отдельных местах выгорели и оплавлены вследствие коротких замыканий в обмотке статора или пробоя обмотки на корпус	Удалить заусенцы, разединить соединенные листы стали и отлакировать их изоляционным лаком воздушной сушки.  Вырубить или вырезать поврежденные места. Между отдельными листами проложить тонкий электрокартон или пластинки слюды и отлакировать их изоляционным лаком. В случае большого количества повреждений необходимо произвести полную перешихтовку стали с перемоткой статора
Обмотка статора равномерно перегрета	Двигатель перегружен или нарушена его нормальная вентиляция	Снизить нагрузку или усилить вентиляцию (запросить завод-изготовитель о способах усиления вентиляции)

Неисправность и ее признаки	Причина возникновения	Способ устранения
	<p>Напряжение на выводах двигателя ниже номинального, вследствие чего двигатель при номинальной мощности перегружен током</p> <p>Обмотка статора соединена не в звезду, а в треугольник</p>	<p>Повысить напряжение до номинального или уменьшить ток нагрузки до номинального</p> <p>Соединить обмотку статора в звезду</p>
<p>Обмотка статора сильно нагревается. Ток в отдельных фазах неодинаковый. Двигатель сильно гудит и тормозится</p>	<p>Витковое замыкание между двумя фазами</p> <p>Короткое замыкание между двумя фазами</p>	<p>В основном определяется ощупыванием обмотки после ее отключения</p> <p>Поврежденное место отремонтировать или же перемотать поврежденную часть обмотки</p>
<p>Ротор, а иногда и статор перегреваются. Двигатель гудит, ток в статоре сильно пульсирует. Двигатель с нагрузкой плохо запускается и не развивает номинальной частоты вращения; момент вращения меньше номинального</p>	<p>Неисправность вызвана плохим контактом в цепи ротора: плохой контакт в пайках лобовых частей обмотки или в нулевой точке, в переходных соединениях между стержнями или в соединениях между параллельными группами</p> <p>Плохой контакт в соединениях обмотки с контактными кольцами</p>	<p>Проверить все пайки обмотки ротора; те из них, которые неисправны или внушают подозрение, перепаять. Если наружным осмотром не удастся обнаружить место плохой пайки, проверить методом падения напряжения</p> <p>Проверить контакты токопроводов в местах соединения их с обмоткой и контактными кольцами</p>

Неисправность и ее признаки	Причина возникновения	Способ устранения
	Плохой контакт в соединениях между контактными кольцами и пусковым реостатом или в пусковом реостате	Проверить исправность контактов в местах присоединения проводов к ротору и реостату, проверить и очистить контакты и щетки пускового реостата
Двигатель не запускается	Отсутствует ток в статоре, что может наблюдаться вследствие перегорания предохранителей или выключения неисправного автоматического выключателя	Поставить новые предохранители; исправить автоматический выключатель
Двигатель не запускается: при поворачивании рукой работает толчками и ненормально гудит; в одной фазе статора нет тока	Обрыв в одной фазе цепи сети или внутренний обрыв в обмотке статора. Если обрыв фазы произойдет во время работы двигателя, то при отсутствии надлежащей максимальной защиты может перегореть обмотка статора или ротора	Проверить вольтметром напряжение на выводах статора. Если имеется обрыв в одной фазе сети или напряжение во всех трех фазах несимметрично (в случае перегорания предохранителя или обрыва в одной фазе первичной обмотки трансформатора), то устранить неисправность сети. Если сеть исправна, то устранить обрыв в обмотке статора

Неисправность и ее признаки	Причина возникновения	Способ устранения
<p>Двигатель не запускается несмотря на то, что напряжение на выводах статора номинальное, а ток во всех трех фазах статора одинаков. Все три напряжения на кольцах равны при неподвижном разомкнутом роторе</p>	<p>Обрыв в двух (или трех) фазах пускового реостата или в соединительных проводах между ротором и пусковым реостатом</p> <p>Сильное одностороннее притяжение ротора к статору вследствие большого износа вкладышей подшипников, смещения подшипниковых щитов или подшипниковых стояков</p>	<p>Отыскать с помощью мегомметра или контрольной лампы место обрыва и устранить его</p> <p>Заменить вкладыши подшипников и отрегулировать подшипниковые щиты</p>
<p>Двигатель с короткозамкнутым ротором хорошо запускается без нагрузки; с нагрузкой не запускается</p>	<p>Нагрузка при пуске велика</p>	<p>Уменьшить нагрузку при пуске</p>
<p>Искрение сопровождается повышенным нагревом коллектора и щеток</p>	<p>Щетки в плохом состоянии и неправильно установлены в щеткодержателях. Размеры обойм щеткодержателей не соответствуют размерам щеток, плохой контакт между щетками и их арматурой</p>	<p>Угольные щетки имеют неровную обогревающую рабочую поверхность с царапинами; плохо шлифованы; их края обломаны или обгорели. Следует правильно установить щеткодержатели и щетки</p>

Неисправность и ее признаки	Причина возникновения	Способ устранения
Стук в подшипниках качения	Разрушение дорожек или тел качения	Заменить подшипник
Повышение вибрации при работе	Нарушение балансировки ротора шкивами или муфтами; неточная центровка валов агрегата; перекос соединительных полу-муфт	Дополнительно отбалансировать ротор, шкивы или полумуфты; произвести центровку двигателя и машины; снять и вновь правильно установить полумуфту. Найти место обрыва или плохого контакта и устранить повреждение

## 10. Ремонт асинхронных электродвигателей

В соответствии с Правилами технической эксплуатации в системе планово-предупредительных ремонтов электрооборудования предусмотрено *два вида ремонтов: текущий и капитальный.*

*Текущий ремонт* производится с периодичностью, установленной с учетом местных условий, для всех электродвигателей, находящихся в эксплуатации, в том числе в холодном или горячем резерве. В объем работ при текущем ремонте входят работы, приведенные в табл. 42. Текущий ремонт является основным видом профилактического ремонта, поддерживающим на заданном уровне безотказность и долговечность электродвигателей. Этот ремонт производят без демонтажа двигателя и без полной его разборки.

Таблица 42

### Объем и последовательность выполнения работ при текущем ремонте электродвигателей

Износы и повреждения	Последовательность выполнения работ
<b>Ремонт активной стали статора и ротора</b>	
Коррозия, следы задевания ротора (якоря) за активную сталь статора	Зачистить покрытые коррозией участки активной стали статора и ротора шлифовальной шкуркой до устранения следов коррозии и продуть сжатым воздухом от компрессора. Зачищенные места покрыть лаком БТ-99 и просушить на воздухе в течение 3–4 ч



Износы и повреждения	Последовательность выполнения работ
Вмятины на поверхности пакета активной стали	Разъединить листы активной стали ножом или остро заточенной отверткой. Осмотреть место правки листов и убедиться в отсутствии их замыкания. Покрыть место правки лаком БТ-99 и просушить на воздухе в течение 3–4 ч
<b>Ремонт станины статора</b>	
Забоины на резьбе в отверстиях под болты и винты	Резьбу прокалывать метчиком
Забоины и заусенцы на посадочных местах под подшипниковые щиты	Зачистить выступающий над поверхностью посадочного места металл и заусенцы шабером или напильником с мелкой насечкой
<b>Ремонт ротора</b>	
Износ, трещины или повреждение, коррозия на телах качения, беговых дорожках и сепараторе подшипников	Снять с вала с помощью съемника подлежащий замене подшипник. Очистить новый подшипник от консервационной смазки в моечной ванне. Следует заметить, что у подшипников типа 180000 (закрытых), применяемых в электродвигателях серии 4А, консервационную смазку удаляют обтирочным материалом, смоченным в ацетоне. Установить на вал внутреннюю крышку подшипника, смазать посадочное место на валу машинным или дизельным маслом и молотком с наставкой напрессовать подшипник на вал ротора. Перед напрессовкой подшипник нагреть, заполнить полость подшипника смазкой и заложить оставшуюся смазку в камеры подшипников. Полости подшипников электродвигателей серии 4А с высотами вращения 112–280 мм заполняют смазкой ЛДС-2, серии 4А с высотами вращения 56–100 мм – смазкой ЦИАТИМ-221, а остальных электродвигателей – смазкой 1–13
Шероховатости, пятна от подгорания, мелкие царапины на поверхности контактных колец	Устранить дефект при собранном электродвигателе и снятой крышке щеточного устройства, для чего провести следующие операции. Включить электродвигатель в сеть. Со стороны, противоположной щеточному устройству, приложить

Износы и повреждения	Последовательность выполнения работ
Шероховатости, пятна от подгорания, мелкие царапины на поверхности контактных колец	поочередно к каждому контактному кольцу изолированную планку с закрепленной на ней шлифовальной шкуркой и шлифовать поверхность колец до исчезновения следов пятен и мелких царапин и получения чистоты не ниже 8-го класса
Износ, наличие канавок, биение поверхности контактных колец	Прошлифовать поверхность контактных колец на токарном станке при помощи суппортно-шлифовального приспособления или деревянной колодки, под которую положена шлифовальная шкурка. Биение проточенных и прошлифованных колец в радиальном направлении не должно превышать 0,06 мм, а в осевом – 0,1 мм
Повреждение изоляции контактных шпилек	Снять поврежденную изоляцию с контактной шпильки ножом. Обмотать шпильку кабельной или телефонной бумагой до получения размеров шпильки с изоляцией электродвигателя 6-го габарита по ширине 12 и толщине 4 мм, а 7-го и 8-го габаритов – по ширине 16 и толщине 6 мм. При наматывании на шпильку первый и последний слой кабельной или телефонной бумаги смазать клеем БФ-2. Поверхность изоляции шпильки покрыть изоляционным лаком БТ-99 и просушить на воздухе в течение 3 ч
Перекрытие изоляции между контактными кольцами дугой	Зачистить место повреждения шлифовальной шкуркой и протереть салфеткой, смоченной ацетоном. Покрыть зачищенную поверхность эмалью ГФ-92-ХС и просушить на воздухе. Допускается покрывать зачищенную поверхность слоем клея БФ-2
<b>Ремонт обмотки</b>	
Незначительные повреждения изоляционного покрытия лобовых частей обмотки статора или фазного ротора	Тщательно очистить место повреждения волосяной щеткой и обдуть сжатым воздухом. Покрыть место повреждения одним из лаков воздушной сушки (например, БТ-99) и просушить на воздухе в течение 3 ч

Износы и повреждения	Последовательность выполнения работ
Обрыв или ослабление бандажей лобовых частей обмотки	Осторожно снять оборванную или ослабленную часть бандажей с лобовых частей обмотки. Бандажировать с помощью специального шила лобовую часть обмотки стеклянной лентой или стеклочулком через один паз. При бандажировании обмоток с изоляцией класса А допускается применять тафтяную ленту. Покрывать бандажи лаком воздушной сушки (БТ-89 или др.) и просушить на воздухе в течение 3 ч
Механические повреждения отдельных участков изоляции выводных проводов	Изолировать поврежденные участки выводных проводов вполнахлеста тремя слоями изоляционной ленты
Трещины или механические повреждения по всей длине выводных проводов обмотки статора	Снять бандаж с лобовой части обмотки на длине крепления заменяемого выводного провода. Отъединить поврежденный выводной провод от обмотки катушечной группы. Отрезать новый выводной провод марки ПРГ, ПЭГ, РКНМ, ЛПЛФ длиной, равной длине отъединенного провода. Надеть на один конец отрезанного провода линоксиновую трубку длиной 10–15 мм для маркировки вывода. На этом же конце снять изоляцию с провода, зачистить токопроводящую жилу и залудить. При площади сечения провода 6 мм <sup>2</sup> и более установить наконечник, обжать и пропаять припоем ПОС 30. При меньшей площади сечения провода залуженную часть скрутить в петлю и пропаять припоем ПОС 30. Зачистить второй конец выводного провода на длине 30–40 мм. Пропустить выводной провод через отверстия в коробке выводов и станины и надеть на него изоляционную трубку длиной 60–70 мм. Зачистить конец провода катушечной группы. Соединить концы выводного провода и провода катушечной группы скруткой длиной не менее 20–25 мм и пропаять скрутки (можно сварить угольным электродом). Отогнуть скрутку к одному из проводников и надеть на нее изоляционную трубку. При отсутствии изоляционной трубки допускается изолировать место соединения изоляционной лентой внахлестку в три слоя. Забандажировать лобовую часть обмотки стеклянной лентой или стеклочулком.

Износы и повреждения	Последовательность выполнения работ
Трещины или механические повреждения по всей длине выводных проводов обмотки статора	Допускается применять при бандажировании обмоток с изоляцией класса А тафтяную ленту. Покрывать бандаж одним из лаков воздушной сушки (БТ-99 или др.) и просушить на воздухе в течение 3 ч. Нанести на линоксиновую трубку обозначение начала или конца фазы ( <i>C1, C2, C3, C4, C5, C6</i> )
Увлажнение изоляции обмоток статора или фазного ротора	В зависимости от места проведения текущего ремонта электродвигателя применяются определенные способы сушки. При проведении ремонта электродвигателя на пункте (участке) текущего ремонта электрооборудования обычно изоляцию обмоток сушат внешним нагревом в сушильном шкафу, а при проведении текущего ремонта на месте установки – нагревом током, пропускаемым через обмотки. Сушка внешним нагревом (в шкафу) заключается в следующем. Статор или фазный ротор помещают в шкаф и сушат при температуре 80–90 °С в течение 7–10 ч. После 5 ч сушки каждый час измеряют сопротивление изоляции фаз обмоток статора относительно корпуса и между обмотками, а у фазного ротора – сопротивление изоляции обмотки относительно вала. Изоляция считается высушенной, если ее сопротивление при установившейся температуре не изменяется в течение 2–3 ч. Сопротивление изоляции должно быть не менее 4 МОм при температуре 15 °С
Ослабление пазовых клиньев в пазах статора	Выбить молотком с помощью оправки ослабленный пазовый клин. Забить новый пазовый клин. При удалении старых и установке новых пазовых клиньев необходимо соблюдать осторожность, чтобы не повредить пазовую изоляцию и изоляцию лобовых частей обмотки. Используемые для замены пазовые клинья из дерева должны быть пропитаны трансформаторным или льняным маслом, нагретым до температуры 100–120 °С в течение 3–4 ч, а затем просушены в вертикальном положении при температуре 100–110 °С в течение 5–6 ч

Износы и повреждения	Последовательность выполнения работ
<b>Ремонт щеточного механизма</b>	
Излом или ослабление пружин щеткодержателя	Заменить пришедшую в негодность пружину новой. При замене пружины у электродвигателей типа АК и АОК2 4-го и 5-го габаритов поднять конец пружины, упирающийся в торец щетки, вывести в сторону за щеткодержатель и опустить. Вынуть второй конец пружины из паза в оси. Установить новую пружину
Пробой или механическое повреждение изоляции пальца щеткодержателя	Снять поврежденную изоляцию с пальца щеткодержателя. Обмотать палец щеткодержателя кабельной или телефонной бумагой до получения диаметра щеткодержателя вместе с изоляцией $16 \pm 0,15$ мм для электродвигателей серии АОК2 4-го и 5-го габаритов и $20 \pm 0,2$ мм – для электродвигателей серии АК. При наматывании на палец щеткодержателя первые и последние слои бумаги смазать клеем БФ-2. Покрывать поверхность изоляции лаком БТ-99 и просушить на воздухе в течение 3 ч
Наплывы металла на обойме щеткодержателя. Износ, сколы и трещины на рабочей поверхности щетки	Удалить напильником или шабером наплывы металла с обоймы щеткодержателя. Продуть обойму сжатым воздухом. Заменить щетку новой. Положить на поверхность кольца шлифовальную шкурку рабочей поверхностью в сторону щетки и обеспечить нормальное давление щетки на кольцо пружинной щеткодержателя. Поворачивая вал электродвигателя на пол-оборота вперед и назад, притирать щетку до тех пор, пока она не будет прилегать к кольцу всей рабочей поверхностью. Продуть сжатым воздухом контактные кольца в щеточное устройство, очистив их от графитовой пыли, образовавшейся при притирке щеток

*Капитальный ремонт.* Периодичность капитальных ремонтов электродвигателей Правилами технической эксплуатации не устанавливается. Она определяется лицом, ответственным за электрохозяйство предприятия, на основании оценок общей продолжительности работы электродвигателей и местных условий их эксплуатации. Капитальный ремонт, как правило, производят в условиях специализированного электроремонтного цеха (ЭРЦ) или специализированного ремонтного предприятия (СРП). В объем работ при капитальном ремонте входят работы, предусмотренные текущим ремонтом, а также работы, приведенные в табл. 43.

Разборку электродвигателя производят в порядке, обусловленном особенностями конструкции электродвигателей. Последовательность разборки электродвигателей малой и средней мощности, имеющих подшипниковые щиты с подшипниками качения или скольжения, приведена в табл. 44.

Таблица 43

**Объем выполняемых работ капитального ремонта  
асинхронных электродвигателей**

Работа	Последовательность выполнения работ
Измерения и оценка состояния частей	Осмотр двигателя; оценка внешнего состояния сборочных узлов и целостности обмотки; измерение осевого разбега ротора двигателя с подшипниками скольжения. Измерение зазора между шейкой вала и вкладышем подшипника. Измерение зазора между ротором и статором, сопротивления изоляции обмоток и колец
Разборка двигателя	Полная разборка двигателя; очистка, продувка и промывка всех узлов и деталей
Осмотр и чистка обмоток	Очистка, продувка, протирка и промывка сохраняемых обмоток, устранение дефектных мест на изоляции
Ремонт подшипников и подшипниковых щитов	Замена подшипников качения независимо от их состояния. Перезаливка вкладышей подшипников скольжения (при необходимости). Ремонт подшипниковых щитов (заварка трещин)
Ремонт магнитопровода	Удаление мест оплавления магнитопровода ротора и статора, устранение замыканий и распушенности листов стали, осевых сдвигов активной стали и т. д.

Работа	Последовательность выполнения работ
Ремонт поврежденных деталей	Замена или ремонт вентиляторов, приварка лап, заварка трещин, восстановление крепежной резьбы; смена деталей щеткодержателей и механизма подъема щеток, смена изношенных щеток, проточка роторных колец
Ремонт роторов	Замена или перезаливка стержней обмоток, ремонт местных повреждений изоляции, ремонт бандажей и бандажирование обмоток, замена неисправных пазовых клиньев
Регулировка	Регулировка силы нажатия щеток пружинным динамометром, зазора между щеткодержателем и кольцом
Проверка заземления	Осмотр и ремонт (при необходимости) заземляющих шин, проводов и контактов
Ремонт реостата	Разборка и очистка реостата; очистка и смена масла, чистка и в случае необходимости – смена контактов. Смена поврежденных резисторов
Сборка двигателя и выверка его на фундаменте	Проверка плотности посадки передачи (муфты, шкива). Выверка электродвигателя на фундаменте, проверка болтовых соединений
Осмотр и проверка пускового аппарата	Чистка аппарата, при необходимости – с разборкой; очистка от окислов крепления контактов; чистка и замена контактных сухарей. Снятие нагаров и очистка контактных поверхностей; регулирование нажатия контактов динамометром, проверка площади соприкосновения якоря, проверка короткозамкнутого витка якоря. Осмотр и ремонт проводов заземления
Проверка защитного аппарата	Проверка соответствия плавких предохранителей. Проверка соответствия нагревателей тепловых реле. Проверка соответствия тока расцепителя автомата расчетному току
Измерения	Измерение сопротивления изоляции обмотки статора; общего сопротивления постоянному току реостатов и пускорегулирующих резисторов. Определение зазора между сталью ротора и статора

Работа	Последовательность выполнения работ
Обкатка электродвигателя после ремонта	Запуск двигателя на холостом ходу; проверка тока холостого хода, температуры подшипников, шума. После работы электродвигателя в течение 1 ч включаем его под нагрузку на 5–6 ч, после этого проверка температуры нагрева обмоток, подшипников. Проверка реостата, пусковой аппаратуры

**Примечание.** Для асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором работы, относящиеся к двигателю с фазным ротором, исключаются.

Таблица 44

#### Последовательность разборки электродвигателя

Ремонтная операция	Последовательность операций
Внешний осмотр и уточнение технических характеристик двигателя	Осмотреть электродвигатель. Нанести метки на вращающиеся детали для облегчения последующей балансировки. Проверить и записать основные технические характеристики
Очистка электродвигателя	У двигателя протереть все доступные места, продуть сжатым воздухом, промыть и протереть
Общая разборка	Снять с вала полумуфту, шкив или шестерню с помощью съемных приспособлений (см. рис. 82)
Снятие подшипниковых щитов	Из корпусов подшипников скольжения слить масло. Снять сначала передний щит, в котором расположено щеточное устройство; отсоединить от щеточного аппарата соединительные проводники, поднять щеткодержатели или вынуть щетки. Вывернуть болты и снять наружную заднюю крышку подшипников и подшипниковый щит
Вынуть ротор	На конец вала ротора насадить трубку-удлиннитель и с ее помощью вывести ротор из статора
Очистка сборочных узлов и деталей	Разобранные узлы дополнительно и тщательно очистить, продуть сжатым воздухом и при необходимости промыть. Чистые узлы осмотреть для определения необходимого объема дальнейшей разборки. Снять закрепляющие кольца



Ремонтная операция	Последовательность операций
Подетальная разборка: выпрессовка подшипников качения	Шариковые подшипники снять съемниками (см. рис. 82, <i>а</i> ) с захватом внутреннего кольца. Роликовые подшипники выпрессовать обычным съемником или съемником с разрезной упорной шайбой (см. рис. 82, <i>б</i> ). Снять внутренние крышки подшипников
Выпрессовка подшипников скольжения	Снять верхние торцевые крышки масляных камер, отвернуть стопорные болты. Втулки малых диаметров выпрессовать ударами молотка по деревянной выколотке из березы, бука. Из щитов более крупных двигателей вкладыши можно выпрессовывать винтовым приспособлением упорного типа, предварительно выведя из прорези масляное кольцо. Вынуть смазочные кольца
Снятие контактных колец	Отсоединить проводки пускового реостата и проводники, соединяющие контактные кольца с обмоткой ротора; изоляционные шайбы отвернуть и снять с вала. Винтовым или гидравлическим съемником снять втулку с контактными кольцами с вала, захватывая при этом стальную втулку
Снятие вентилятора и короткозамыкателя	Отвернуть стопорные болты и снять вентилятор, кольцо и вилку короткозамыкателя. Отвернуть болты и снять кожух и клеммный щиток
Очистка и промывка деталей	Особенно тщательно очистить обмотки деревянными или пластмассовыми скребками, протереть насухо, продуть сжатым воздухом. Масло с обмоток удалить чистой тканью, смоченной в бензине, а затем сухой. Вентиляционные каналы сердечника промыть бензином. Все детали прочистить скребками, промыть и протереть насухо
Проверка и замеры	Проверить обмотку и сопротивление изоляции. Выявить детали, подлежащие ремонту и замене. Составить ведомость со списком дефектов

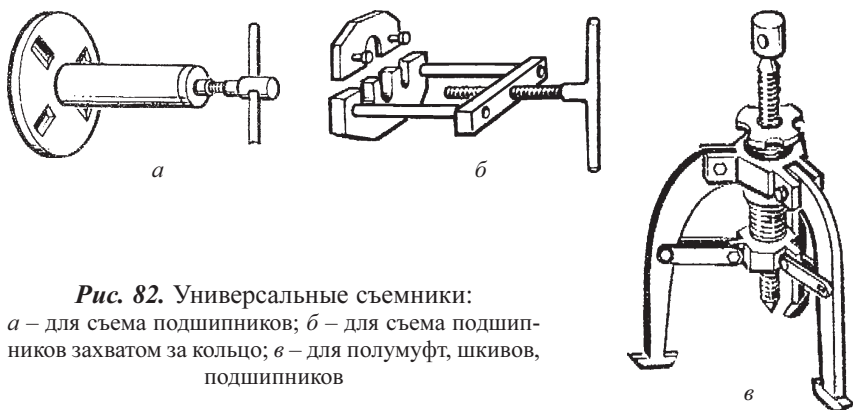
*Сборка электродвигателей после ремонта.* Подшипники качения напрессовывают на вал ротора. Шариковые подшипники устанавливают целиком. У роликовых подшипников на вал насаживают внутреннее кольцо с телами качения. Внешнее кольцо устанавливают отдельно в подшипниковый щит.

Внешнее кольцо устанавливают в посадочное гнездо подшипникового щита с подвижной посадкой (скользящей или движения). Перед сборкой посадочные поверхности протирают и смазывают. Внутренние крышки подшипников устанавливают на вал до посадки подшипников.

Подшипники небольших размеров насаживают на вал в холодном состоянии. Для посадки используют монтажную трубу, передающую ударные усилия запрессовки только на внутреннее кольцо подшипника. Для лучшего центрирования ударного усиления трубу снабжают медным кольцом и сферическим оголовком. Внутреннее кольцо подшипника должно плотно прилегать к заплечнику вала. Наружное кольцо должно легко вращаться вручную. Неразъемные вкладыши подшипников скольжения запрессовывают в посадочные гнезда подшипниковых щитов и фиксируются стопорным винтом.

Для этого применяют те же приспособления, что и при разборке (рис. 82), но обеспечивают их обратное действие. При посадке вкладышей смазочные кольца в резервуаре щита располагают concentрично посадочному отверстию.

Ротор вводят в статор, используя те же способы и приспособления, что и при выводе ротора. В подшипники качения закладывают смазку. Подшипниковые щиты устанавливают на подшипники, вал вывешивают и удаляют из-под ротора картонную прокладку. При



**Рис. 82.** Универсальные съемники:  
*а* – для съема подшипников; *б* – для съема подшипников захватом за кольцо; *в* – для полумуфт, шкивов, подшипников

установке на вал щитов с подшипниками скольжения смазочные кольца выводят из прорези вкладыша, чтобы не повредить их валом. Совмещают риски на станине и щитах, крепят щиты к станине крепежными болтами. Подъемные приспособления снимают. Затем проверяют свободу вращения ротора и затягивают крепежные резьбы щитов. Устанавливают мелкие детали (фланцы, крышки) и заливают масло в подшипники скольжения.

Напрессовывают на рабочие концы валов соединительные или передаточные детали (полумуфты, шкивы, тормозные диски, шестерни). От точной посадки соединительных деталей зависит успешность центровки вала электродвигателя с валом производственного механизма или с валом редуктора. После сборочных операций измеряют воздушные зазоры на обоих торцах машин в диаметрально противоположных точках окружности. При больших диаметрах ротора зазор измеряют в восьми точках окружности ротора. Отклонения воздушных зазоров от среднеарифметического должны быть не более 10 %.

Обкатку электродвигателя производят на холостом ходу, контролируя ток холостого хода, нагрев подшипников и шумы. Осевой разбег ротора определяют смещением вала вдоль оси до упора сначала в одну, а затем – в другую сторону при неподвижном роторе; осевой разбег ротора равен удвоенному осевому зазору. Односторонние осевые зазоры, которые должны быть одинаковыми, измеряют на холостом ходу. Для этого смазанный торец надежно укрепленного деревянного бруска упирают в торец вращающегося вала и смещают ротор до упора. Ту же операцию проделывают с другого конца вала. В обоих случаях измеряют расстояние от риски до корпуса подшипника перед нажатием на вал и во время измерений; они должны быть равны соответствующим осевым зазорам. При невозможности измерения осевых зазоров на вращающемся роторе ориентировочно оценивают их по осевому разбегу ротора. Результаты измерения осевого зазора сравнивают с допустимыми значениями.

После текущего ремонта асинхронные электродвигатели подвергают следующим испытаниям: измеряют сопротивление изоляции статоров между отдельными обмотками и относительно корпуса, испытывают повышенным напряжением частоты 50 Гц в течение 1 мин, проверяют междувитковую изоляцию на электрическую прочность, замеряют воздушные зазоры, обкатывают электродвигатель на холостом ходу, замеряют осевые зазоры в подшипниках скольжения или разбег ротора по оси.

## ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

### 1. Устройство и монтаж заземляющих устройств

Для защиты обслуживающего персонала от электрического тока при эксплуатации электрооборудования ПУЭ предусмотрены заземляющие устройства (защитное заземление). Заземляющим устройством называют систему, состоящую из заземлителей и заземляющих проводников. Оно служит для защиты людей от поражения электрическим током при прикосновении их к элементам электроустановок, изолированным от токопроводящих частей, но вследствие тех или иных неисправностей оказавшихся под напряжением. Наибольшая опасность поражения людей электрическим током возникает в сетях с глухозаземленной нейтралью.

Причиной появления опасного напряжения обычно является неисправность изоляции сети, что приводит к замыканию одной из фаз сети на «корпус». При прикосновении человека к части электроустановки, оказавшейся под напряжением, образуется цепь электрического тока, величина которого будет определяться сопротивлением тела человека относительно земли, его обуви, пола и заземления нейтрали трансформатора. Опасность может значительно увеличиться, если вблизи будет находиться заземленный предмет (труба водопровода, прибор отопления и т. д.).

Целью заземления является уменьшение напряжения на заземленном оборудовании в момент протекания тока короткого замыкания на землю, а также выравнивание напряжения в зоне растекания тока и тем самым уменьшение напряжения прикосновения и напряжения шага, под которыми может оказаться обслуживающий персонал. Такое заземление называют защитным и оно является одной из основных мер обеспечения безопасности. Напряжением шага называют величину напряжения, возникающего между двумя точками земли на расстоянии одного шага (0,7–0,8 м), когда по ней протекает ток замыкания на землю.

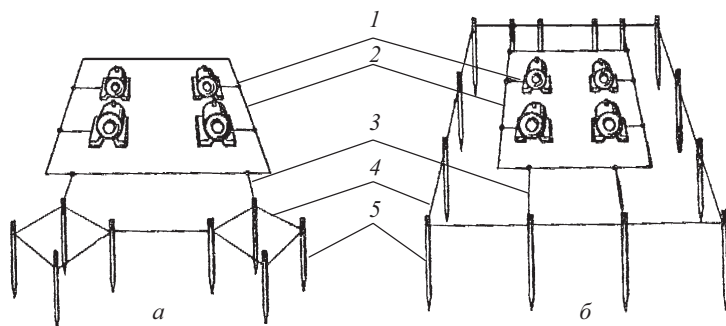
### 2. Заземление электрооборудования

Среди защитных мер электробезопасности широко распространено заземление металлических частей оборудования и электропроводок, нормально не находящихся под напряжением, но могущих оказаться под напряжением при какой-либо неисправности. При напряжении 380/220 В в сети с заземленным нулевым проводом (ней-

тралью) осуществляют зануление, т. е. заземление путем присоединения к нулевому проводу. При исправной защите это обеспечивает отключение неисправного участка сети при порче изоляции и замыкание на землю.

Для зануления электрооборудования в качестве зануляющей внутренней сети разрешается использовать рабочие нулевые провода электропроводки (особенно алюминиевые). В условиях агрессивной среды сельскохозяйственных помещений разрушается не только изоляция на проводах некоторых марок, но и алюминиевые жилы, на которых сначала образуется белый налет, а потом – раковины, приводящие к обрыву. Разрыв в цепи нулевого провода сразу же создает опасность, так как при этом на корпусах электродвигателей, пускателей, светильников и облучателей появляется полное рабочее напряжение сети.

Условия безопасности резко улучшаются, если нулевой провод многократно заземлен внутри здания. Это достигается открытой прокладкой и присоединением к токоприемникам и нулевым шинам щитков, доступных для осмотра заземляющих проводников, присоединяемых несколькими выводами к внешнему заземляющему контуру (рис. 83). При этом к каждому электродвигателю подводят четырехпроводную линию. Фазные провода подключают к соответствующим клеммам, а посредством присоединения нулевого провода заземляют корпуса двигателей и пускателей, трубы электропроводки, корпуса светильников, металлические оболочки проводов и кабелей, каркасы шкафов, щитов и другие элементы, подлежащие заземлению согласно ПУЭ. Кроме того, везде, где это возможно, металлические элементы присоединяют к заземляющей сети. Например,



**Рис. 83.** Схема заземления электрооборудования:

*а* – с выносными контурами заземления; *б* – с контуром заземления, расположенным вокруг здания; 1, 2 – внутренняя сеть заземления; 3 – заземляющие проводники, соединяющие заземлители (контуры), расположенные вне здания с внутренней сетью заземления; 4, 5 – горизонтальные и вертикальные заземлители, расположенные в грунте

электродвигатель заземляют, присоединяя заземляющие проводники к обоим салазкам, а нулевой провод – к заземляющему болту на корпусе двигателя.

Стальные заземляющие проводники (обычно полосы) крепят к стенам на дюбелях или приваривают к закладным деталям либо вмазным «сухарям». При этом пользуются инструментами, описанными в разделе «Электропроводки», а также строительно-монтажными пистолетами и приспособлениями, описанными в первом разделе книги. Далее даны описания приспособлений, применяемых для монтажа внешних заземлителей, закладываемых в грунт.

В месте ввода в здание скрытых в земле заземляющих проводников наносят опознавательные знаки на стене в виде круга с расположенной в нем буквой «З» или устанавливают репер со стрелкой. Нулевой провод на ближайшей к зданию опоре воздушной линии заземляют путем соединения с заземлителем. Для этого по опоре прокладывают заземляющий спуск.

Если соединить металлические части электрооборудования и сети с заземлителями, расположенными в грунте, т. е. осуществить заземление, то падение напряжения на нем или напряжение прикосновения (а именно оно и является причиной электротравм) будет прямо пропорционально сопротивлению растекания тока заземления. При хорошей проводимости, т. е. малом сопротивлении заземления, напряжение прикосновения не достигнет значения, опасного для человека, даже в момент замыкания на землю.

Необходимое для безопасности сопротивление определяют расчетным проектом. При этом учитывают, что сопротивление вертикальных электродов обычно меньше, чем горизонтальных, следовательно, первые экономичнее. Это объясняется тем, что горизонтальные электроды располагают ближе к поверхности земли, где растекание тока не идет равномерно во все стороны, как на глубине. Кроме того, верхние слои почвы обычно имеют большее электрическое сопротивление, чем глубинные, особенно зимой при промерзании или летом при высыхании.

Наиболее экономичны глубинные вертикальные электроды, достигающие хорошо проводящих слоев грунта. Размеры поперечного сечения заземляющих электродов мало влияют на сопротивление, поэтому рационально применять заземлители облегченного типа, однако для обеспечения длительного срока службы заземлители не должны быть слишком тонкими во избежание быстрого разрушения от коррозии.

Электроды из круглой стали (стержневые) легче погружать механизированным способом, чем электроды других профилей. Они

более долговечны, так как при одинаковой массе у них меньше поверхность, по которой протекает процесс коррозии, чем у стали других профилей.

В земле монтируют заземляющие электроды и соединяющие их проводники следующих минимальных размеров:

круглая сталь – диаметр не менее 10 мм;

круглая оцинкованная сталь – диаметр не менее 6 мм;

угловая сталь – толщина полки не менее 4 мм;

полосовая сталь – толщина не менее 4 мм при сечении не ниже 48 мм<sup>2</sup>;

трубы – толщина стенки не менее 3,5 мм (ввиду дефицитности кондиционные трубы использовать для заземлителей запрещено).

Внутри зданий, где разрушение коррозией меньше и проводники можно защитить от коррозии окраской, нормы допускают применение заземляющих проводников меньших размеров, например, круглой стали диаметром 5 мм или полосовой стали сечением не менее 24 мм<sup>2</sup> при толщине 3 мм, но для магистралей заземления – сечением не ниже 100 мм<sup>2</sup>. Все размеры даны для электроустановок напряжением до 1 кВ.

В земле должны находиться неокрашенные заземлители, так как окраска нарушает проводимость заземлителя. Можно применять защищенные от коррозии оцинкованные заземлители, но их нужно монтировать так, чтобы в процессе работ не нарушилась оцинковка. В постоянных электроустановках, рассчитанных на срок службы свыше 10 лет, целесообразно применять заземлители несколько увеличенных размеров, чтобы избежать дополнительных затрат металла и труда на замену тонких электродов при эксплуатации.

### 3. Основные понятия и определения

**Заземлители** – проводник (электрод) или группа электрически соединенных между собой проводников (электродов), располагаемых в земле или имеющих назначение создать электрическое соединение с землей.

**Заземляющие проводники** – проводники, соединяющие заземляемые части аппаратуры с заземлителями.

**Магистраль заземления** – проводник, электрически объединяющий заземляющие проводники.

**Заземляющее устройство** – совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

**Замыкание на корпус** – электрическое соединение находящихся под напряжением частей аппарата с конструктивными металли-

ческими частями, нормально не находящимися под напряжением в результате повреждения изоляции.

**Заземление** – преднамеренное электрическое соединение с заземляющим устройством какой-либо части электроприемника.

**Защитное заземление** – заземление, предназначенное для защиты от поражения электрическим током при нарушении рабочей изоляции аппаратуры или питающей сети.

**Рабочее заземление** – заземление, необходимое для нормальной работы аппаратуры, например для устранения наводок при снятии биопотенциалов.

**Сопrotивление заземляющего устройства** – суммарное сопротивление, слагающееся из сопротивления растеканию заземлителя и сопротивления заземляющих проводников.

**Сопrotивление растеканию заземлителя** – сопротивление, оказываемое землей току, растекающемуся с заземлителя (определяется в первую очередь удельным сопротивлением земли, в которую он погружен).

**Глухозаземленная нейтраль** – нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление (трансформаторы тока и др.).

**Изолированная нейтраль** – нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная через аппараты, компенсирующие емкостный ток в сети, трансформаторы напряжения, пробивной предохранитель или другие аппараты, имеющие большое сопротивление.

**Нулевой провод** – проводник, соединенный с глухозаземленной нейтралью источника питания в сети переменного тока, или средний заземленный проводник в трехпроводной сети постоянного тока, служащий обратным проводом при неравномерной нагрузке фаз или полюсов.

**Зануление** – преднамеренное электрическое соединение нетоковедущих металлических частей электротехнической аппаратуры с глухозаземленной нейтралью трансформатора или генератора. Предназначено для защиты от поражения электрическим током при нарушении рабочей изоляции аппаратуры.

**Зануляющие проводники** – проводники, соединяющие нулевые провода питающей сети с нетоковедущими металлическими частями аппаратуры.

**Защитное отключение** – система защиты, обеспечивающая автоматическое отключение всех фаз аварийного участка сети с полным временем отключения с момента однофазного замыкания не более 0,2 с.



**Напряжение прикосновения** – часть напряжения, которая приходится на человека в цепи замыкания.

**Рабочая изоляция** – изоляция частей аппарата, предназначенная для обеспечения его нормальной работы и защиты от поражения электрическим током.

**Двойная изоляция** – изоляция, состоящая из двух независимых друг от друга ступеней, рассчитанных каждая на номинальное напряжение, выполненных таким образом, что повреждение одной из них не приводит к появлению потенциала на доступных прикосновению металлических частях.

**Усиленная изоляция** – изоляция, равноценная двойной изоляции по механическим и диэлектрическим свойствам, но конструктивно выполненная таким образом, что каждую из составляющих изоляций отдельно испытать нельзя.

## Глава 8

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПУСКОРЕГУЛИРУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ

## 1. Общие сведения об аппаратах

Электротехнические устройства, с помощью которых производятся управление и защита электрических цепей и различного электрооборудования, называют электрическими аппаратами. По назначению электрические аппараты могут быть включающие – для включения и отключения электрических цепей; пускорегулирующие – для пуска и регулирования частоты вращения двигателей; защитные – для отключения цепей и машин при перегрузках, токах короткого замыкания, изменениях напряжения и т. д. По способу действия аппараты подразделяют на электромагнитные, индукционные и тепловые и могут быть контактными и бесконтактными.

Для обеспечения надежной работы электроустановки электрические аппараты и их детали должны отвечать следующим требованиям: включать и отключать токи рабочих и аварийных режимов; выдерживать термические и электродинамические воздействия; обрабатывать гарантированное заводом-изготовителем количество циклов включений и отключений без нарушения регулировки; безотказно работать при номинальном напряжении и при кратковременных отключениях напряжения; быть удобными и безопасными при эксплуатации.

## 2. Устройство аппаратов ручного управления

К аппаратам ручного управления относят рубильники, переключатели, предохранители, пакетные выключатели, универсальные переключатели, контроллеры. Эти аппараты служат для включения и отключения, а переключатели – для переключения электрических цепей постоянного и переменного тока при номинальной нагрузке. Рубильники и переключатели выпускают в одно-, двух- и трехполюсном исполнении с центральным или рычажным приводом для переднего или заднего присоединения проводов.

Рубильники с центральной рукояткой служат разъединителем, т. е. отключают предварительно обесточенные электрические цепи, а с боковой рукояткой и рычажными приводами – отключают цепи под нагрузкой. Буквенные обозначения рубильников: первые буквы – Р – рубильник, П – переключатель; вторые буквы – П – переднее присоединение проводов, Б – с боковой рукояткой, Ц – с центральным рычажным механизмом. Цифры обозначают: первые (1, 2 и 3) – число полюсов, вторые – номинальный ток (1 – 100 А; 2 – 250 А; 4 – 400 А и 6 – 600 А).

Рубильники и переключатели с боковой рукояткой и с рычажным приводом выпускают как с дугогасительными камерами, так и без них. Рубильники с центральной рукояткой выпускают без дугогасительных камер с искрогасительными контактами. Плотность прилегания контактных поверхностей ножа и губок обеспечивается за счет пружинящих свойств материала губок (у рубильников до 100 А) и за счет стальных пружин (у рубильников более 200 А).

Для предохранения ножей от оплавления дугой при отключении рубильники на большие токи выполняют с искрогасительными или дугогасительными контактами. Искрогасительные контакты, которыми снабжены ножи, при отключении отходят от губок под действием своих пружин независимо от скорости движения рукоятки и привода рубильника. Дугогасительные контакты рубильников расположены открыто или внутри дугогасительных камер. Они служат для обеспечения быстрого гашения электрической дуги и исключения переброса ее на соседние токопроводящие или заземленные конструкции распределительного устройства.

Переключатели перекидные имеют такое же конструктивное устройство, что и рубильники, и служат для коммутации электрических цепей.

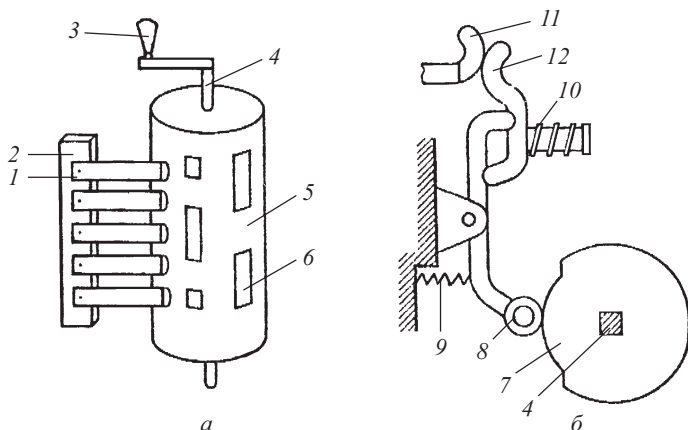
Пакетные выключатели служат для включения и отключения электрических цепей постоянного и переменного тока до 100 А при напряжении 220 В и до 60 А – при напряжении 380 В. Они состоят из пластмассовых пакетов, внутри которых размещены для каждого

полюса скользящие контакты и искрогасительные устройства, состоящие из фибровой шайбы. Под действием температуры искры в период разрыва контакта из шайбы выделяются газы, способствующие гашению дуги.

Универсальные переключатели УП предназначены для переключения электрических (сигнальных, дистанционного управления, командных и т. д.) цепей, катушек реле, контакторов, пускателей и силовых цепей, для пуска электродвигателей небольшой мощности. Переключатель представляет собой набор секций, содержащих переключающие кулачковые и контактные элементы. Конструкция переключателя позволяет одним рычагом управления производить различные переключения в сложных схемах.

Контроллеры служат для ручного переключения цепей постоянного и переменного тока и создания различных электрических схем включения, регулировки частоты вращения, реверсирования, торможения и остановки электродвигателей. Наиболее широко применяются барабанные и кулачковые контроллеры. Основные части барабанного контроллера (рис. 84, а) – штурвал 3, соединенный с валом 4, на котором находится барабан из изолирующего материала 5 с укрепленными на нем контактами-сегментами 6, неподвижная траверса 2 с расположенными на ней пружинящими контактными пальцами 1.

Провода электрической цепи присоединяют к контактным пальцам, которые отделены друг от друга межконтактной теплостойкой перегородкой. Недостатками контроллеров барабанного типа являются быстрый износ трущихся контактных частей и их подгорание вследствие затяжки разрыва дуги. Число включений – не более 240 в час.



**Рис. 84.** Схема устройства контроллеров:  
а – барабанного; б – кулачкового

Кулачковые контроллеры (см. рис. 84, б) более просты и совершеннее барабанных. Имеют большую отключающую способность (до 600 отключений в час). При повороте вала 4 вращается фасонная кулачковая шайба 7, по которой скользит ролик 8, удерживая подвижный 12 и неподвижный 11 контакты в разомкнутом положении. Включение контактов происходит за счет движения ролика 5 по шайбе 7. Попадая в вырез шайбы 7, ролик опускается, и под действием пружин 9 и 10 замыкаются контакты 12 и 11. При дальнейшем вращении шайбы ролик поднимается и контакты 12 и 11 снова размыкаются. Каждый контактный элемент имеет дугогасительное сопротивление.

Кнопочный пускатель – командоаппарат ручного управления пуском асинхронных электродвигателей небольшой мощности (до 10 кВт на напряжение до 380 В). Кнопочный пускатель работает от двух кнопок: одна из них воздействует на замыкающие контакты и блокирующий механизм, другая – на размыкающие контакты через механизм разблокировки. Кнопочный пускатель рассчитан на несколько десятков тысяч переключений с частотой коммутаций до 60 в течение часа.

Путевые выключатели представляют собой аппараты управления, но воздействует на них не рука человека, а непосредственно механизм во время своего передвижения. Выключатель размыкает или переключает цепь электрического тока установки, когда ее подвижная система достигает конца пути (концевой выключатель) или положения, требующего изменения режима работы, движения механизма. *Путевые выключатели выпускают контактные* (рычажные, кнопочные, шпindelные, вращающиеся) и *бесконтактные* (емкостные, индуктивные). Рычажные путевые выключатели имеют валик, на котором закреплены одна или две кулачковые шайбы. Во время поворота валика от воздействия на него перемещающегося механизма кулачковые шайбы действуют на рычаги контактов, замыкая или размыкая электрическую сеть.

Предохранители служат для защиты электрических сетей от токов короткого замыкания и перегрузок. Защитным элементом является плавкая вставка, которая перегорает при прохождении через нее токов короткого замыкания, разрывая электрическую цепь. В патроне предохранителя устанавливают плавкие вставки на разные номинальные токи, меньшие по величине номинального тока предохранителя. Наиболее широко распространены предохранители ПР и ПН с закрытыми патронами. Предохранитель ПР состоит из фибровой трубки с латунными колпаками и контактного ножа. Внутри патрона размещены одна или две цинковые плавкие вставки в зависимости от тока в защищаемой цепи.

Для защиты оборудования от коротких замыканий в сетях напряжением 660 В применяют быстродействующие неразборные предохранители с указателем срабатывания ПП-41 и рассчитанные на токи

100–630 А. Наибольшее распространение получил предохранитель ПН-2, который состоит из квадратного фарфорового корпуса с отверстием. В это отверстие установлена плавкая вставка, приваренная к шайбам контактных ножей. Патрон заполнен кварцевым песком, который способствует быстрому гашению электрической дуги.

Для исключения перегорания предохранителя при малых нагрузочных токах на плавких вставках напаяны шарики диаметром от 1,5 до 2 мм из легкоплавкого сплава. При нагреве вставки шарик расплавляется раньше перегорания вставки и, проникая в металл вставки, снижает температуру плавления вставки и перегорания вставки не происходит. В табл. 45 приведены технические данные некоторых типов предохранителей.

Таблица 45

**Основные технические данные  
некоторых типов предохранителей**

Предохранитель	Номинальный ток патрона, А	Номинальный ток плавкой вставки, А	Конструкция патронов
ПР-2	15 60 100 200 350 600	6; 10; 15 15; 20; 25; 35; 45; 60 60; 80; 100 100; 125; 160; 200 200; 225; 260; 300; 350 350; 430; 500; 600	Разборный без наполнителя
ПН-2-100 ПН-2-250 ПН-2-400	100 250 400	30; 40; 50; 60; 100 80; 100; 120; 150; 200; 250 200; 250; 300; 350; 400	Разборный с наполнителем
ПН-2-600 ПНП-15 НПН-60М	600 15 60	300; 400; 500; 600 6; 10; 15 20; 25; 35; 45; 60	Неразборный с наполнителем

Выбор плавкой вставки для асинхронного электродвигателя производят с учетом его номинального тока. Номинальный ток плавкой вставки определяют по формуле

$$I_{п.в.} = I_n / (2,5 - 1,6),$$

где  $I_n$  – пусковой ток электродвигателя, А;  $I_n = (5 - 7) I_{н.д.}$ , А (в знаменателе 2,5 – коэффициент тяжести пуска – для электродвигателя с легким пуском и 2–1,6 А – с тяжелыми условиями пуска при длительном разгоне или частых пусках);

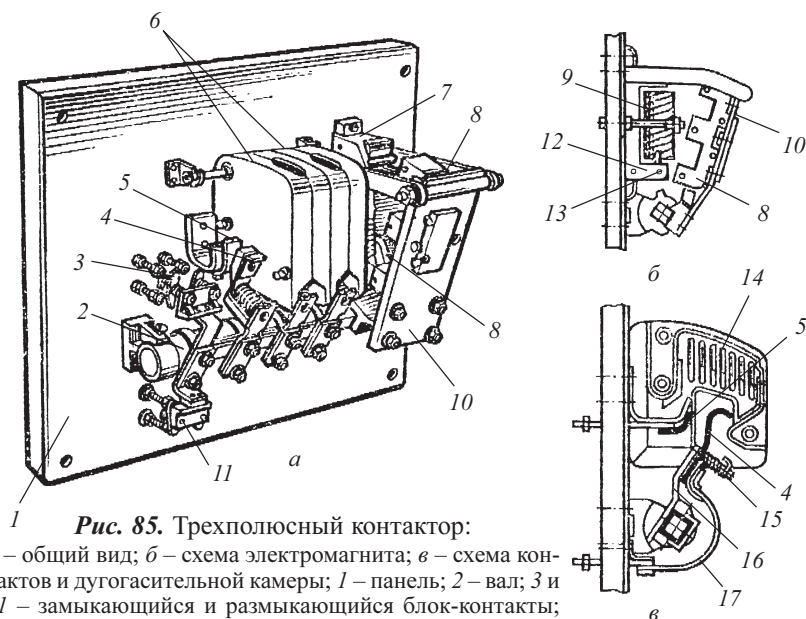
$I_{н.д.}$  – номинальный ток двигателя, А.

После определения расчетного тока плавкой вставки выбирают стандартную вставку на номинальный ток, близкий или равный расчетному.

### 3. Устройство автоматических аппаратов

Для дистанционного и автоматического управления цепями и электрооборудованием применяют контакторы, магнитные пускатели и автоматические выключатели. *Контактором* называют аппарат, служащий для включения и отключения электрической цепи с помощью электромагнита. Управление электромагнитом может производиться на расстоянии от релейной и другой аппаратуры, а также вручную от кнопки управления. Контактор не защищает электрические сети от перегрузок и коротких замыканий.

Трехполюсный контактор типа КТВ (рис. 85) имеет три пары главных подвижных 4 и неподвижных 5 контактов, блок-контакты 3 и 11 и дугогасительное устройство. Главные контакты закрыты дугогасительной камерой 6, состоящей из двух асбестоцементных щек, внутри которых помещена решетка из обмедненных стальных пластин. Пластины расположены перпендикулярно направлению электрической дуги, которая разбивается в решетке на несколько коротких дуг. При соприкосновении с поверхностью пластин эти дуги ох-



**Рис. 85.** Трехполюсный контактор:

*а* – общий вид; *б* – схема электромагнита; *в* – схема контактов и дугогасительной камеры; 1 – панель; 2 – вал; 3 и 11 – замыкающийся и размыкающийся блок-контакты; 4 и 5 – подвижный и неподвижный главные контакты; 6 – дугогасительные камеры; 7 – сердечник; 8 – якорь; 9 – катушка; 10 – держатель якоря; 12 – ярмо сердечника; 13 – короткозамкнутый виток; 14 – пластины дугогасительной камеры; 15 – контактная пружина; 16 – держатель; 17 – гибкая связь

лаждаются и быстро гаснут. Электромагнит состоит из ярма 12 с сердечником 7, якоря 8, укрепленного на плите (держателе якоря) 10, катушки 9, короткозамкнутого витка 13 и крепежных деталей и служит для включения и отключения главных контактов.

При подаче напряжения в цепь катушки 9 сердечник 7 притягивает якорь, который поворачивается вместе с валом 2 и прижимает находящиеся на одном валу с ним подвижные контакты к неподвижным и прочно удерживает их в этом положении.

Короткозамкнутый медный виток 13, вмонтированный в желобок на торце якоря 8, служит для устранения вибрации и произвольного отключения контактора при переходе через нулевое значение тока, питающего катушку. При отключении напряжения в цепи катушки ее сердечник размагничивается и перестает удерживать якорь, вследствие чего подвижные контакты под действием собственной массы и массы якоря отпадают, разрывая электрическую цепь.

Контакторы для внутренней установки типа КТВ выпускают в открытом исполнении. Буквы и цифры обозначают: первая цифра – число полюсов, вторая – величину контактора, наличие буквы Л – с передним присоединением проводов. Например, КТВ-33Л – контактор трехполюсный, третьей величины с передним подсоединением проводов. В табл. 46 приведены основные данные трехполюсных контакторов серии КТВ.

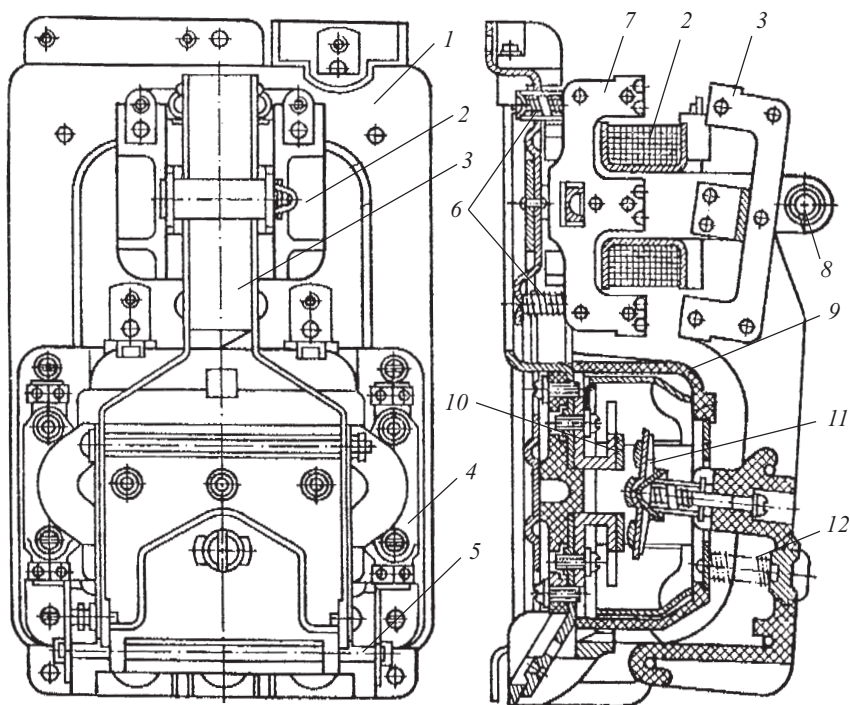
Таблица 46

**Основные технические данные трехполюсных контакторов  
серии КТВ (ГОСТ 11206–77\*Е)**

Величина	Номинальный ток, А	Тип контактора			
		с дугогашением		без дугогашения	
		заднее присоединение	переднее присоединение	заднее присоединение	переднее присоединение
II	75	КТВ-32	КТВ-32 I	–	–
	75	–	–	КТВ-132	КТВ-132Л
III	150	КТВ-33	КТВ-33Л	–	–
	150	–	–	КТВ-133	КТВ-133Л
IV	300	КТВ-34	КТВ-34	–	–
	300	–	–	КТВ-134	КТВ-134
V	600	КТВ-35	КТВ-35Л	–	–
	600	–	–	КТВ-135	КТВ-135Л

Для защиты от перегрузок применяют магнитные пускатели, выпускаемые в открытом, защищенном, пылевозооащищенном и взрывозащищенном исполнении.

Магнитный пускатель представляет собой контактор переменного тока с тепловыми реле. В магнитных пускателях применяют контактор типа ПА (рис. 86), состоящий из основания 1, на котором укреплены сердечник 7 с катушкой 2, изоляционная камера 9 с неподвижными контактами 10, упор 8, подвижная система с якорем 3 и подвижными контактами 11. Сердечник опирается на амортизирующие пружины 6, служащие для смягчения ударов якоря по сердечнику в момент включения контактора.



*Рис. 86.* Контактор магнитного пускателя типа ПА

Возврат якоря в отключенное положение происходит с помощью пружины 12. Движение якоря, вращающегося на оси 5, ограничивается упором. При притяжении якоря к сердечнику замыкаются как основные контакты, так и блок-контакты 4, которые шунтируют кнопку «Пуск», чтобы после запуска электродвигателя ее можно было отпустить. Отключение магнитного пускателя осуществляется от кнопки «Стоп».



Для защиты электрических сетей от перегрузок используют тепловые реле, имеющие в цепи управления нормально замкнутые контакты. Биметаллические элементы реле нагреваются при прохождении через них тока перегрузки, изгибаются и размыкают цепь тока в катушке пускателя, в результате чего отключаются главные контакты. Отключение также может быть выполнено от руки нажатием кнопки «Стоп».

Первая цифра в обозначении пускателя ПА указывает величину пускателя, вторая – исполнение по роду защиты от воздействия окружающей среды (1 – открытое, 2 – защищенное, 3 – пылеводозащищенное), третья – функции пускателя (1 – без теплового реле, неререверсивный; 2 – с тепловым реле, неререверсивный; 3 – без теплового реле, реверсивный; 4 – с тепловым реле, реверсивный). Например, пускатель ПА-321 – пускатель серии ПА, третьей величины, в защищенном исполнении, без теплового реле, неререверсивный. В табл. 47 приведены основные технические характеристики магнитных пускателей.

Таблица 47

**Основные технические характеристики  
магнитных пускателей (ГОСТ 1-2434-83\*Е)**

Пускатель	Величина	Номинальный ток, А	Пускатель	Величина	Номинальный ток, А
Открытое исполнение			Защищенное исполнение		
ПМЕ-211	II	25	ПМЕ-221	I	23
ПМЕ-212	II	25	ПМЕ-222	II	23
ПА-311	III	40	ПА-321	III	36
ПА-312	III	40	ПА-322	III	36
ПА-411	IV	63	ПА-421	IV	56
ПА-412	IV	63	ПА-422	IV	56
ПА-511	V	110	ПА-521	V	106
ПА-512	V	110	ПА-522	V	110
ПА-611	VI	150	ПА-621	VI	140
ПА-612	VI	150	ПА-622	VI	140

Автоматические выключатели, применяемые для автоматического размыкания электрических цепей, относятся к защитным аппаратам многократного действия. Отключение цепей происходит при возникновении в них токов перегрузки или короткого замыкания, а также при недопустимом снижении или исчезновении напряжения. Контакты автоматических выключателей могут быть одноступенчатыми (в аппаратах до 100 А), двух- или трехступенчатыми – в аппаратах большой мощности. Если контакты имеют металлокерамические покрытия, то одноступенчатые системы контактов применяют в

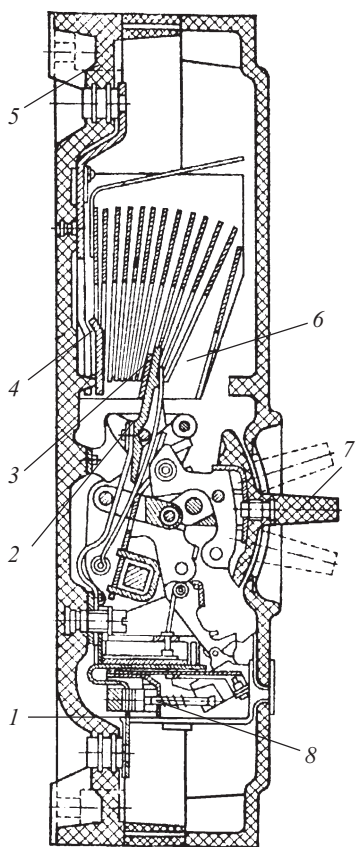
автоматах до 600 А. В мощных автоматах применяют трехступенчатую систему контактов, состоящую из главных (рабочих), промежуточных и дугогасительных контактов.

Дугогасительное устройство автомата предназначено для ограничения размеров электрической дуги и ее быстрого гашения. Камера представляет собой асбестоцементную коробку, в которой размещается дугогасительная решетка из стальных обмедненных пластин.

Во время разрыва автоматом токов нагрузки или короткого замыкания между контактами возникает электрическая дуга. Под воздействием электродинамических сил дуга растягивается вдоль пластин решетки и соприкасается с их холодной поверхностью, в результате чего быстро охлаждается и гаснет.

Механизм свободного расцепления состоит из системы рычагов, соединяющих привод включения с системой подвижных контактов. При возникновении токов перегрузки или короткого замыкания в электрической цепи расцепитель выводит вал привода из зацепления с фигурным рычагом, который поворачивается, и другим концом выводит рычаги из «мертвого» положения. Отключающая пружина при этом размыкает контакты.

Наиболее часто применяемые автоматы А-3100 (рис. 87) имеют контактную систему, состоящую из подвижных 3 и неподвижных 4 контактов с напайками из металлокерамики. Подвижные контакты гибкими связями соединены с шинами электромагнитного 1 и теплового 8 расцепителей. Замыкание и размыкание контактов происходит с постоянной скоростью, не зависящей от скорости движения рукоятки автомата 7. Чем больше нагрузка, тем быстрее отключает автомат. Так, при перегрузке на 30–40 % автомат срабатывает в течение часа, при перегрузке 200 % – от 20 с до



**Рис. 87.** Автомат А-3100:

1 – электромагнитный расцепитель; 2 – гибкое соединение; 3 и 4 – подвижный и неподвижный контакты; 5 – основание; 6 – пластины дугогасительной камеры; 7 – рукоятка автомата; 8 – тепловой расцепитель

100 с в зависимости от типа автомата. Повторные включения автомата возможны после остывания теплового реле (через 3–4 мин).

Электромагнитный расцепитель автомата служит для защиты сети от токов короткого замыкания и состоит из якоря с возвратной пружиной и сердечника, внутри которого расположена шина рабочего тока. Ток короткого замыкания создает в сердечнике сильное поле, под действием которого якорь перемещается и поворачивает отключающую рейку. Автомат при этом отключается мгновенно. Автоматы серии А-3100 выпускают рассчитанными на токи 50–600 А. В табл. 48 приведены основные технические данные автоматов серии А-3100.

Таблица 48

**Основные технические данные автоматов серии А-3100  
(ГОСТ 9098–78\*Е)**

Автомат	Номинальный ток, А	Число полюсов	Номинальный ток расцепителя, А		
			теплового	электромагнитного	комбинированного
А-3160	50	2	5, 20, 25, 30, 40, 50	–	–
		3	15, 20, 25, 30, 40, 60	–	–
А-3110	100	2	–	15, 20, 25, 60, 100	15, 20, 36, 40, 50, 60, 80, 100
		3	–	15, 20, 25, 40, 60, 100	15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100
А-3120	100	2	–	100	15, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100
		3	–	100	15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100
А-3130	200	2	–	200	120, 150, 200
		3	–	200	120, 150, 200
А-3140	600	2	–	600	250, 300, 400, 500, 600
		3	–	600	250, 300, 400, 500, 600

**Примечание.** Все указанные серии автоматов выпускают и без расцепителей.

Автоматические воздушные выключатели имеют разнообразные конструкции и выпускаются с независимым расцепителем для дистанционного управления (А-3100), с расцепителем минимального напряжения (А-3120), с электродвигательным приводом для включения (АВМ), селективные с часовым механизмом (АВ), с температурной компенсацией (АЕ, А-3700).

Расцепители могут быть тепловыми, электромагнитными и комбинированными. В тепловых расцепителях для отключения автомата используют биметаллические пластинки. Комбинированный расцепитель состоит из теплового и электромагнитного. Автомат с электромагнитным расцепителем имеет в каждой фазе электромагнитное реле максимального тока. В случае превышения тока в защищаемой цепи выше тока уставки автомата сердечник реле втягивается и через расцепитель действует как отсечка на отключение автомата. При длительных токах перегрузки, незначительно превышающих номинальные токи расцепителей, время отключения автоматического выключателя возрастает.

Автоматические выключатели могут быть регулируемы и нерегулируемы и характеризуются номинальным напряжением и номинальным током, а их тепловые расцепители – номинальным током расцепителя и током уставки. К нерегулируемым автоматам относят выключатели серий А-3100, АЕ-1000, АЕ-2000, АК-68, АВ-25.

Выключатели серий АП-50, А-3700, АВ, АВМ относят к регулируемым, и они имеют регулировочные устройства, с помощью которых можно изменять значение тока уставки.

Автоматы серии А-3100 выпускают одно-, двух- и трехполюсными с электромагнитными, тепловыми и комбинированными расцепителями, а некоторые автоматы этой серии – с дистанционными расцепителями и блок-контактами. Автоматические выключатели серии АЕ-1 000 применяют в однофазных электрических сетях при номинальном напряжении 220 В. Автоматические выключатели серии АК-63 выпускают двух- и трехполюсными. Они имеют расцепители электромагнитные или электромагнитные с гидравлическим замедлителем отключения. Эти выключатели обладают коммутационной способностью до 500 А при напряжении 380 В переменного тока. Автоматические выключатели серии АП-50 имеют два корпуса: пластмассовый и дополнительный пыленепроницаемый металлический. Выпускают автоматы двух- и трехполюсными с тепловыми, электромагнитными и комбинированными расцепителями на токи 1,6–50 А, расцепителями минимального напряжения и расцепителями по току в нулевом проводе. Электромагнитные расцепители снабжены устройством со шкалой для регулирования тока мгновенного срабатывания выключателя. Расцепители автоматов настроены заводом-изготовителем на

определенный ток, и поэтому нарушать их регулировку или использовать автомат на другой рабочий ток не разрешается.

Буквы в обозначении автоматов АП-50 (АП-50-2, АП-50-2Т, АП-50-2М, АП-50-3М и т. д.) указывают: Т – с тепловым расцепителем, М – электромагнитным, МГ – комбинированным, без буквы – без расцепителя; цифры обозначают число полюсов. Технические характеристики автоматов типа АП-50 приведены в табл. 49.

Автоматы А63М – однополюсные выпускают на номинальный ток 25 А с расцепителями. Автоматы АК63 (двух- и трехполюсные) выпускают на номинальный ток 63 А с расцепителем и без него.

Таблица 49

**Технические характеристики автоматических выключателей типа АП-50 (ГОСТ 9098–78\*Е)**

Автомат	Число полюсов	Напряжение, В			Расцепитель максимального тока
		сети переменного тока	сети постоянного тока	расцепителя минимального напряжения	
АП-50-2М3ТН	3	380	220	127, 220, 380	Тепловые и электромагнитные
АП-50-2М3ТН	3	220		127, 220	
АП-50-2М2ТН	2	380		127, 220, 380	
АП-50-2М2ТН	2	220		127, 220	
АП-50-3МГ	3	380			
АП-50-2МГ	2	380			
АП-50-2МГ	2	220			
АП-50-3М	3	380	220		Электромагнитные
АП-50-2М	2	380			
АП-50-3ТН	3	380	220	127, 220, 380	Тепловые в каждом полюсе
АП-50-3ТН	3	220		127, 220	
АП-50-2ТН	2	380		127, 220, 380	
АП-50-3Т	3	220		127, 220	
АП-50-3Т	3	380			
АП-50-2Т	2	380			
АП-50-3	3	380	220		Расцепители отсутствуют
АП-50-2	2	380			

Автоматы АЕ-1000 однополюсные рассчитаны на номинальный ток 25 А с тепловым, комбинированным и электромагнитным расцепителями на номинальный ток 6, 10, 16 и 25 А.

#### 4. Техническое обслуживание и ремонт электрических аппаратов

**Техническое обслуживание электрических аппаратов** заключается в периодических осмотрах, проверке, чистке и устранении мелких неисправностей. Периодичность осмотров и проверок устанавливается правилами технической эксплуатации в зависимости от характера производства. Осмотры пусковой аппаратуры с одновременной чисткой и устранением дефектов производят не реже 1 раза в 2–3 мес.

Магнитные пускатели, контакторы, пусковые реостаты и автоматы осматривают особенно тщательно, так как от их надежной работы зависит работа технологического оборудования. Перед началом осмотра отключают напряжение и принимают меры для исключения возможности его подачи на главные контакты и блок-контакты. При осмотре обращают внимание на состояние рабочих контактов и дугогасительных устройств пусковой аппаратуры, гибких связей подвижных контактов, на соответствие токов уставки отключения автомата номинальным токам, на наличие короткозамкнутого витка на магнитопроводе. Изоляционные поверхности проверяют, вытирая их сухой салфеткой.

Контактные поверхности должны быть постоянно чистыми и хорошо закрепленными. Зачищают их стальной щеткой, протирая салфеткой, смоченной в растворителе или бензине, смазывают вазелином и туго затягивают винты, так как ослабленное нажатие вызывает нагрев и увеличивает износ контактов. Сила прижима контактных поверхностей должна соответствовать заводским данным; чрезмерное нажатие повышает вибрацию и вызывает гудение контактора.

Автоматические выключатели осматривают не реже 1 раза в год или через каждые 2 000 включений, а также после каждого автоматического отключения. Нагар и копоть с внутренней стороны выключателя удаляют смоченной ацетоном салфеткой. При осмотре проверяют затяжку винтов, целостность пружин, состояние контактов, смазывают шарниры. Обращают внимание также на исправность защитных кожухов, в которых находятся пусковые аппараты. При нарушении уплотнений в аппарат могут попасть пыль и грязь, которые увеличивают сопротивление контактных поверхностей и вызывают их нагрев, а также ухудшают состояние изоляции, что приводит к ее старению, пробоя, а следовательно, к аварии. Периодически проверяют правильность срабатывания реле и отключения автоматов от действия тепловых или электромагнитных расцепителей. Установочные автоматы А-3100 не требуют зачистки контактов и смены частей

до замены целого автомата новым, а встроенный расцепитель максимального тока в период эксплуатации не регулируют.

Предохранители требуют постоянного наблюдения, замены перегоревших плавких вставок и своевременного ремонта. От их исправности, правильного подбора вставки зависит надежная и безопасная работа электроустановок. Применять следует только калиброванные плавкие вставки. Использование случайных проволок для вставки может привести к авариям и пожарам. Для ускорения подбора и замены перегоревшей вставки на каждом предохранителе должна быть обозначена четкая цифра величины силы номинального тока. Объем работ по техническому обслуживанию аппаратов приведен в табл. 50.

Таблица 50

**Последовательность операций технического обслуживания  
пусковых и защитных аппаратов**

Операция обслуживания	Последовательность выполнения
<b>Пакетные выключатели и переключатели</b>	
Очистка пакетного выключателя	Очистить поверхность пакетного выключателя открытого исполнения от пыли сухим обтирочным материалом. У выключателей защищенного и герметического исполнения: а) очистить поверхность защитной оболочки от пыли сухим обтирочным материалом; б) отвернуть винт крепления рукоятки выключателя и снять рукоятку; в) снять крышку. У выключателей открытого, защищенного и герметического исполнений осмотром убедиться в целостности рукоятки и пластмассовых колец пакетов
Проверка крепления	Проверить надежность крепления пакетного выключателя к основанию
Проверка работы пакетного выключателя	У пакетных выключателей защищенного и герметичного исполнений установить крышку, закрепив ее винтами. Установить и закрепить винтом рукоятку. Включить и отключить 2–3 раза пакетный выключатель или переключатель. Убедиться в четкой работе пакетного выключателя. Рукоятка переключателя должна четко фиксироваться в каждом положении

Операция обслуживания	Последовательность выполнения
<b>Магнитные пускатели</b>	
Очистка пускателя	Очистить кожух пускателя от пыли. Снять крышку кожуха. Очистить механизм пускателя от пыли. Обтирочным материалом, смоченным растворителем, удалить копоть и загрязнения. Протереть пускатель сухим обтирочным материалом
Проверка механической системы магнитного пускателя	Осмотреть механическую систему пускателя. Включить несколько раз магнитный пускатель вручную и убедиться в отсутствии перекосов контактной системы, задевания подвижных контактов за искрогасительные камеры, а также убедиться в легкости и плавности хода подвижной части магнитной системы в направляющих
Проверка состояния искрогасительных камер	Снять искрогасительную камеру. Убедиться в отсутствии трещин, сколов и подгораний. Следы копоти и сажи удалить обтирочным материалом, смоченным бензином, и вытереть насухо
Проверка состояния главных и блокировочных контактов	Снять текстолитовую крышку, закрывающую блок-контакты (пускатели ПА и ПАЕ III величины). Визуально проверить состояние главных и блокировочных контактов. Главные и блокировочные контакты пускателей ПМЕ, ПБ, ПА-300 и ПАЕ-300, имеющие нагар на рабочей поверхности, очистить обтирочным материалом, смоченным ацетоном, и вытереть насухо. Измерить толщину металллокерамического слоя главных контактов пускателя. Толщина металллокерамического слоя контактов должна быть не менее 0,5 мм. Пускатели с изношенными и обгоревшими контактами подлежат текущему ремонту. Осмотреть пружины главных и блокировочных контактов. Поврежденные пружины заменить при текущем ремонте пускателя. У пускателей ПА и ПАЕ III величины установить текстолитовую крышку, закрывающую блок-контакты



Операция обслуживания	Последовательность выполнения
<b>Пакетные выключатели и переключатели</b>	
Проверка состояния магнитной системы	Осмотреть магнитопровод, убедиться в отсутствии коррозии, загрязнений контактных поверхностей магнитопровода, проверить состояние короткозамкнутого витка. Контактные поверхности магнитопровода очистить обтирочным материалом, смоченным ацетоном, и вытереть насухо. Следы коррозии удалить шлифовальной шкуркой и покрыть зачищенные места лаком воздушной сушки
Проверка состояния втягивающей катушки	Осмотреть внешнее лаковое покрытие катушки, убедиться в отсутствии повреждений на нем и подтеканий лака от перегрева катушки. (Следует заметить, что горелая изоляция катушки издает специфический запах.)
Проверка состояния тепловых реле	Осмотреть тепловые реле, убедиться в наличии крышек и целости корпусов реле. Проверить работу рычага возврата реле. При легком нажатии рычаг должен свободно перемещаться в пазах и возвращаться в исходное положение. Ток уставки и регулирование его (при необходимости) проводят 1 раз в 6 мес.
Проверка состояния контактных соединений	Проверить состояние контактов в месте присоединения проводов. Контакты со следами перегрева или окисления разобрать, зачистить контактные поверхности до металлического блеска, смазать техническим вазелином, собрать и затянуть
Проверка заземления пускателя	Проверить состояние контакта заземления пускателя. Проверить степень затяжки контакта заземления. Ослабленный контакт подтянуть
Проверка работы пускателя	Включить и отключить магнитный пускатель вручную и убедиться в отсутствии перекосов и заеданий магнитной системы. Подать напряжение на пускатель. Включить и отключить пускатель несколько раз и убедиться в четкости его работы. Закрыть крышку кожуха пускателя и закрепить ее винтами

Операция обслуживания	Последовательность выполнения
<b>Автоматические выключатели</b>	
Очистка автоматического выключателя	Очистить кожух выключателя от пыли сухим обтирочным материалом. Отвернуть винты и снять крышку автоматического выключателя. Расцепить рычаг (собачку) с удерживающей рейкой, для чего повернуть осторожно рейку до момента расцепления ее с собачкой. Вынуть дугогасительные камеры. Удалить копоть и пятна обтирочным материалом, смоченным растворителем. Протереть выключатель сухим обтирочным материалом. Осмотреть автоматический выключатель и убедиться в целости пластмассового основания и крышки
Проверка механической системы выключателя	Несколько раз включить и отключить выключатель вручную. Скорость включения и отключения выключателя не должна зависеть от скорости движения рукоятки или кнопки (выключатель АП-50). Смазать шарнирные соединения приборным маслом. У пускателей А-3700 при наличии дистанционного привода необходимо: <ul style="list-style-type: none"> <li>а) отвернуть винты крепления крышки и смазать шарнир привода приборным маслом;</li> <li>б) закрыть крышку дистанционного привода и плотно затянуть ее винтами;</li> <li>в) проверить надежность заземления дистанционного привода</li> </ul>
Проверка состояния дугогасительных камер	Проверить состояние дугогасительных камер. Следы копоти удалить обтирочным материалом, смоченным ацетоном, и вытереть насухо
Проверка состояния контактов	Осмотреть подвижные и неподвижные контакты. Контакты, имеющие нагар на рабочей поверхности, очистить обтирочным материалом, смоченным бензином, и вытереть насухо. Толщина металлокерамического слоя должна быть не менее 0,5 мм

Операция обслуживания	Последовательность выполнения
Проверка состояния контактных соединений	Осмотреть контакты в месте присоединения проводов или шин. При обнаружении следов перегрева контакты разобрать, зачистить контактные поверхности до металлического блеска, смазать техническим вазелином, собрать и затянуть
Измерение сопротивления изоляции	При отключенном положении выключателя мегомметром измерить сопротивление изоляции между подвижным и неподвижным контактами каждой фазы. При включенном положении выключателя измерить сопротивление изоляции между фазами автоматического выключателя. Сопротивление изоляции должно быть не менее 10 МОм
Проверка работы автоматического выключателя	Собрать автоматический выключатель. Включить и выключить выключатель 3–5 раз при снятом напряжении и убедиться в четкости его работы
<b>Тепловые реле</b>	
Очистка тепловых реле	Очистить поверхность реле от пыли сухим обтирочным материалом. Масляные пятна удалить обтирочным материалом, смоченным бензином, и вытереть очищенные места насухо

**Ремонт ручных аппаратов.** Ремонт рубильников и переключателей осуществляют в следующей последовательности. Очистить от копоти и оплавлений ножи с помощью стальной щетки и шлифования абразивной шкуркой. В случае повреждения ножей – выправить их рихтовкой (молотком с медным бойком на рихтовочной доске). Изгиб ножей после ремонта проверяют щупом. Изгиб не должен превышать 0,2 мм по всей длине ножа. Проверить целостность пружин, стягивающих подвижные контакты, и пружин механизма фиксации ножей. Поврежденные и ослабленные пружины заменить новыми.

Для осмотра контактов барабанного контроллера снять дугогасительные камеры и межконтактные перегородки. Контакты со следами оплавления опилить напильником или зачистить металличе-

кой щеткой. Сильно поврежденные контакты заменить новыми. Проверить нажатия, создаваемые пружинами контактов, и в случае обнаружения ослабленных пружин заменить их новыми (заводского изготовления). Подтянуть крепежные детали сегментов и асбестоцементных перегородок. Проверить состояние изоляции траверсы и асбестоцементных перегородок. Если изоляция не удовлетворяет требованиям, то заменить ее новой.

Отрегулировать контактные поверхности, перемещая контакты по траверсе в горизонтальном и вертикальном направлениях, добиваясь плотности прилегания поверхностей во всех включенных положениях. В отключенном положении зазор между «сухарями» и сегментами должен быть 5–7 мм. После окончания ремонта и регулировки контроллер подвергают многократному (не менее 20 циклов) включению и отключению, выявляя какие-либо признаки неисправностей и нарушения регулировки.

Во время эксплуатации повреждаются чаще всего контакты, пружины и отключающие механизмы. Дефекты деталей выражаются в износе и оплавлении поверхностей контактов, ослаблении или поломке пружин, нарушении регулировки механизма автоматов. В табл. 51 приведен перечень неисправностей электромагнитных коммутационных аппаратов и способы их устранения.

Таблица 51

**Неисправности электромагнитных  
коммутационных аппаратов и способы их устранения**

Неисправность	Причина и характер	Способ устранения
Подгорание, глубокая коррозия контактов по линии их первоначального касания	Недостаточное нажатие контактов, их вибрация в момент замыкания	Увеличить начальное нажатие контактов (установкой новой контактной пружины или регулировкой старой)
Затяжное гашение дуги	Несоответствие разрывной мощности контактов характеру и току нагрузки или неправильное включение дугогасительной катушки	Проверить соответствие контактов нагрузке и правильность выключения дугогасительной катушки

Неисправность	Причина и характер	Способ устранения
Повышенный нагрев контактов	Несоответствие контактов режиму работы: недостаточное конечное нажатие, вследствие чего увеличивается переходное сопротивление контактов; ухудшение контактной поверхности	Зачистить оплавления контактной поверхности надфилем; увеличить конечное нажатие контактов; заменить контакты в соответствии с характером нагрузки
Вибрация магнитопровода коммутационных аппаратов переменного тока	Неисправность магнитной системы	Проверить наличие и целостность короткозамкнутого витка; зачистить плоскости прилегания якоря к сердечнику электромагнита; проверить плотность прилегания поверхности
Неодновременное включение контактов в многополюсных аппаратах		Отрегулировать контакт
Нечеткое включение и самопроизвольное отпадение якоря	Несоответствие катушки по рабочему напряжению	Сменить катушку
Повышенный нагрев катушек аппаратов больших габаритов	Малое значение сопротивления добавочного резистора	Подобрать значение сопротивления

**Ремонт автоматических выключателей** (табл. 52) начинают со снятия дугогасительных камер с соблюдением осторожности, чтобы не повредить находящиеся внутри камер пластины решетки дугогасительного устройства. Стальные омедненные пластины осторожно очищают от нагара деревянной палочкой или мягкой стальной щеткой, промывают ветошью, смоченной в растворителе, и протирают чистыми тряпками. Трещины и поломки дугогасительных камер и деионных решеток склеивают клеем БФ-2, а щели с наружной сто-

роны дугогасительных камер заклеивают тонким электрокартоном (во время склеивания необходимо следить за тем, чтобы подтеки клея не оставались на внутренней поверхности изоляционного материала дугогасительных камер). Неисправные деионные решетки заменяют новыми. Дугогасительные контакты автоматов при ремонте промывают, опиливают напильником, стараясь снять наименьшее количество меди; при их сильном повреждении (более 30 % размера контактов) – заменяют новыми.

Таблица 52

**Перечень ремонтных работ электромагнитных коммутационных аппаратов**

Элемент коммутационного аппарата	Операции ремонта и требования к аппаратам	Примечания
Контакты	Форму контактов принимают по заводским чертежам. Износившиеся серебряные контакты заменяют новыми, запасными	Новые контакты изготавливают из неотожженной профильной меди. Контакты, имеющие приваренные серебряные пластинки или покрытия из сплавов на основе серебра, заменять медными нельзя во избежание ухудшения качества контактов
	Конечное нажатие измеряют при включенном контакторе динамометром и полоской бумаги, проложенной между подвижными и неподвижными контактами. Начальное нажатие измеряют при отключенной тяговой катушке. Оно создается пружиной контактора в точке начального соприкосновения контактов	Значение конечного нажатия будет отмечено динамометром в тот момент, когда бумажка начнет свободно вытягиваться из замкнутых контактов. Значение начального нажатия контактов определяется аналогично
	Регулировку нажатия контактов осуществляют натяжением или ослаблением контактной пружины	Пружину нельзя доводить до положения, при котором между ее витками не будет зазоров

Элемент коммутационного аппарата	Операции ремонта и требования к аппаратам	Примечания
Контакты	Если регулировкой не удастся получить нужного нажатия, пружину необходимо сменить. Растворы и провалы контактов должны соответствовать заводским данным	Раствор между контактами обеспечивает гашение дуги, а провал необходим для надежного замыкания контактов
Якорь и сердечник	Прилегание якоря и сердечника должно быть достаточно плотным во избежание дребезжания и перегрева катушки. При неудовлетворительном состоянии стыка поверхности соприкосновения пришабрают	Стык между якорем и сердечником проверяют, замыкая от руки контакты, между которыми проложен листок папиросной бумаги с листком копировальной бумаги. Прилегание считается удовлетворительным, если полученный отпечаток составляет не менее 70 % площади поперечного сечения стержня
Катушки	При определении характера повреждения катушек следует обратить внимание на состояние каркаса, обрывы и витковые замыкания в катушках	При обрыве катушка не развивает тягового усилия и не потребляет тока. Витковые замыкания характеризуются ненормальным нагревом катушки и уменьшением силы ее тяги
	На изготовленную катушку накладывают наружную изоляцию из хлопчатобумажной ленты или лакоткани. Затем катушку сушат, пропитывают лаком, запекают и покрывают эмалью	Перед установкой катушки в аппарат проверяют ее целостность и отсутствие в ней короткозамкнутых витков

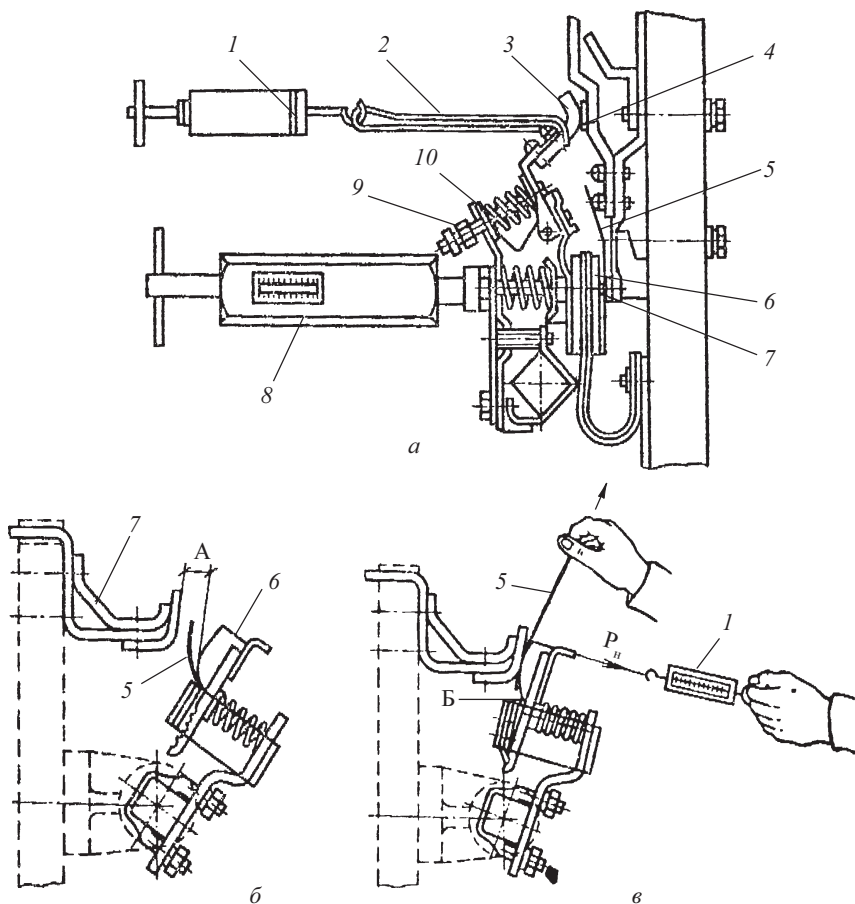
Элемент коммутационного аппарата	Операции ремонта и требования к аппаратам	Примечания
Короткозамкнутый виток	Поврежденный виток заменяют новым	Изменение материала, сечения или длины витка недопустимо, так как это приводит к повышенному гудению контактора и сильному нагреву витка
Дугогасящие камеры	Прогоревшие и деформированные стенки камер заменяют новыми, изготовленными из асбоцемент или фибровых плит	Если требуемых плит нет, выгоревшие места замазывают смесью асбеста, цемента и воды, очистив предварительно ремонтируемые участки от грязи и нагара

Регулировку работы контактной системы автомата проводят путем одновременного касания главных, а затем промежуточных и дугогасительных контактов. При регулировке (рис. 88) контакты перемещают так, чтобы возросло контактное нажатие. Необходимо следить в этом случае за тем, чтобы растворы и провалы оставались в допустимых пределах. Раствор контактов – это кратчайшее расстояние между неподвижным и подвижным контактами при их разомкнутом положении. Провал контакта – расстояние, на которое может сместиться место касания подвижного контакта с неподвижным из положения полного замыкания.

Контактную систему регулируют таким образом, чтобы в момент касания дугогасительных контактов 3 (см. рис. 88) зазор между подвижным и неподвижным промежуточными контактами был не менее 5 мм, а в момент касания промежуточных контактов зазор между подвижным 6 и неподвижным 7 главными контактами был не менее 2,5 мм. Провал главных контактов должен быть не менее 2 мм во включенном положении автомата. В отключенном положении автомата раствор дугогасительных контактов должен быть не менее 65 мм.

От качества регулировки на одновременное замыкание контактов зависит электрический износ контактных поверхностей. Регулировкой достигают такого положения, чтобы отключение, например, асинхронных двигателей, имеющих большие пусковые токи, а также отключение токов коротких замыканий быстродействующими выключателями происходило одновременно во всех фазах.





**Рис. 88.** Схема измерения усилия нажатия контактов:  
*a* – автоматов; *б, в* – начального и конечного нажатия контактов

Последовательность работы контактов должна быть определенной при наличии в одной цепи более одного контакта с разными функциями. Например, в одной цепи воздушного автомата серии АВМ работают три контактные пары, включенные параллельно: главные, переходные и дугогасительные. Каждая из этих пар должна срабатывать одновременно с одноименными парами в других цепях, но в пределах одной цепи они работают последовательно.

Регулировку контактного нажатия проводят изменением сжатия контактных пружин. Во многих аппаратах для этого изменяют длину пружин с помощью регулировочных винтов или гаек. При ремонте автоматов проверяют начальное и конечное нажатие контактной

системы. Начальным нажатием является усилие, создаваемое контактной пружиной в точке первоначального касания. При недостаточном начальном нажатии может произойти приваривание контактов, а при увеличенном – нарушится четкость срабатывания аппарата. Нажатие должно быть в пределах 50–60 кН. Конечным нажатием является усилие, создаваемое контактной пружиной в точке конечного касания при полностью включенном контакторе. Эта величина должна быть в пределах 90–110 кН.

Начальное и конечное контактное нажатие у автоматов измеряют динамометром. С помощью петли 2 (см. рис. 88, а) и динамометра 1 оттягивают контакт 7 от контактодержателя 10. О начале деформации пружины судят по перемещению полоски тонкой бумаги 5, предварительно заложенной между контактодержателем и контактом. В некоторых случаях, когда способом вытягивания полоски по каким-либо причинам пользоваться неудобно, используют другие приемы для определения момента отсчета показания динамометра. Например, в автоматах типа АВМ при измерении нажатия разрывных контактов 3, 4 для этой цели используют винт 9, который в момент измерения освобождается от усилия пружин, уравновешенного усилием оттягивания. Конечное нажатие главных контактов измеряют с помощью специального динамометра 8, который наворачивают вместо регулировочной гайки контактной пружины главного контакта. Направление силы оттягивания должно быть перпендикулярным плоскости касания контактов. Линия действия этой силы должна проходить через точку касания, середину линии или площадки касания контактов.

При ремонте автоматов проверяют правильность расположения рычагов на отключающем валике и зазор между рычагом валика и бойком расцепителя, который должен быть 2–3 мм. Проверяют и ремонтируют также и другие детали автомата: плавкую вставку предохранителя, сохранность резисторов, состояние блок-контактов, качество подсоединения проводов или кабелей и др. После ремонта проверяют легкость хода подвижных контактов, отсутствие касания подвижными контактами стенок дугогасительных камер. Для проверки взаимодействия деталей автомат медленно включают и отключают вручную 10–15 раз, а затем под напряжением (без нагрузки) 5–10 раз. После этого проверяют и устанавливают требуемые токи уставок максимальных расцепителей и испытывают при номинальной нагрузке по нормам, рекомендованным заводом-изготовителем.

Ремонт контакторов начинают со снятия дугогасительной камеры. Дугогасительную решетку от нагара и частиц оплавленного металла очищают мягкой стальной щеткой и протирают растворителем.

Небольшие сколы на щеках камеры ремонтируют, заполняя смесью асбестового порошка и цемента, разведенных водой. Поверхности главных контактов зачищают, промывают растворителем и покрывают тонким слоем технического вазелина. Точность соприкосновения контактных поверхностей подвижных и неподвижных контактов в общем случае не нормируется (не менее 70 %). В табл. 53 приведены примеры отказов контактов электромагнитных коммутационных аппаратов.

Таблица 53

**Некоторые виды отказов контактов  
электромагнитных коммутационных аппаратов**

Нормальное состояние контакта	Вид отказа	Причина отказа
<b>Внезапные отказы</b>		
Контакт разомкнут	Контакт не размыкается	Поломка контактов; попадание токопроводящих частиц между контактами; перекрытие промежутка между контактами влагой; пробой изоляции воздушного промежутка между контактами; механические перегрузки контактов (удары, вибрация, ускорения)
Контакт замкнут	Контакт не замыкается	Поломка контактов; механические перегрузки контактов (удары, вибрация, ускорения)
Срабатывание	Контакт не замыкается	Поломка контактов; попадание токопроводящих частиц между контактами; механические перегрузки контактов (ускорение, вибрация)
Контакт разомкнут	Контакт не размыкается	Поломка контактов; механические перегрузки контактов (ускорение, вибрация); закорачивание контактов проводящими частицами; их сваривание, заклинивание, слипание; пробой изоляции воздушного промежутка между контактами

Нормальное состояние контакта	Вид отказа	Причина отказа
<b>Постепенные отказы</b>		
Контакт разомкнут	Уменьшение сопротивления изоляции воздушного промежутка между контактами	Старение изоляции
Контакт замкнут	Увеличение контактного сопротивления	Образование плохо проводящей или непроводящей пленки; уменьшение усилия пружин исполнительного механизма
Срабатывание	Увеличение контактного сопротивления  Уменьшение сопротивления изоляции	Износ контактов; образование пленки вследствие коррозии и эрозии; искажение поверхности контактов и зазора между ними; деформация и разрегулировка пружин  Старение изоляции

В зависимости от конструкции аппаратов совпадения контактов достигают путем бокового смещения или поворота неподвижных контактов вокруг оси контактодержателей на основании или подвижных – на валу аппарата. Часто для регулировки оказывается достаточно изменить зазоры, имеющиеся в незатянутых соединениях контактов. В нормальных контактных системах с электромагнитными приводами блок-контакты срабатывают позже, а возвращаются раньше главных контактов. В частных случаях может быть установлена и другая последовательность срабатывания главных и блокировочных контактов. Линейное отставание блокировочного контакта от главного при включении обычно составляет 0,5–1 мм. Последовательность работы контактов аппаратов регулируется теми же способами, что и раствор или провал. Предпочтительными являются регулировки, не снижающие контактного нажатия.

Регулировку плотности прилегания якоря к сердечнику электромагнитных приводов аппаратов обычно проводят в магнитных сис-

темах переменного тока. Магнитопроводы этих систем собраны из тонких листов электротехнической стали. Неровности стыка торцов магнитопровода в воздушном зазоре приводят к увеличению тока, нагреву, шуму и вибрации при работе. Поэтому допускают лишь такие неровности в стыке, при которых общая площадь прилегания якоря к сердечнику составляет не менее 70 % площади поперечного сечения стыка. Площадь прилегания сердечника и якоря определяют с помощью краски, нанесенной на торец якоря, и листа бумаги. Лист вводят в зазор и сжимают между сердечником и окрашенным якорем.

Вместо краски можно применять сложенные вместе листы копировальной и чистой белой бумаги. Если площадь отпечатка, полученного на бумаге при полном замыкании якоря с сердечником магнитопровода, меньше 70 % общей площади поперечного сечения якоря, то не примыкающие друг к другу участки магнитопровода пришабривают. Шабрение проводят вдоль торцов листов. После шабрения торец магнитопровода очищают от стружек стальной щеткой.

Для замены лопнувшего короткозамкнутого витка отгибают стальные пластины, приклепанные к крайним стяжным листам пакета сердечника, и вынимают поврежденный виток.

Новый виток, изготовленный из немагнитного материала (например, латуни), должен иметь размеры поврежденного витка (размер и сечение короткозамкнутого витка изменять запрещается); его устанавливают в желобок сердечника. При ремонте осматривают изоляцию вала подвижных контактов и в случае ее повреждения заменяют новой, изготовленной из равноценных материалов.

Заключительным этапом ремонта контакторов является проверка начального и конечного нажатий главных контактов (см. рис. 88, б, в). Начальное нажатие проверяют на разомкнутом контакте. Усилие  $P_n$ , замеренное динамометром в момент освобождения бумажки 5, создается пружиной в момент первоначального касания контактов б и 7. Конечное нажатие главных контактов  $P_k$  определяют при включенном контакторе полоской бумаги 5, вложенной между главными подвижным б и неподвижным 7 контактами (см. рис. 88, б). Динамометр в момент освобождения бумаги покажет значение конечного нажатия главных контактов. Раствор А и провал Б не должны отличаться от данных завода-изготовителя. После испытания контактор включают под нагрузку. Процесс и приемы ремонта контакторов магнитного пускателя аналогичны соответствующим операциям ремонта контакторов.

## 5. Аппараты защиты электродвигателей

**Предохранители плавкие** – наиболее простые и дешевые устройства для защиты электрических цепей от токов короткого замыкания. Основной рабочей частью плавкого предохранителя является плавкая вставка, изготавливаемая из сплава свинца и олова или меди. Действие плавкого предохранителя основано на том, что при прохождении тока по плавкой вставке она нагревается и, когда сила тока превышает допустимый предел, вставка расплавляется, отключая электродвигатель от сети. Один и тот же предохранитель позволяет использовать плавкие вставки на расчетную номинальную силу тока. Плавкие предохранители типа ПР-2 выпускают на номинальные токи 15, 60, 100, 200, 350, 600 и 1 000 А, а типа ПН-2 – на токи 100, 250, 400, 600 и 1 000 А и напряжение до 500 В переменного тока. Для защиты двигателей применяют предохранители ПД и ПДС пробочного типа на номинальные токи 6, 20, 60, 125, 225, 350 и 600 А при напряжении до 380 В (со сменной плавкой вставкой).

**Максимальные токовые реле** применяют для защиты электродвигателей от токов короткого замыкания и чрезмерных перегрузок, а также для управления электродвигателями в функции тока.

Основными частями реле, работающих на электромагнитном принципе, являются катушка, подвижной стальной сердечник и контакты. Устройство электромагнитных реле максимального тока серии ЭТ-520 показано на рис. 89.

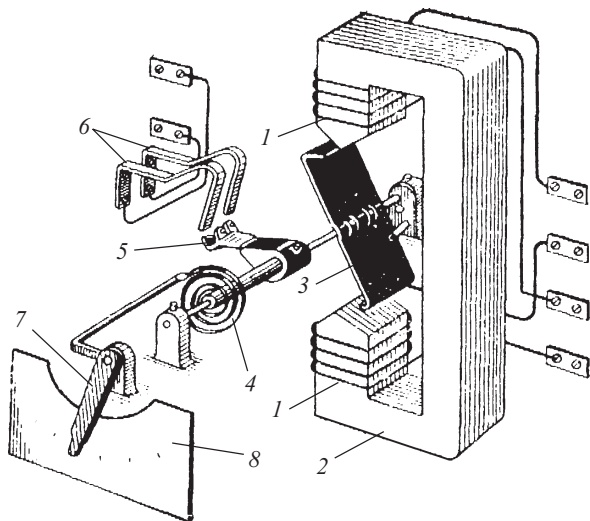


Рис. 89. Схема устройства электромагнитного токового реле

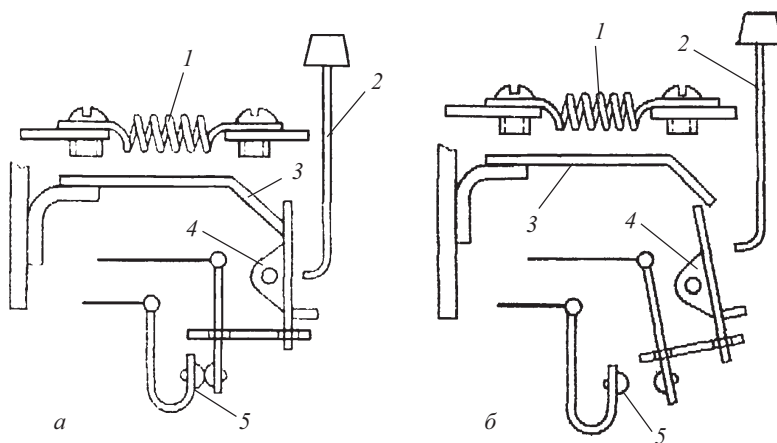
Магнитный поток, созданный катушками 1 в неподвижном магнитопроводе 2, пронизывает S-образный подвижный стальной сердечник 3. Под действием потока якорь стремится повернуться, но этому противодействует укрепленная на той же оси, что и якорь, спиральная пружина 4. При определенном значении тока сила, действующая на якорь, преодолевает противодействие пружины. Якорь поворачивается, и контактный мостик 5 замыкает неподвижные контакты 6, чем обеспечивает подачу импульса на отключение выключателя.

При уменьшении тока до определенной величины якорь под действием пружины 4 возвращается в исходное положение.

Установка реле на определенный ток срабатывания регулируется путем перестановки по шкале 8 рычага 7, действующего на спиральную пружину.

Аналогично устроены реле последних выпусков (токовые реле типа РТ-40 и реле напряжения РН-50).

**Тепловые реле** надежно защищают двигатели от небольших, но длительных перегрузок (рис. 90). Основными частями реле являются нагревательный элемент 1 и биметаллическая пластина 2. Нагревательный элемент последовательно включается в силовую цепь двигателя. При протекании по нему тока, величина которого превышает величину номинального тока двигателя на 10–20 %, выделяется тепло, которого оказывается достаточно для того, чтобы биметаллическая пластинка, разгибаясь, освободила рычаг 5. Это приводит к замыканию контактов цепи управления 3. В первоначальное положение рычаг 5 возвращается после нажатия на кнопку возврата 4.



**Рис. 90.** Схема действия реле типа РТ-1:  
а – реле до срабатывания; б – сработавшее реле

Вследствие тепловой инерции тепловое реле с биметаллической пластинкой не сразу реагирует на резкие кратковременные перегрузки и на токи короткого замыкания. В связи с этим тепловые реле применяются обычно в комбинации с плавкими предохранителями или с максимальным реле. Установку теплового реле можно изменять подбором по величине тока соответствующего нагревательного элемента. Для защиты трехфазных двигателей от перегрузки тепловые или максимальные реле устанавливают на две фазы.

Помимо рассмотренных реле в электрических сетях управления электродвигателями и другими электроустановками используют разнообразные реле, воспринимающие воздействия (электромагнитные, электромеханические, магнитные, механические, тепловые и др.).

**Сигнальные аппараты** – световые и звуковые, указывающие, в каком состоянии находятся электродвигатели, механизмы и др. Например, при включении электродвигателя загорается красная сигнальная лампа, при отключении – зеленая. При аварийном состоянии механизма, требующем отключения электродвигателя или уменьшения нагрузки, включается звуковая сигнализация.

## Глава 9

### ТИПОВЫЕ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДАМИ


#### 1. Типовые схемы управления приводами с двигателями переменного тока

**Трехфазные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором (к.з. ротором).** Пуск асинхронных двигателей с к.з. ротором малой и средней мощности производится чаще всего путем непосредственного включения статора двигателя в сеть. Для управления асинхронными двигателями как при местном, так и при дистанционном управлении преимущественно пользуются магнитными пускателями или отдельными контакторами.



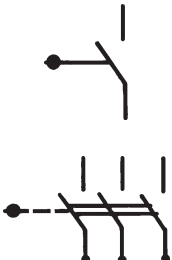
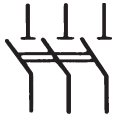


Условные обозначения на схемах приведены в табл. 54.




Таблица 54








Некоторые условные обозначения в электрических схемах




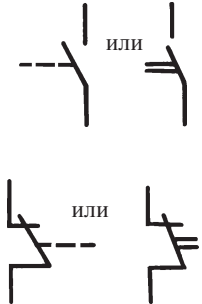

Наименование	Обозначение
Выключатель: а) однополюсный	











Наименование	Обозначение
б) многополюсный, например, трехполюсный	
Выключатель с автоматическим возвратом	
Выключатель путевой: а) однополюсный  б) многополюсный, например, трехполюсный	
Разъединитель трехполюсный	
Выключатель-разъединитель трехполюсный	
Выключатель кнопочный нажимной: а) с замыкающим контактом  б) с размыкающим контактом	



Наименование	Обозначение
<p>Контакт коммутационного устройства. Общее обозначение:</p> <p>а) замыкающий</p> <p>б) размыкающий</p>	
<p>Контакт замыкающий с замедлителем, действующим:</p> <p>а) при срабатывании</p> <p>б) при возврате</p> <p>в) при срабатывании и возврате</p>	
<p>Контакт размыкающий с замедлителем, действующим:</p> <p>а) при срабатывании</p> <p>б) при возврате</p>	

Наименование	Обозначение
в) при срабатывании и возврате	
Контакт без самовозврата: а) замыкающий  б) размыкающий	 
Контакт с самовозвратом: а) замыкающий  б) размыкающий	 
Контакт для коммутации сильноточной цепи: а) замыкающий дугогасительный  б) размыкающий дугогасительный	 

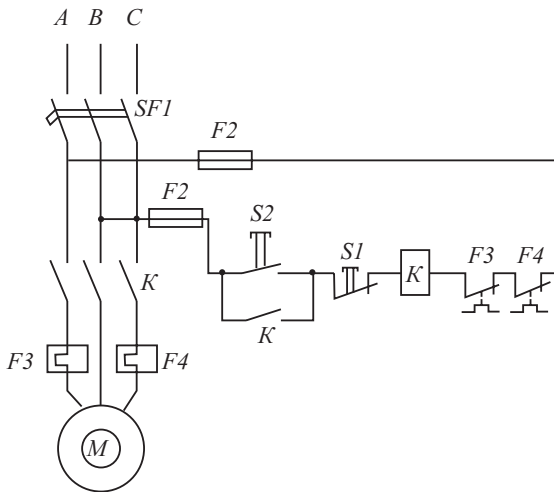
Наименование	Обозначение
Контакт разъединителя	
Контакт выключателя-разъединителя	
Контакт с автоматическим возвратом при перегрузке	
<p>Контакт с механической связью. Общее обозначение:</p> <p>а) замыкающий</p> <p>б) размыкающий</p>	
<p>Контакт, чувствительный к температуре (термоконтакт):</p> <p>а) замыкающий</p> <p>б) размыкающий</p>	

Наименование	Обозначение
Контакт электротеплового реле при разнесенном способе изображения реле	
Резистор постоянный	
Резистор переменный	
Обмотка реле контактора и магнитного пускателя. Общее обозначение	
Обмотка реле токовая последовательная	
Обмотка статора машины переменного тока; обмотка реле напряжения параллельная; обмотка последовательного возбуждения машины постоянного тока	
Обмотка параллельного возбуждения; катушка индуктивности	
Обмотка теплового реле	

Наименование	Обозначение
Машина электрическая. Общее обозначение	
Двигатель трехфазный с соединением обмоток статора в звезду	
Трансформатор однофазный	
Электромагнит. Общее обозначение	
Дроссель с ферромагнитным сердечником	
Вентиль полупроводниковый	
Лампа накаливания сигнальная	
Звонок электрический	
Гудок	

Наименование	Обозначение
Предохранитель плавкий. Общее обозначение	
Заземление	

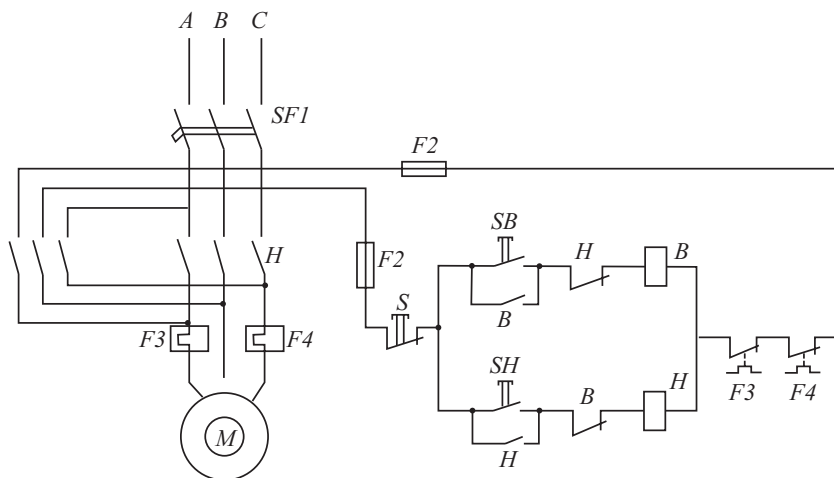
**Схема управления асинхронным двигателем с к.з. ротором с помощью нереверсивного магнитного пускателя** (рис. 91). Пуск двигателя начинается с включения автомата *SF1*, что приводит к подключению схемы к питающей сети. Далее нажимают кнопку *S2*, вследствие чего катушка контактора *K* получает питание, главные контакты в силовой цепи замыкаются и статор двигателя присоединяется к сети. Одновременно в цепи управления закрывается замыкающий блок-контакт *K*, блокирующий кнопку *S2*.



**Рис. 91.** Принципиальная схема управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором с нереверсивным магнитным пускателем

Остановку двигателя осуществляют нажатием на кнопку *S1*. В случае недопустимой перегрузки он останавливается, так как контакты тепловых реле *F3* и *F4* в цепи управления размыкаются. Двигатель также автоматически отключается от сети, если напряжение, подводимое к схеме, снизится до величины менее 0,8 В. Защита двигателя от коротких замыканий осуществляется автоматом *SF1*. Для повторного включения двигателя необходимо вновь нажать на кнопку *S2*.

**Схема управления асинхронным двигателем с к.з. ротором с реверсивным пускателем** (рис. 92). Реверсивный магнитный пускатель состоит из двух контакторов, включаемых по очереди в зависимости от необходимого направления вращения ротора двигателя; контакторы переключают две фазы на зажимах электродвигателя, чем и обеспечивают нужный режим работы.



**Рис. 92.** Принципиальная схема управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором с реверсивным магнитным пускателем

Схема управления электродвигателем посредством реверсивного магнитного пускателя сложнее, чем схема с неревверсивным пускателем (см. рис. 91). Некоторая сложность схемы вызвана тем, что во избежание короткого замыкания исключается возможность одновременного включения обоих контакторов кнопками управления.

После включения автомата *SF1* цепь управления получает питание. При нажатии на кнопку *SB* катушка контактора *B* получает питание и замыкающие главные контакты *B* в силовой цепи присоединяют двигатель к сети.

Для включения двигателя на противоположное направление вращения необходимо нажать кнопку *SB*, а затем кнопку *SH*, что приводит к



отключению контактора *SB* и включению контактора *SH* с главными контактами *SH* в силовой цепи. Как видно из схемы, две фазы на статоре двигателя переключаются, что необходимо для его реверсирования.

Во избежание короткого замыкания в статорной цепи вследствие ошибочного одновременного нажатия на обе кнопки *SB* и *SH* реверсивные магнитные пускатели снабжены механической блокировкой, осуществляемой рычажной системой (на схеме не показана), препятствующей втягиванию одного контактора, если включен другой. Для большей надежности кроме механической блокировки в схеме предусмотрена электрическая блокировка с помощью размыкающих блок-контактов *B* и *H*, что также исключает возможность одновременного включения контакторов *SB* и *SH*. Как видно из схемы, защита двигателя осуществляется автоматом *SF1* и тепловыми реле *F3* и *F4*. Двигатель также защищен от чрезмерного снижения напряжения в питающей сети контакторами *SB* и *SH*.

**Схема динамического торможения двигателя с к.з. ротором** (рис. 93). При динамическом торможении статор двигателя отключается от трехфазной сети с помощью неревверсивного магнитного пускателя *K1* и подключается к сети постоянного тока при помощи вспомогательного контактора *K2*.

Электродвигатели пускают, нажав на кнопку *S2*. Это возможно, если контактор *K2* отключен и, следовательно, его блок-контакт в цепи управления магнитным пускателем *K1* замкнут. Одновременно с замыканием главных контактов магнитного пускателя *K1* замыкаются два его замыкающих блок-контакта и размыкается блок-контакт в цепи катушки контактора *K2*. Один из замыкающих блок-контактов контактора *K1* шунтирует кнопку *S2*, другой замыкает цепь обмотки реле времени *B* и подключает его к источнику постоянного тока.

Реле *B* срабатывает и замыкает свои контакты в цепи катушки контактора *K2*. При отключении двигателя кнопкой *S1* или автоматически при срабатывании *F3* и *F4* размыкающий блок-контакт магнитного пускателя *K1* снова замыкается. Так как контакты реле *B* размыкаются с выдержкой времени, соответствующей уставке реле *B*, то в течение некоторого времени через катушку контактора *K2* проходит ток, контактор *K2* замыкает свои контакты и осуществляет питание статора постоянным током. По истечении выдержки времени контакты реле времени *B* размыкаются и выключают контактор *K2* (установка по времени реле времени). Реле времени *B* берется с несколько большей выдержкой времени, превышающей времени торможения электропривода. Величину подводимого к статору напряжения постоянного тока можно регулировать добавочным сопротивлением, что оказывает влияние на интенсивность торможения.

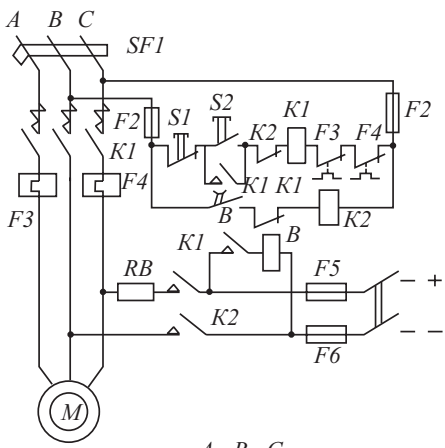
**Схема торможения асинхронного двигателя с к.з. ротором противовключением.** В рассматриваемой схеме (рис. 94) управление торможением противовключением осуществляется в функции скорости двигателя с ее прямым контролем с помощью реле РКС (индукционное реле контроля скорости).

После включения автомата  $SF1$  и нажатия на кнопку  $S2$  включается контактор  $K1$  и двигатель запускается. При необходимости остановить двигатель нажимают на кнопку  $S1$ , в результате чего отключается контактор  $K1$  и включается контактор  $K2$ , поскольку реле РКС замкнуло свой контакт в цепи катушки  $K1$  еще при пуске. Торможение двигателя происходит в режиме противовключения. При скорости, близкой к нулю, контакт реле РКС размыкается и отключает контактор  $K1$ . Двигатель останавливается.

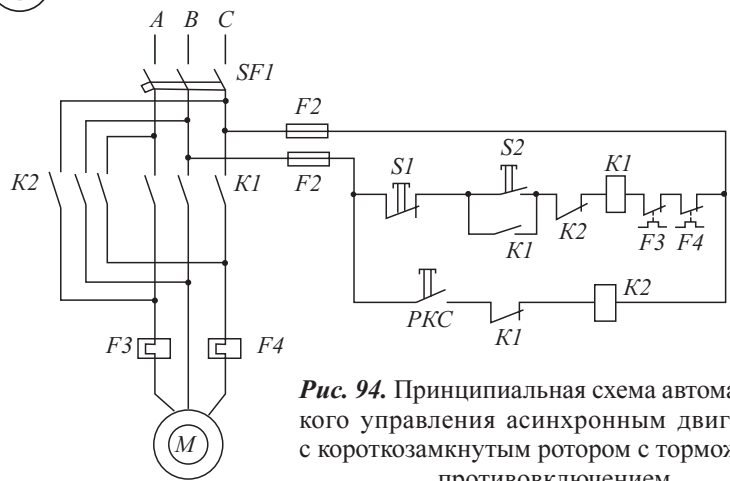
**Схема управления асинхронным двигателем с к.з. ротором с помощью магнитного усилителя.** Управление электродвигателем рассматриваемым способом позволяет снижать величину пускового тока и регулировать частоту вращения вала двигателя. Схема работает следующим образом: при нажатии на кнопку  $S2$  катушка контактора  $K$  получает питание и замыкает силовые контакты  $K$ , вследствие чего двигатель подключается к сети (рис. 95). Ввиду большого индуктивного сопротивления главной обмотки МУ к двигателю подводится пониженное напряжение, что снижает величину пускового тока.

По мере разбега двигателя ток в обмотках статора снижается, напряжение на зажимах двигателя возрастает и одновременно с этим возрастает ток, протекающий по управляющей обмотке МУ, питаемой постоянным током от выпрямителя  $V$ . Насыщение дросселя возрастает, а его индуктивное сопротивление снижается. Напряжение на зажимах двигателя повышается до номинальной величины. Двигатель работает на естественной механической характеристике. Резистор  $R$  в цепи управляющей обмотки МУ позволяет плавно изменять частоту вращения вала двигателя. В схеме предусмотрено ручное управление регулировочным резистором.

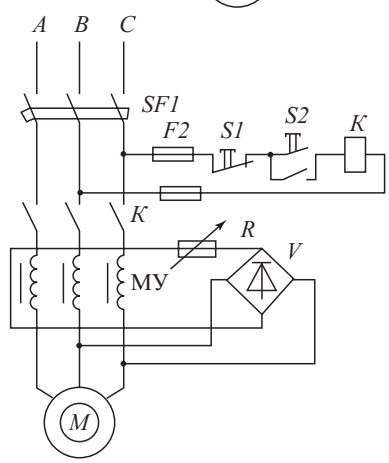
**Трехфазные асинхронные двигатели с фазным ротором. Схема управления пуском трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором в функции времени** (рис. 96). В этой схеме управления в процессе пуска двигателя последовательно происходит замыкание трех ступеней пускового резистора  $R1$ ,  $R2$  и  $R3$ . Замыкание происходит через определенные промежутки времени при помощи механических маятниковых реле времени,строенных к контактору  $K1$  и к контакторам ускорения  $У1$  и  $У2$ . При нажатии на кнопку  $S2$  включается катушка контактора  $K1$  и своими контактами  $K1$  присоединяет обмотку статора двигателя к сети.



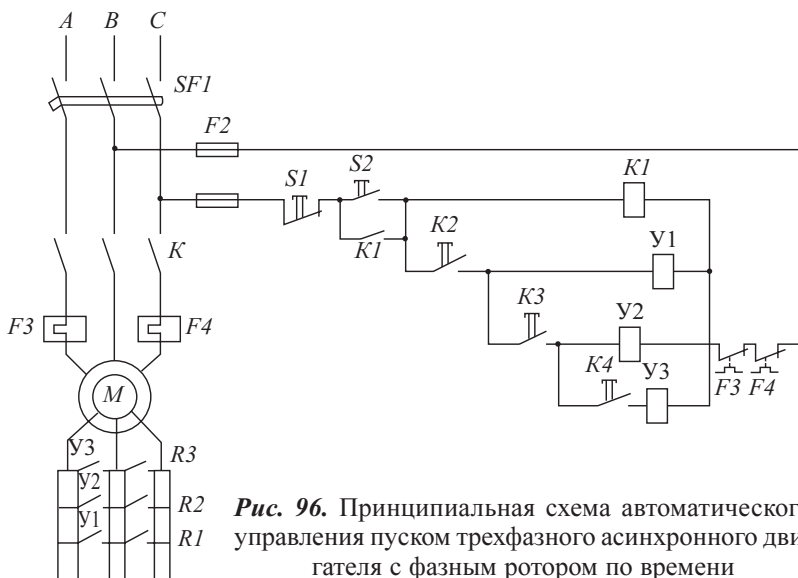
**Рис. 93.** Принципиальная схема автоматического управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором с динамическим торможением



**Рис. 94.** Принципиальная схема автоматического управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором с торможением противовключением



**Рис. 95.** Принципиальная схема управления асинхронным двигателем с помощью магнитного усилителя:  
*SF1* – автомат; *S1* – кнопка «Стоп»;  
*S2* – кнопка «Пуск»; *K* – пускатель;  
*R* – регулировочный резистор;  
*V* – выпрямитель; МУ – магнитный усилитель; *M* – двигатель



**Рис. 96.** Принципиальная схема автоматического управления пуском трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором по времени

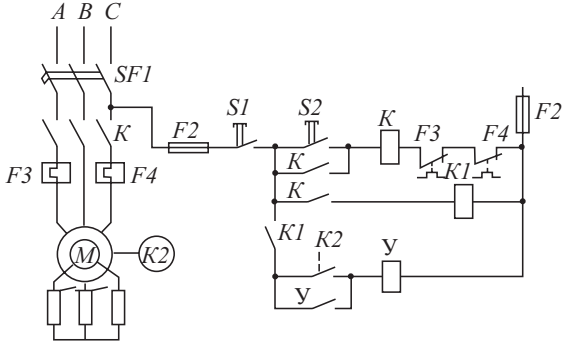
При включении контактора  $K1$  начинает работать пристроенное к нему реле времени  $K2$ . По истечении времени  $t_1$  реле времени  $K2$  срабатывает и замыкает свои контакты в цепи катушки первого контактора ускорения  $Y1$ . Силовые контакты этого контактора замыкают накоротко сопротивление  $R1$  первой ступени пускового резистора. При втягивании первого контактора ускорения  $Y1$  начинает работать пристроенное к нему маятниковое реле времени  $K3$ , которое через определенный промежуток времени замыкает свой контакт  $K3$ , находящийся в цепи катушки второго контактора ускорения  $Y2$ . Контактор ускорения  $Y2$  срабатывает и своими силовыми контактами замыкает вторую ступень пускового резистора  $R2$ . Одновременно с этим реле времени  $K4$ , пристроенное ко второму контактору ускорения  $Y2$ , начинает отсчитывать время, по истечении которого замкнет свои замыкающие контакты  $K4$ , находящиеся в цепи катушки контактора ускорения  $Y3$ , и замыкает оставшееся сопротивление пускового резистора  $R3$ . На этом пуск двигателя заканчивается, и он работает по естественной механической характеристике. При нажатии на кнопку  $S1$  контакторы ускорения и реле выдержки времени приходят в исходное положение.

**Схема управления пуском трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором в функции частоты вращения.** При таких схемах управления к валу двигателя присоединено реле частоты вращения  $K2$  с контактами  $K2$ , которые замыкаются при определенной частоте вращения (рис. 97). При нажатии на кнопку  $S2$  ток проходит

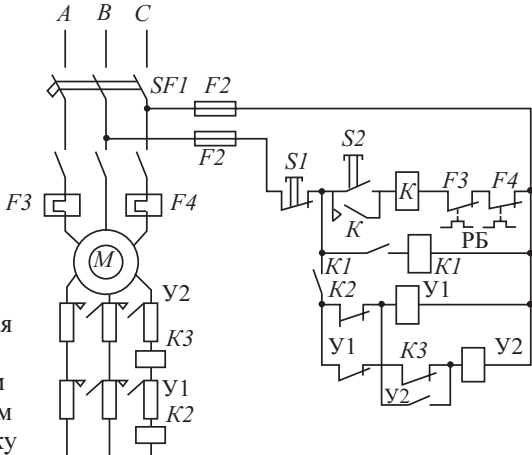
по катушке пускателя *K*, который, в свою очередь, при помощи двух контакторов вспомогательной цепи шунтирует кнопку *S2* и присоединяет катушку реле блокировки *K1* к сети. Реле блокировки замыкает свои контакты и подготавливает схему для дальнейшей работы. При пуске двигателя в цепи обмотки ротора включено все сопротивление пускового резистора. Через некоторый промежуток времени при достижении определенной частоты вращения замыкаются контакты *K2*, по катушке контактора ускорения *У* протекает ток и силовые контакты *У* закорачивают пусковой резистор. Контакт вспомогательной цепи контактора *У* шунтирует контакты реле частоты вращения *K2*.

**Схема управления пуском трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором в функции тока.** На рис. 98 приведена электрическая схема управления двигателем, имеющим пусковой резистор с двумя ступенями сопротивления. При нажатии кнопки *S2* контактор *K* присоединяет двигатель к сети, одновременно с этим включаются

**Рис. 97.** Принципиальная схема автоматического управления трехфазным асинхронным двигателем с фазным ротором по частоте вращения



**Рис. 98.** Принципиальная схема автоматического управления трехфазным асинхронным двигателем с фазным ротором по току

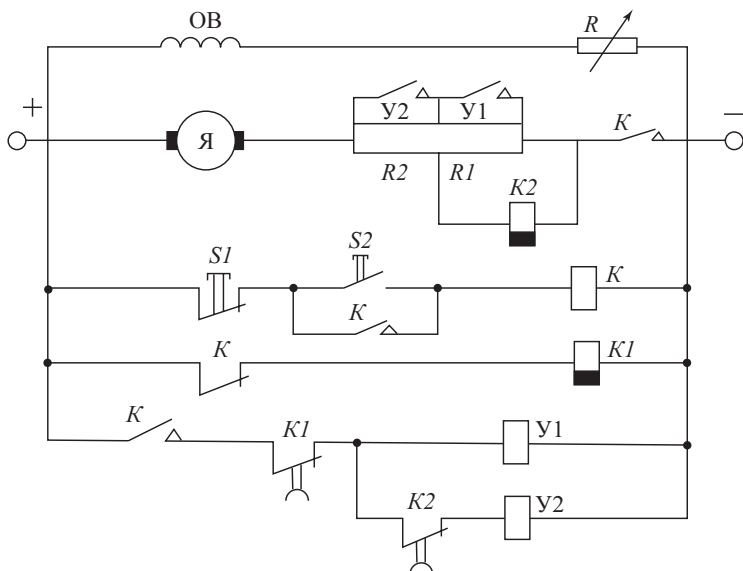


два контакта вспомогательной цепи: один шунтирует пусковую кнопку, другой присоединяет к сети реле блокировки  $K1$ . При пуске двигателя в цепи ротора включено все сопротивление пускового резистора. По мере разбега двигателя сила тока в обмотке ротора уменьшается и токовое реле ускорения  $K2$  отпадает, замыкая свои контакты  $K2$  в цепи катушки первого контактора ускорения  $У1$ . В результате этого срабатывает контактор  $У1$  и замыкает свои силовые контакторы  $У1$  в цепи обмотки ротора, замыкая первую ступень пускового резистора. Пусковой ток возрастает. При дальнейшем нарастании частоты вращения и уменьшении пускового тока срабатывает реле ускорения  $У2$ , что приводит к замыканию второй ступени резистора. После этого двигатель работает на естественной механической характеристике.

## **2. Типовые схемы управления приводами с двигателями постоянного тока**

**Схема управления двигателем постоянного тока параллельного возбуждения в функции времени.** При нажатии кнопки  $S2$  по катушке контактора  $K$  протекает ток, вызывая срабатывание контакта  $K$  (рис. 99). Замыкающие контакты контактора  $K$  в цепи якоря, в цепи катушки  $K$ , шунтирующие кнопку  $S2$ , и в цепи катушек контакторов ускорения  $У1$  и  $У2$  замыкаются, а размыкающий контакт  $K$  в цепи реле ускорения  $K1$  размыкается. По обмотке якоря ( $Я$ ) и через две ступени пускового резистора, включенные последовательно, протекает пусковой ток. Двигатель начинает вращаться, постепенно увеличивая частоту вращения вала. Размыкающий контакт реле ускорения  $K1$  с выдержкой времени замыкается и подает питание на катушку контактора  $У1$ . Контакты  $У1$  замыкают часть пускового сопротивления (первую ступень  $R1$ ), в результате чего ток возрастает, двигатель получает нужное ускорение и автоматический пуск продолжается.

Одновременно с этим катушка реле ускорения  $K2$  оказывается замкнутой накоротко, ее питание током прекращается, и размыкающий контакт реле ускорения  $K2$  в цепи катушки контактора ускорения  $У2$ , который был до этого разомкнут, замыкается с необходимой выдержкой времени. Замыкание контакта  $K2$  вызывает включение контактора ускорения  $У2$ , который своими силовыми контактами замыкает вторую ступень пускового резистора. Пуск двигателя заканчивается, и он работает на естественной механической характеристике. Для остановки двигателя нажимают на кнопку  $S1$ , в результате чего катушка контактора  $K$  обесточивается и двигатель останавливается. Вся схема приходит в исходное положение, и двигатель подготовлен к пуску.

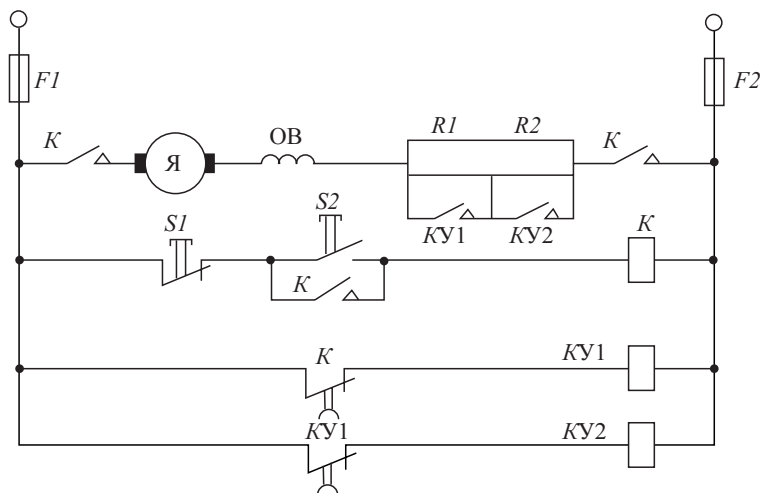


**Рис. 99.** Принципиальная схема пуска двигателя постоянного тока параллельного возбуждения по времени

**Схема управления двигателем постоянного тока последовательного возбуждения в функции времени.** В главной цепи якоря электродвигателя находятся силовые контакты контактора  $K$ , последовательная обмотка возбуждения  $ОВ$ , пусковой резистор и предохранители. При нажатии кнопки  $S2$  по катушке контактора  $K$  потечет ток, вследствие чего замкнутся силовые контакты  $K$  (рис. 100). В контактор  $K$  встроено реле выдержки времени, под действием которого по истечении определенного периода времени замкнется контакт  $K$  в цепи катушки первого контактора ускорения  $KУ1$ .

Силовые контакты контактора  $KУ1$  замкнут часть пускового резистора в цепи двигателя  $R1$ , затем через некоторый промежуток времени под действием встроенного в контактор ускорения  $KУ1$  реле выдержки времени замкнутся контакты  $KУ1$  в цепи катушки второго контактора ускорения  $KУ2$ . Силовые контакты  $KУ2$  замкнут оставшееся пусковое сопротивление  $R2$  в цепи двигателя. Далее двигатель будет работать на естественной механической характеристике.

Управление двигателем по времени отличается высокой надежностью. Схема действует безотказно как при изменении напряжения, так и при изменении нагрузки.



**Рис. 100.** Принципиальная схема управления пуском двигателя постоянного тока последовательного возбуждения по времени:  $F1$  и  $F2$  – предохранители;  $Я$  – якорь двигателя;  $ОВ$  – последовательная обмотка возбуждения;  $K$  – контактор линейный;  $КУ1$  и  $КУ2$  – контакторы ускорения;  $R1$  и  $R2$  – сопротивления пускового резистора;  $S2$  и  $S1$  – кнопки «Пуск» и «Стоп»

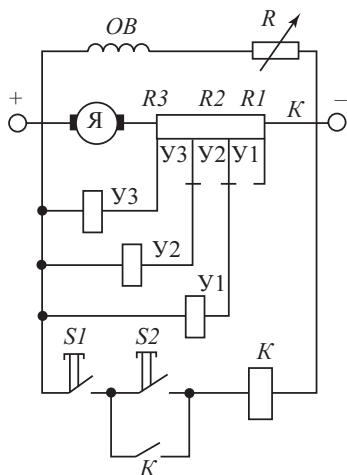
**Схема управления двигателем постоянного тока параллельного возбуждения в функции частоты вращения.** На рис. 101 приведена схема пуска двигателя при пусковом резисторе из трех ступеней сопротивления. Каждое из сопротивлений замыкается своим контактором ускорения. При нажатии на кнопку  $S2$  срабатывает контактор  $K$  и пусковой ток последовательно протекает через три ступени сопротивления  $R1$ ,  $R2$ ,  $R3$  и обмотку якоря. По мере нарастания частоты вращения вала двигателя ЭДС на зажимах якоря возрастает и при определенной частоте вращения напряжение на катушке контактора  $У1$  достигает значения, при котором контактор  $У1$  срабатывает, а его контакты  $У1$  закорачивают первую ступень резистора сопротивления  $R1$ .

Контакты ускорения  $У2$  и  $У3$  при напряжении, имеющемся на их зажимах, в это мгновение времени еще не срабатывают. При дальнейшем разбеге двигателя ЭДС на его якоря возрастает и вызывает последовательное срабатывание контакторов ускорения  $У2$ ,  $У3$ , контакты которых замыкают вторую и третью ступени пусковых резисторов  $R2$  и  $R3$ .

Пуск двигателя заканчивается, и он работает по естественной механической характеристике.

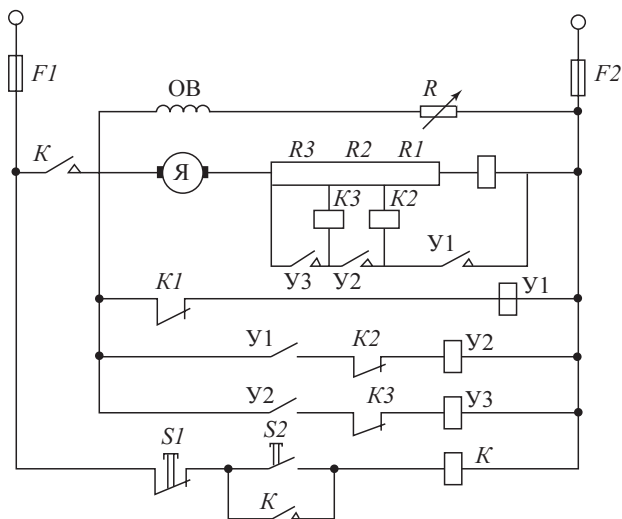


**Схема управления двигателем постоянного тока параллельного возбуждения в функции тока.** В схеме предусмотрены три ступени пускового резистора (рис. 102). При нажатии на кнопку  $S2$  замыкается цепь: катушка контактора  $K$ , силовой контакт  $K$ , обмотка якоря, пусковые сопротивления резистора  $R1$ ,  $R2$ ,  $R3$  и катушка токового реле ускорения  $K1$ . В цепи обмотки возбуждения  $OB$  находится регулируемый



**Рис. 101.** Принципиальная схема пуска двигателя постоянного тока параллельного возбуждения по частоте вращения (по ЭДС, которая пропорциональна частоте вращения):

$OB$  – параллельная обмотка возбуждения;  $K$  – регулировочный резистор в цепи возбуждения;  $Я$  – якорь двигателя;  $Y1$ ,  $Y2$  и  $Y3$  – контакты ускорения;  $K$  – линейный контактор;  $R1$ ,  $R2$  и  $R3$  – сопротивление пускового резистора;  $S2$  – кнопка «Пуск»;  $S1$  – кнопка «Стоп»



**Рис. 102.** Принципиальная схема пуска двигателя постоянного тока параллельного возбуждения по току

резистор  $R$ . С увеличением частоты вращения двигателя ток в якоре уменьшается, и при достижении минимального установленного значения реле ускорения  $K1$  отпадает, замыкая цепь катушки контактора ускорения  $У1$ . Силовые контакты контактора  $У1$  замыкают первую ступень пускового резистора  $R1$ , а его вспомогательные контакты  $У1$  в цепи катушки контактора  $У2$  замыкаются. Но контактор  $У2$  не включается, так как раньше чем замкнулись контакты  $У1$ , разомкнулись контакты токового реле ускорения  $K2$ , через катушку которого теперь проходит пусковой ток двигателя. По мере увеличения частоты вращения вала двигателя сила тока в якоре уменьшается и реле  $K2$  отпадает. Срабатывает контактор  $У2$  и замыкает вторую ступень пускового резистора  $R2$ . Аналогично срабатывает контактор  $У3$ , замыкая третью, последнюю ступень пускового резистора  $R3$ . Пуск двигателя завершается, и он выходит на естественную механическую характеристику.

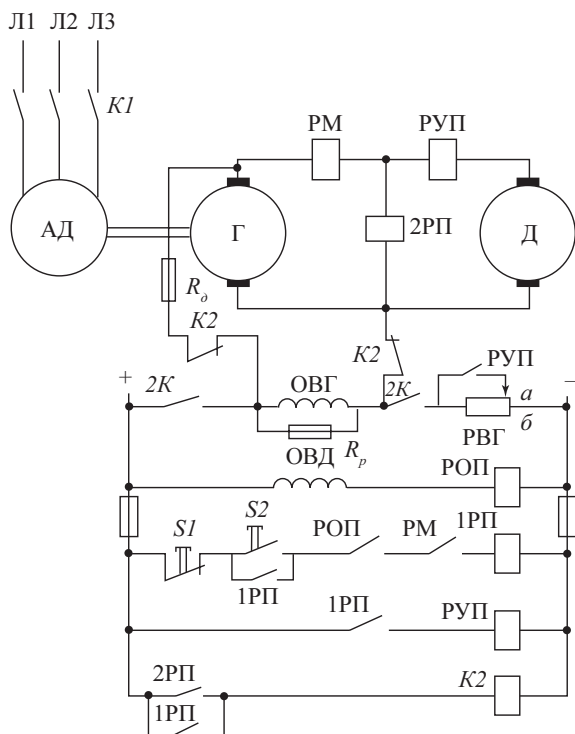
**Схема управления двигателем постоянного тока, работающим в системе генератор–двигатель** (рис. 103). Рассматриваемая схема обеспечивает работу двигателя для одного направления вращения и позволяет производить торможение в режиме генераторного торможения с отдачей энергии в сеть при остановке привода.

Пуск двигателя начинается с подключения цепи управления к источнику постоянного тока. Вследствие подачи питания к цепи управления реле РОП срабатывает и закрывает свои замыкающие контакты в цепи кнопки  $S2$ . Далее включается приводной двигатель АД генератора Г. Для включения рабочего двигателя Д нажимают на кнопку  $S2$ . При нажатии на эту кнопку замыкается цепь, в которой находятся реле 1РП, контакт РМ, контакт реле РОП и кнопка  $S1$ .

Обмотка контактора  $K2$  включается автоматически (поскольку обмотка реле 1РП замкнет свой контакт в цепи катушки  $K2$ ), в результате чего включаются и контакты контактора  $K2$ . Одновременно под напряжением окажется обмотка реле РУП.

Контактор  $K2$  подключает обмотку возбуждения генератора ОВГ к источнику постоянного тока. По обмотке ОВГ потечет ток, а на зажимах генератора появится ЭДС. В цепи якорей двигателя и генератора будет проходить ток. Двигатель разгоняется до частоты вращения, обусловленной положением движка реостата РВГ, регулирующего величину тока возбуждения генератора.

Реле РУП имеет две обмотки: одну – последовательную, включенную в цепь якоря двигателя, и другую – параллельную, подключенную к источнику постоянного тока. Намагничивающие силы, создаваемые этими обмотками, направлены встречно. Пока ток в цепи якоря не превосходит допустимого значения, якорь реле удерживается за счет действия параллельной обмотки; при этом замыкающие контакты реле



**Рис. 103.** Схема управления двигателем постоянного тока в системе (Г–Д)

замкнуты и в цепи ОВГ включена только часть сопротивления РВГ, заключенная между точками *a* и *б*. Если ток якоря превосходит допустимое значение, то намагничивающая сила последовательной обмотки нейтрализует намагничивающую силу параллельной обмотки и якорь реле отпадает. Замыкающие контакты реле РУП размыкаются, в цепь обмотки возбуждения вводится все сопротивление реостата РВГ. В результате этого уменьшается темп нарастания ЭДС генератора, дальнейшее увеличение тока якоря предотвращается.

Для остановки двигателя нажимают на кнопку *S1*. При этом параллельная катушка реле РУП теряет питание. Контакты реле размыкаются, и в обмотку возбуждения генератора вводится все сопротивление РВГ. Поскольку обмотка возбуждения остается включенной (питание катушки контактора *K2* осуществляется в этом случае через контакты реле 2РП), ток в ней начинает убывать. Электродвижущая сила генератора уменьшается, и когда она окажется меньше ЭДС двигателя, возникает режим генераторного торможения с отда-

чей энергии в сеть. Двигатель начнет останавливаться. При снижении напряжения генератора до определенного значения отпадает якорь реле ЗРП. Его замыкающие контакты отключают обмотку контактора  $K2$ , что приводит к тому, что замыкающие контакты  $K2$  отключают ОВГ от сети постоянного тока, а размыкающие замыкаются и подсоединяют эту обмотку к якорю генератора. Вследствие изменения полярности напряжения на обмотке ОВГ ток возбуждения и ЭДС генератора уменьшаются до нуля и двигатель останавливается.

Ограничение тока якоря в допустимых пределах при торможении осуществляет реле РУП. При опасных значениях тока это реле срабатывает и своими замыкающими контактами в цепи обмотки возбуждения генератора замыкает накоротко часть сопротивления РВГ.

Разрядный резистор  $R_d$  предохраняет обмотку возбуждения от перенапряжений в момент ее отключения. Реле максимального тока РМ отключает двигатель при возникновении в цепи якоря токов короткого замыкания.

Раздел второй

**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ.  
КАК ОБРАЩАТЬСЯ С КВАРТИРНОЙ  
ЭЛЕКТРОПРОВОДКОЙ**

---

Надежность работы систем инженерного оборудования жилых домов зависит от численности обслуживающего персонала. В настоящее время на каждую тысячу квадратных метров введенной в эксплуатацию жилой площади штат обслуживающего персонала увеличивается примерно на 2 чел. Решение этой проблемы может быть достигнуто внедрением новых прогрессивных форм эксплуатации жилищного фонда, повышением уровня механизации и автоматизации, разработкой научно обоснованной системы планово-предупредительных ремонтов, направленных на повышение надежности всех элементов здания, в том числе и систем электроснабжения. В современных условиях это особенно важно, так как надежная работа систем электроснабжения позволяет снизить потери напряжения и мощности, способствуя рациональному расходу электроэнергии.

Глава 1

**ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ  
СИСТЕМ ВНУТРИДОВОМОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Любая электроэнергетическая система должна обеспечить надежное электроснабжение потребителей. Надежность, в свою очередь, определяется качеством оборудования и уровнем эксплуатации системы. Однако даже при хорошем качестве оборудования и высоком уровне эксплуатации отказы (перерывы) в электроснабжении неизбежны из-за объективных причин, и прежде всего из-за того, что в условиях эксплуатации оборудование может подвергаться нерасчетным воздействиям, учет которых при проектировании и строительстве потребовал бы введения неоправданно больших дополнительных капиталовложений.

Электроснабжающая система должна проектироваться таким образом, чтобы при ограниченной (конечной) надежности ее элемен-

тов обеспечивалась оптимальная степень надежности электроснабжения. Оптимизация надежности систем на всех этапах производства, передачи и распределения электрической энергии обеспечит значительный экономический эффект. Снижение же степени оптимизации приведет к неоправданно большому ущербу от перерывов и ограничения электроснабжения потребителей.

Сети внутридомового электроснабжения (СВЭ) являются завершающей частью общей системы передачи и распределения электрической энергии, поэтому к элементам СВЭ, так же как и к элементам внешних систем электроснабжения, должны предъявляться требования, направленные на повышение их надежности в процессе эксплуатации.

При оценке надежности сети или ее отдельных элементов следует четко разграничить элементы однократного и многократного действий. Элементы однократного действия (например плавкие вставки предохранителей, источники света) после отказа заменяют новыми. В изделиях многократного действия (например автоматических выключателях) работоспособность восстанавливается.

## **1. Категории городских потребителей**

Действующий нормативный документ «Указания по проектированию городских электрических сетей» (ВСН 97-75) устанавливает три категории электроприемников по надежности электроснабжения.

**К I категории** относят электроприемники, перерыв в электроснабжении которых влечет за собой опасность для жизни людей и нарушение работы особо важных элементов городского хозяйства: комплексы электроприемников лечебных учреждений, от бесперебойной работы которых непосредственно зависит жизнь больного (операционные помещения, отделения неотложной помощи, помещения анестезиологии и реанимация); междугородные и международные телефонные станции, городские АТС общего пользования; радио- и телевизионные станции, ретрансляторы, центральные и опорные усилительные станции радиотрансляционных сетей; городской главный телеграф и почтамт; сетевые и подпиточные насосы котельных с паровыми котлами давлением более 0,7 кгс/см<sup>2</sup> и водогрейными котлами с температурой теплоносителя более 115 °С; главные и районные водопроводные насосные станции, а также канализационные насосные станции, не имеющие аварийного выпуска; электродвигатели и другие электроприемники противопожарных устройств, аварийное освещение, система охранной сигнализации и

лифты общественных зданий и гостиниц высотой более 16 этажей, гостиниц вместимостью более 1 000 мест при любом числе этажей, а также библиотек на 1 млн единиц хранения и более; аварийное освещение (для эвакуации) магазинов с торговыми залами при общей площади более 1 800 м<sup>2</sup>, крытых зрелищных и спортивных предприятий при вместимости более 800 мест в зрительном зале, предприятий общественного питания с числом мест в зале свыше 500, учреждений просвещения с числом учащихся свыше 1 000 в смену; городской электротранспорт; диспетчерские пункты городской электросети и сети уличного освещения.

Электроприемники I категории обеспечиваются электроэнергией от двух независимых источников питания, и перерыв в их электроснабжении может быть допущен только на время автоматического включения резервного питания. При этом в качестве второго независимого источника могут быть использованы автономные источники питания, а также резервные связи напряжением 0,4 кВ от ближайшего узла сети, связанного с другим независимым источником. В большинстве случаев (при отсутствии автономных источников питания) электропитание приемников I категории осуществляют по многолучевой схеме с АВР непосредственно на вводе 0,4 кВ электроприемника. Возможно питание электроприемников I категории от разных ТП, связанных разными распределительными линиями 10 (6) кВ, присоединенными к независимым источникам, при обеспечении необходимых резервов в пропускной способности элементов системы с учетом нагрузки электроприемников I категории.

К электроприемникам **II категории** относят приемники, перерыв в электроснабжении которых связан с нарушением нормальной деятельности значительного количества городских жителей: жилые здания и общежития, оборудованные электроплитами (за исключением зданий в один и два этажа); жилые дома в шесть этажей и выше с газовыми плитами; административно-общественные здания; детские и учебные заведения; медицинские учреждения, аптеки; крытые зрелищные и спортивные предприятия с числом мест в зале 200–800; открытые спортивные сооружения с искусственным освещением, имеющие 20 рядов мест для зрителей и более; предприятия общественного питания с числом посадочных мест 100–500; магазины с торговыми залами при общей площади 220–1 800 м<sup>2</sup>; почтовые отделения с узлами междугородной связи; предприятия по обслуживанию городского транспорта; бани; дома бытового обслуживания, хозяйственные блоки ателье на 50 рабочих мест и более; химические чистки и прачечные при производительности

свыше 400 кг белья или одежды в смену; котельные с паровыми котлами давлением до 0,7 кгс/см<sup>2</sup> и водогрейными котлами с температурой теплоносителя менее 115 °С; вспомогательные водопроводные и канализационные насосные станции, подкачивающие насосные станции; городской и крупные районные рынки; гостиницы и общежития, учреждения отдыха на 200 чел. и более; центральные тепловые пункты и бойлерные микрорайонов; диспетчерские пункты жилых районов и микрорайонов.

Для электроприемников II категории допускают перерывы в электроснабжении на время, необходимое для включения резервных сетевых элементов дежурным персоналом или выездной оперативной бригадой. Основным принципом построения распределительной сети для электроприемников II категории является сочетание петлевых резервируемых линий 10(6) кВ для двустороннего питания каждой ТП и петлевых резервируемых линий 0,4 кВ для питания потребителей. Петлевые линии 0,4 кВ могут опираться на одну или разные ТП.

К электроприемникам III категории относят всех потребителей, которые не входят в перечень потребителей I и II категорий. Для них не требуется резервирования электропитания, и перерывы в электроснабжении определяют временем, необходимым для подачи временного питания, ремонта или замены вышедшего из строя элемента (трансформатора, кабеля и т.д.) системы электроснабжения. Однако время перерыва электропитания не должно быть более 24 ч.

## **2. Основные потребители электроэнергии в жилых зданиях**

Жилые дома являются крупными потребителями электроэнергии коммунально-бытового сектора. В них ежегодно расходуется в среднем на 1 чел. 450 кВт·ч, в том числе 330 кВт·ч внутри квартиры на освещение и бытовые приборы различного назначения и 120 кВт·ч – в установках инженерного оборудования и освещения общедомовых помещений. Внутриквартирное электропотребление из года в год увеличивается, что связано с выпуском новых бытовых приборов.

При освещении помещений (технических подполий, подвалов, чердаков, колясочных, кладовых, машинных помещений лифтов и т. п.) применяют только лампы накаливания. Освещенность от общего освещения в помещениях жилых зданий должна приниматься в соответствии с СН 544–82 не менее значений, указанных в табл. 55.



**Наименьшая освещенность в помещениях жилых зданий  
от общего освещения**

Помещения	Наименьшая освещенность, лк, при лампах		Поверхности, к которым относится освещенность
	люминесцентных	накаливания	
Жилые комнаты и кухни в кварти- рах	100	5,0	0,8 м от пола
Санитарные узлы в квартирах	50	20	То же
Лестницы	50	10	Площадки и ступени лестниц
Вестибюли, лиф- товые холлы	75	30	Пол
Тепловой пункт, насосная и др.	—	30	То же
Хозяйственные, кладовые, подпо- лье, чердаки	—	10	» »

Для освещения квартир применяют светильники общего освещения, размещенные на потолке, реже на стене, и местного освещения (напольные и настольные, бра). Сочетание общего и местного освещения позволяет значительно снизить установленную мощность и расход электроэнергии на освещение.

## Глава 2

### **КВАРТИРНАЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДКА И КАК С НЕЙ ОБРАЩАТЬСЯ**

В связи с изменениями, вызванными уточнением электротехнических правил, совершенствованием видов электропроводок, появлением новых типов ламп, светильников, бытовых электроприборов расширены сведения об индустриальных способах выполнения электропроводок в жилых домах. И хотя эти электропроводки скрытые, и выполнять их могут только специалисты при строительстве домов

или при ремонте, связанном с окраской потолков и оклейкой стен новыми обоями, основные сведения об этих электропроводках полезны не только электромонтерам, но и широкому кругу читателей. Дело в том, что не зная, как и в каких местах выполнена скрытая проводка, и не зная, что должно быть в ней изолировано и что заземлено, можно неумелыми действиями не только испортить проводку, например, забить гвоздь в провода (это еще полбеды), но и сделать ее опасной. При строительстве новых домов в жилых помещениях в городах открытые проводки больше не применяют. Тем не менее, их описание сохранено, так как открытые проводки существуют в огромном количестве старых домов в городах, поселках и сельской местности. Кроме того, при повреждении проводников, проложенных скрыто, поврежденный участок приходится обойти открыто проложенным проводом.

В книге описаны далеко не все бытовые электроприборы, электроустановочные устройства и светильники. Даны лишь типичные примеры, но они рассмотрены настолько подробно, что каждый самостоятельно сможет в них разобраться.

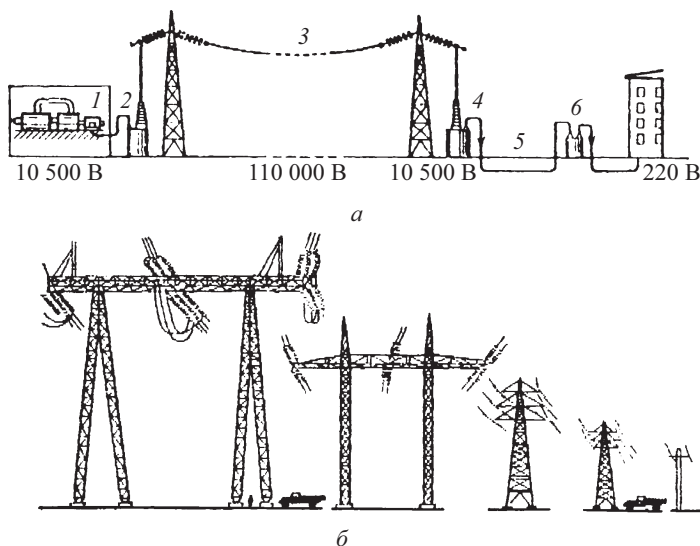
Во многих домах, особенно старых, проводка не рассчитывалась на столь большое применение электричества в быту. А так как заменить имеющиеся приборы и переделать существующие проводки нельзя, нужно подробнее рассказать о том, какие вполне посильные и простые меры надо принимать каждому, чтобы не подвергать ни себя, ни окружающих опасности.

## **1. От электростанции до нашего дома**

Мы привыкли к тому, что наши квартиры электрифицированы, и порою не задумываемся над тем, откуда берется электроэнергия и много ли мы ее расходует.

А между тем электрические лампы, телевизоры, электропечи, холодильники и другие приборы (иначе электроприемники) представляют для электростанций нагрузку. Это значит, что их включение и отключение не проходит для электростанций бесследно: чем больше электроприемников включено, тем большая работа должна быть произведена, чтобы выработать необходимое количество энергии. Об объеме этой работы можно судить, например, по суммарной мощности телевизоров: в больших городах она исчисляется десятками и даже сотнями тысяч киловатт. Годовой расход электроэнергии на освещение оценивается миллиардами киловатт-часов. Ежегодный выпуск бытовых электроприборов исчисляется миллионами штук.

Какими путями электроэнергия поступает к потребителям? На пути от электростанции к потребителям электроэнергия претерпевает изменения: она трансформируется с одного напряжения на другое. Пример трансформации для небольшого участка энергосистемы показан на рис. 104, а.



**Рис. 104.** Передача электроэнергии:

*а* – пример трансформации: 1 – генератор; 2 – повышающий трансформатор; 3 – линия электропередачи; 4 – районная подстанция; 5 – подземный кабель; 6 – понижающий трансформатор; *б* – опоры воздушных линий разных напряжений

Сначала напряжение, например 10 500 В, получаемое от генератора 1, повышается трансформатором 2, и при напряжении 110 000 В идет передача по линии 3 на расстояние 100–150 км. Затем на районной подстанции 4 напряжение снижается до 10 500 В и по подземному кабелю 5 поступает на трансформаторную подстанцию, находящуюся в нескольких сотнях метров от потребителей. На этой подстанции трансформатор 6 так понижает напряжение, чтобы в квартирах было 127 или 220 В.

Каждому напряжению соответствуют определенные способы выполнения электропроводки. Это объясняется тем, что чем напряжение выше, тем изолировать провода труднее. Например, в квартирах, где напряжение не выше 220 В, проводку выполняют шнуром или проводами в резиновой или пластмассовой изоляции. Эти провода просты по устройству и дешевы. Несравненно дороже и слож-

нее устроен кабель, проложенный между трансформаторами подстанции 4 и трансформатором 6.

Зачем применяют высокое напряжение? Решить вопрос о том, сколько раз и как нужно трансформировать, – дело сложное, оно требует специальных знаний. Но существо дела легко понять на простом примере.

Допустим, что с электростанции в город, находящийся от нее на расстоянии 100 км, нужно передавать по одной линии 30 000 кВт. Из-за того, что провода линии имеют электрическое сопротивление, ток их нагревает. А так как это тепло рассеивается и не может быть использовано, энергия, затрачиваемая на нагревание, представляет собой потери.

Свести потери к нулю невозможно – проводов без сопротивления не бывает. Но ограничить потери необходимо. Поэтому допустимые потери нормируют, т. е. при расчете проводов линии и выборе ее напряжения исходят из того, чтобы потери не превышали, например, 10 % полезной мощности, передаваемой по линии. В нашем примере это  $0,1 \cdot 30\,000 = 3\,000$  кВт.

Если не применять трансформацию, т. е. передавать электроэнергию при напряжении 220 В, то для снижения потерь до заданного значения сечение проводов пришлось бы увеличить примерно до 10 м<sup>2</sup>. Диаметр такого «провода» превышал бы 3 м, а масса в полете составляла бы сотни тонн.

Применяя трансформацию, т. е. повышая напряжение в линии, а затем снижая его вблизи расположения потребителей, пользуются другим способом снижения потерь: уменьшают ток в линии. Этот способ весьма эффективен, так как потери пропорциональны квадрату силы тока. Действительно, при повышении напряжения вдвое ток снижается вдвое, а потери уменьшаются в 4 раза. Если напряжение повысить в 100 раз, ток уменьшится в 100 раз, а потери в 100<sup>2</sup>, т. е. в 10 000 раз.

В качестве иллюстрации эффективности повышения напряжения укажем, что по линии электропередачи трехфазного переменного тока напряжением 500 кВ передают 1 000 000 кВт на 1 000 км.

**Ввод в дом.** Итак, на подстанции вблизи нашего дома установлен трансформатор. От него через вводно-распределительное устройство в разные помещения расходится сеть проводов и кабелей. По ним электроэнергия передается электродвигателям вентиляторов; электродвигателям насосов при централизованном теплоснабжении от ТЭЦ и для подъема воды на верхние этажи; для общего освещения территории двора и лестничных клеток; для питания трансляци-

онных узлов радио- и телевизионной сети; наконец, по каждой лестничной клетке проходит так называемый стояк – магистральные провода, от которых сделаны ответвления в квартиры. С этих проводов и начнется подробное рассмотрение устройства квартирной электросети и ее обслуживания.

## Глава 3

### **МОНТАЖ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЖИЛЫХ ДОМОВ**

#### **1. Включение ламп, звонков, телевизоров, радиоприемников и бытовых электроприборов**

Квартирная электросеть питает не только лампы и звонок от входной двери, но и ряд самых разнообразных электрических бытовых приборов: плитки, плиты, отражательные печи, камины и грелки, стиральные машины и утюги, универсальные кухонные приборы, приводы к швейным машинам, радиоприемники, проигрыватели, телевизоры, электрические бритвы, приборы для сушки, щипцы для завивки волос и т. п.

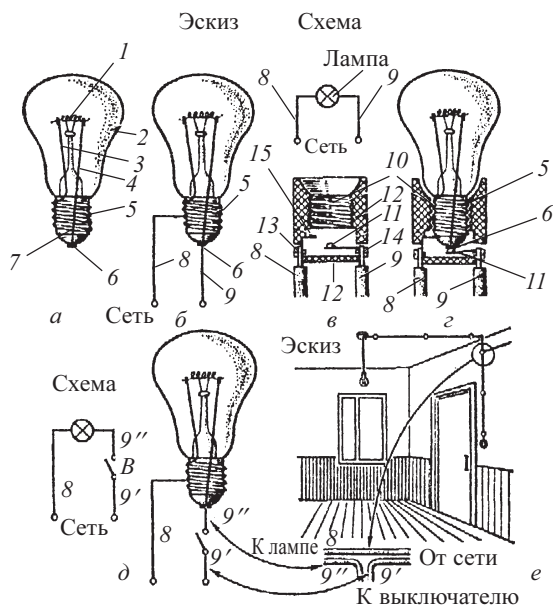
Чтобы правильно выполнить электропроводку и безопасно ею пользоваться, нужно знать:

- 1) по каким схемам лампы и приборы включаются в сеть;
- 2) для какого рода тока – постоянного или переменного – они предназначены;
- 3) какое напряжение требуется для включения ламп и работы приборов;
- 4) какова их мощность.

Рассмотрим схемы включения на примере ламп накаливания.

Лампа накаливания (рис. 105, а) светится потому, что нить 1 из тугоплавкой вольфрамовой проволоки раскаляется проходящим через нее током. Чтобы спираль не перегорела, из стеклянного баллона 2 выкачан воздух либо баллон заполнен инертным газом. Спираль укреплена на электродах 3 и 4. Один из них припаян к металлической гильзе 5 – цоколю, другой – к металлической контактной пластине 6. Их разделяет изоляция 7.

Чтобы лампа светила, надо через ее нить пропустить ток. С этой целью один из проводов 8 присоединяют к гильзе, а другой 9 – к контактной пластине, как показано на рис. 105, б. Тогда ток, преодолевая электрическое сопротивление нити, раскаляет ее.



**Рис. 105.** Схема включения лампы накаливания

На рис. 105, б одно и то же изображено дважды – правее эскиза показана схема.

**Патрон.** Лампы время от времени нужно менять. Поэтому их присоединяют к сети не наглухо, а ввинчивают в патроны. Провод 8 с помощью винта 13 присоединен к детали 15, а провод 9 винтом 14 – к центральному контакту 11. Гильза 10, детали 11 и 15 укреплены на изоляции 12 (рис. 105, в). Когда лампу ввинчивают в патрон (рис. 105, г), гильза 5 цоколя лампы ввинчивается в гильзу 10 патрона до соприкосновения с деталью 15 и таким образом оказывается соединенной с проводом 8. Контактная пластина 6 лампы через центральный контакт 11 патрона присоединяется к проводу 9.

**Выключатель.** При включении лампы, как изображено на рис. 105, г, единственный способ погасить лампу – это слегка вывернуть ее из патрона, чтобы между деталями 6 и 11 образовался воздушный зазор. Но это неудобно и опасно. Поэтому в электрические цепи вводят выключатели, которые в отключенном положении как бы рассекают провода. На рис. 105, д выключатель В введен в провод 9 и делит его на части, которые на рис. 105, д обозначены цифрами 9' и 9''.

На рис. 105, е изображена проводка. Ее участок, где провода расходятся на выключатель и лампу, показаны в большем масштабе.

Питание ламп и бытовых электроприборов в современных домах осуществляется от двух проводов четырехпроводной сети, причем один провод фазный, а другой, заземленный, – нулевой. Возникают следующие вопросы:

1. Какой провод – фазный или нулевой (нейтральный) – следует присоединять к гильзе патрона, а какой – к центральному контакту?

2. В какой провод – нулевой или фазный – надо вводить выключатель?

Правила устройства электроустановок дают на эти вопросы исчерпывающие ответы.

1. Если конструкция патрона старая (такие патроны давно не выпускают, но они могут еще находиться в эксплуатации), то к гильзе должен быть присоединен нулевой провод. Это объясняется тем, что в старых патронах гильза всегда присоединена к сети и, следовательно, если к ней присоединить фазный провод, то прикасаться к гильзе (например, при ввертывании лампы) будет опасно. В современных патронах этот недостаток отсутствует, так как пока лампа еще не ввернута (рис. 105, *в*), гильза патрона от сети отсоединена, а когда лампа уже ввернута (рис. 105, *г*), прикоснуться к гильзе невозможно.

2. Однополюсный выключатель (т. е. размыкающий только один провод) должен быть введен в фазный провод. Однако это требование не распространяется на переносные электроприемники и светильники, присоединяемые штепсельным соединением, благодаря тому, что при отключении штепсельной вилки оба провода оказываются отсоединенными. Следовательно, в таких случаях выключатель можно ввести в любой участок электрической цепи; его помещают там, где удобно. В настольной лампе, например, на рис. 106, *а* выключатель находится в ее основании. Выключатели специальной конструкции могут устанавливать и на подвижных проводах, питающих, например, торшеры, настольные лампы, электрогрелки.

**Штепсельное соединение.** Настольные лампы и бытовые электроприборы присоединяют к сети с помощью штепсельных вилок и штепсельных розеток (см. рис. 106, *а*). У вилки к двум металлическим штифтам 1 внутри корпуса 2 из изоляционного материала присоединены провода от лампы (прибора). Другие выступающие из корпуса штепсельной вилки концы штифтов 1 вставляют в гнезда 3 штепсельной розетки. Гнезда утоплены в корпус 4 штепсельной розетки, сделанный из изоляционного материала. Внутри корпуса к гнездам присоединены провода 5 и 6 от сети.

На рис. 106, *б* участок проводки, где сделано ответвление к штепсельной розетке, показан в большем масштабе.

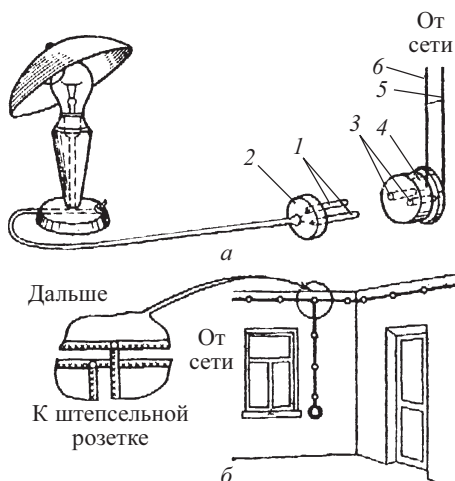


Рис. 106. Штепсельное соединение

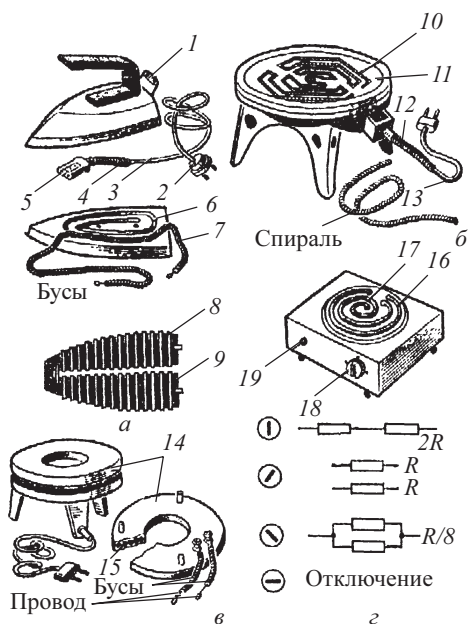


Рис. 107. Распространенные бытовые электроприборы:  
*а* — утюг; *б* — плитка с открытой спиралью;  
*в* — плитка с закрытой спиралью; *г* — схема нагревательного прибора с двумя степенями нагрева и трубчатыми нагревательными элементами

Электронагревательные приборы получили широкое распространение. Примеры исполнения некоторых из них показаны на рис. 107–110 с единственной целью пояснить схемы их включения.

Во всех бытовых электронагревательных приборах нагревается спираль из жаростойкой проволоки или плоской ленты (обычно из нихрома), когда по ней проходит ток.

В утюге (рис. 107, *а*) проволочная спираль 7 заключена в фарфоровые бусы и уложена в пазы 6 подошвы утюга. Концы спирали присоединены к штырькам 1, на которые надевают гнезда приборной розетки 5 съемного шнура 3. В другой конструкции лента 8 намотана на пластину 9 из миканита (склеенные кусочки слюды). Такой нагревательный элемент заключают между двумя электроизолирующими пластинами и кладут на подошву утюга. В современных конструкциях утюгов трубчатый нагреватель несменяемый — он уложен в подошву утюга. В настоящее время простые утюги (см. рис. 107, *а*) применяют редко. Обычно утюги снабжают терморегуляторами, а иногда и увлажнителями.

В плитке (см. рис. 107, *б*) спираль 10 уложена в пазы керамического основания 11. Плитки с открытыми спира-



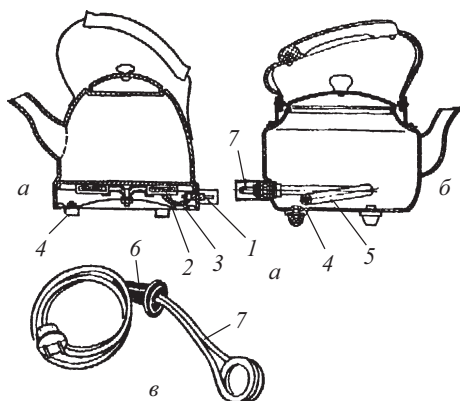
лями еще находятся в эксплуатации, но они далеко не совершенны. К открытой спирали легко прикоснуться, а это опасно, так как спираль находится под напряжением. Кроме того, спираль легко облить, например, кипящим молоком, что значительно сокращает срок ее службы.

В современных плитках одного из исполнений (рис. 107, в) спираль 15 обычно находится в герметически закрытой коробке 14, которая заполнена материалом, который электрически изолирует спираль от металлического корпуса коробки и способствует хорошей теплопроводности. Примерно так же устроены конфорки многих электрических плит. Распространены нагревательные приборы с несколькими степенями нагрева. Схема плитки с тремя степенями нагрева показана на рис. 107, г. У нее есть две спирали (или же одна двухсекционная спираль), которые с помощью переключателя 18 можно либо отключить, либо включить тремя способами: обе спирали включаются последовательно – их сопротивления складываются ( $R + R$ ), ток уменьшается вдвое, а мощность – вчетверо; включается одна спираль ( $R$ ); включаются две спирали, соединенные параллельно ( $R/2$ ), и дают двойную мощность. В плитке на рис. 107, г применены трубчатые нагревательные элементы (ТЭН) 16 и 17. В плитках с трубчатыми нагревательными элементами имеется сигнальная лампочка 19, которая горит, когда плитка включена.

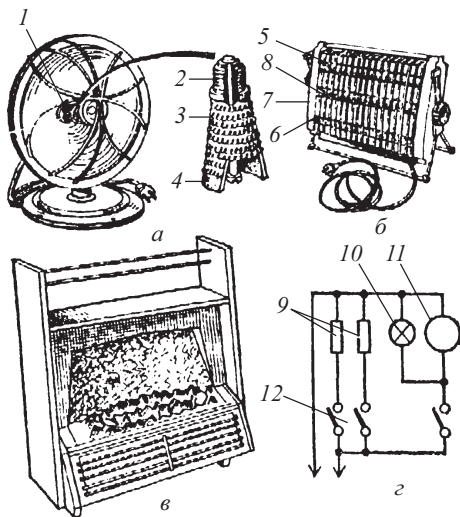
Плитки со ступенчатым регулированием температуры с помощью переключателя вытесняются плитками с бесступенчатым регулированием температуры (примеры даны в приложении). При включении такой плитки сначала ручку регулятора поворачивают до упора, что соответствует наибольшей температуре (мощности). После закипания пищи ручку переводят в промежуточное положение, при котором температура будет автоматически поддерживаться с небольшими колебаниями на определенном уровне.

На рис. 108, а показан электрочайник с герметически закрытым нагревательным элементом 2, выводы от которого на штырьки 1 для присоединения шнура изолированы бусами 3. Чайник имеет теплоизолирующие ножки 4. Внутри чайника на рис. 108, б находится ТЭН 5. В ряде конструкций электрочайников и электросамоваре имеются термоограничители, а также устройства, отключающие электросамовар при выкипании воды.

Кипятильник (рис. 108, в) выполнен из трубчатого нагревателя 7. Включать его можно только тогда, когда он полностью погружен в воду, иначе он перегреется и сгорит. На рукоятке б сделана надпись, например, «1 000 Вт, 220 В, без воды не включать» и т. п.



**Рис. 108.** Приборы для кипячения воды: *а, б* – электрочайники; *в* – погружной кипя- тильник



**Рис. 109.** Отопительные приборы

эффект мерцания тлеющего огня, а на вертикальной стенке – бегающих языков пламени.

Мощность нагревателя можно регулировать, включив либо один, либо два нагревателя. Имитирующее устройство (лампа и электродвигатель) включаются либо отдельно, либо вместе с первым нагревателем.

Из рис. 107–109 ясно видно, что все электронагревательные приборы независимо от их конструкции включаются в сеть с помощью

В электрическом камине (рефлекторе) спираль 3 (рис. 109, *а*) размещена на полем керамическом конусе 4, заканчивающемся цоколем 2, который ввинчен в патрон 1.

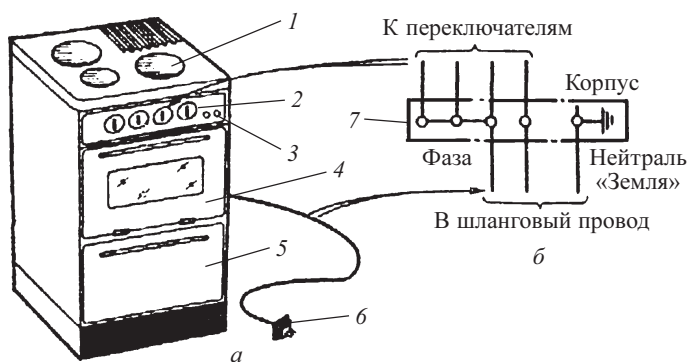
Спирали 5 и 6 мощностью 400 Вт и 600 Вт в электрическом камине (рис. 109, *б*) соответственно заключены в полупрозрачные кварцевые трубки, которые увеличивают долю излучения в обычном тепловом потоке. Спираль имеет отдельные выключатели (на рисунке не видны). Корпус 7 можно поворачивать вокруг его оси 8.

На рис. 109, *в* показан электрический камин, в котором специальное устройство имитирует эффект горящего пламени. На рис. 109, *г* видны два нагревателя 9, клавишные выключатели 12, лампа 10, создающая подсвет, и обмотки низкооборотного электродвигателя 11, приводящего в движение фасонные лопасти. Свет лампы, проходя через щели, образуемые при вращении лопастей, создает на декоративной панели (на ней изображены дрова, уголь)

штепсельных розеток и вилок. Но в одних конструкциях шнур 3 съемный (см. рис. 109, а), с одного конца у него вилка 2, а с другого – гнезда в корпусе 5 из изолирующего материала (иногда гнезда имеют отдельные корпуса). Гнезда надеваются на штырьки 1 (см. рис. 107, а и 108, а), к которым присоединяются концы нагревательной спирали (ленты). В других конструкциях, например на рис. 107, б, шнур 13 присоединен наглухо.

Обратите внимание на то, что у ввода в плитку (см. рис. 107, б) на шнур 13 надета пластмассовая или резиновая трубка 12, а на вводе в приборную розетку 5 (рис. 107, а) надета проволочная пружина 4. Как трубка, так и пружина (применяется и то и другое) предохраняют шнур от сильных перегибов, предотвращая обламывание проводников. Однако проволочные пружины имеются только в устаревших конструкциях, так как проволока сама по себе является проводником электрического тока и, следовательно, при нарушении изоляции провода прикосновение к проволочной пружине опасно.

Кухонная стационарная электрическая плита показана на рис. 110. Каждая конфорка и духовой шкаф имеют несколько ступеней нагрева (обычно шесть), что достигается переключением секций нагревательного элемента в шести сочетаниях.



**Рис. 110.** Стационарная кухонная плита:

*а* – общий вид; *б* – схема включения в сеть однофазного тока; 1 – конфорка; 2 – переключатель для регулировки степени нагрева: три переключателя для трех конфорок, четвертый – для жарочного шкафа; 3 – сигнальные лампы. Одна из них горит, если включена хотя бы одна из конфорок; другая горит, когда включен жарочный шкаф; 4 – жарочный шкаф с застекленным окном, внутри шкафа – осветительная лампа; 5 – выдвижной ящик для сушки посуды; 6 – штепсельная вилка с заземляющим контактом; 7 – щиток с зажимами, расположен на задней стенке плиты и закрыт крышкой

Следует обратить внимание на следующее:

1. Корпус стационарной электрической кухонной плиты должен быть обязательно занулен или заземлен.

Поэтому для присоединения плит выпускают специальные штепсельные разъемы с защитным (заземляющим, зануляющим) контактом.

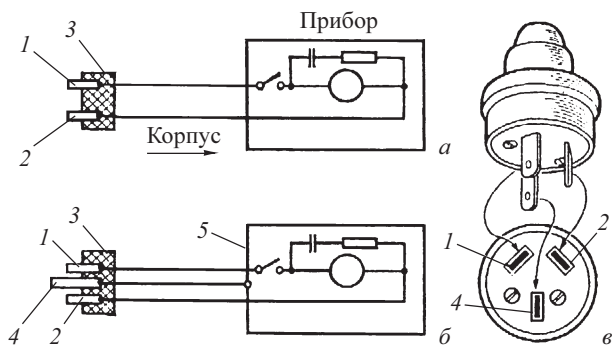
Различие между занулением и заземлением и условия, при которых применяется каждое из них, рассмотрены в этом же параграфе далее. Принцип устройства таких разъемов показан на рис. 111.

2. Нельзя одновременно включать все конфорки и жарочный шкаф, так как это вызовет перегрузку сети и приведет к отключению автомата.

3. Размеры (и мощности) конфорок различны. Нужно пользоваться той из них, диаметр которой примерно равен диаметру кастрюли, сковородки, чайника.

4. Надо оберегать конфорки от влаги.

5. Электрическая плита в отличие от газовой очень инерционна. Это значит, что даже после отключения конфорки остывают медленно. Поэтому при приготовлении пищи нужно через некоторое время переключить конфорку на более низкую ступень нагрева, что избавит пищу от подгорания, бурного кипения и, кроме того, сэкономит электроэнергию.



**Рис. 111.** Присоединение к сети бытовых электроприборов:

*а* – прибор, конструкция которого не предусматривает заземления (зануления) корпуса, присоединяется двумя проводами; *б* – прибор, конструкция которого требует заземления (зануления) корпуса, присоединяется тремя проводами, один из которых является заземляющим (зануляющим); *в* – специальная вилка устроена так, что при ее включении сначала присоединяется заземляющий (зануляющий) провод, а затем рабочие провода. При отключении вилки сначала отсоединяют рабочие провода, затем заземляющий (зануляющий) провод

**Бытовые приборы с электродвигателями.** Многие приборы имеют электродвигатели, причем различных типов. Самые простые по устройству асинхронные двигатели у стиральных машин и компрессионных холодильников «ЗИЛ», «Саратов», «Юрюзань» и т. п. В пылесосах, где требуется большая частота вращения (по ранее существовавшей терминологии – скорость вращения), используют более сложные коллекторные двигатели. У приводов проигрывателей, где диск должен вращаться с частотой 33,5; 45 и 78 об/мин, применяют тихоходные синхронные двигатели либо асинхронные, но с механической передачей.

Электродвигатель привода швейной машины тоже коллекторный, потому что частоту вращения нужно регулировать в широких пределах. Пуск и остановка, а также регулирование частоты вращения нередко выполняют с помощью ножной педали. В ней заключены выключатель и ряд плоских угольных пластин, через которые ток поступает в обмотки двигателя. Чем сильнее давят на педаль, тем плотнее сжимаются пластины, тем меньше электрическое сопротивление между ними и, следовательно, тем больший ток поступает в двигатель: его ротор вращается быстрее. При ослаблении давления на педаль вращение замедляется.

Внутренние соединения электродвигателей значительно сложнее, чем у нагревательных приборов. Кроме того, в некоторых приборах имеются дополнительные элементы, например: у пылесосов – выключатели, у холодильников – пусковые реле и автоматические регуляторы, конденсаторы для подавления помех радиоприема, возникающих при искрении под щетками электродвигателей, и т. п. Но все это относится к внутренним соединениям прибора, выполнено на заводе-изготовителе и не вносит никаких усложнений в схемы присоединения приборов к сети.

**Присоединение бытовых приборов к сети** выполняется с помощью штепсельных розеток и вилок по одной из двух схем, показанных на рис. 111.

Схема на рис. 111, *а* – двухпроводная – применяется в тех случаях, если конструкцией прибора не предусматривается заземление (зануление) его корпуса. Таковы, например, приборы, которые показаны на рис. 107–109. Ими пользуются в сухих отапливаемых помещениях без повышенной опасности.

Схема на рис. 111, *б* – трехпроводная. В ней провода от пластин 1 и 2 вилки 3 являются рабочими, т. е. они присоединяют собственно прибор к сети. Пластина 4 – защитная (заземляющая или зануляющая): провод от нее присоединен к корпусу прибора 5. Схема на рис. 111, *б* применяется только в тех случаях, когда заземление

(зануление) предусмотрено конструкцией прибора. Пример бытового прибора, требующего заземления (зануления) корпуса, рассмотрен ранее (см. рис. 110) – это стационарная кухонная плита.

Обратите внимание на вилку (см. рис. 111, б). Это – специальная вилка. Защитная (заземляющая, зануляющая) пластина 4 у нее длиннее, и пластины расположены так, что вилку в розетку можно включить одним единственным способом.

**Предупреждение.** Заземление (зануление) металлических нетоковедущих корпусов приборов является одной, но далеко не единственной мерой, повышающей безопасность. Однако безопасность при заземлении (занулении) корпуса повышается только в том случае, если оно выполнено правильно. При неправильно выполненном заземлении (занулении) оно из защитной меры может превратиться в источник поражения электрическим током. Поэтому **категорически запрещается:**

1. Придельывать самим заземляющий (зануляющий) провод, если он не предусмотрен конструкцией прибора.

2. Ликвидировать имеющийся в приборе заземляющий (зануляющий) провод.

3. Пересоединять заземляющий (зануляющий) провод с одной пластины (штифта) вилки на другую (другой).

4. Пересоединять (менять местами) провода, подходящие к штепсельной розетке.

5. Объединять один из рабочих проводов с заземляющим (зануляющим).

Выше несколько раз употреблялись термины: зануление и заземление. Назначение у них одно и то же: защитить от поражения электрическим током человека, прикоснувшегося к корпусу электроприбора, если корпус из-за нарушения изоляции оказался под напряжением. Применение же в одних случаях зануления, а в других – заземления определяется системой электропитания.

Так, в сетях с глухозаземленной нейтральной точкой вторичной обмотки трансформатора (что имеет место во всех новых, а также в старых домах, где произведено переключение питания квартир со 127 В на 220 В) применяется зануление, т. е. соединение металлических нетоковедущих частей (корпусов) с глухозаземленной нейтральной точкой.

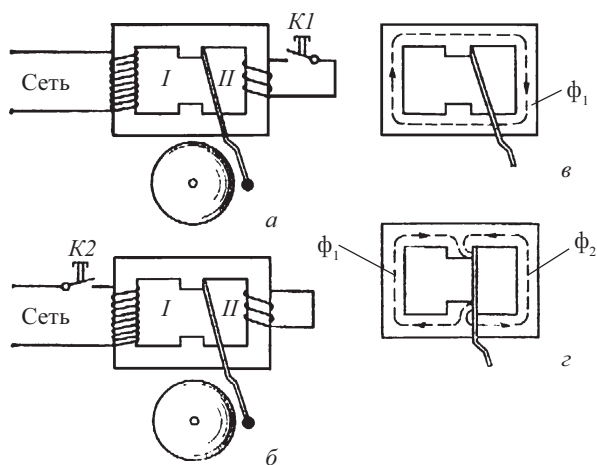
Защитное заземление – это преднамеренное соединение с «землей» или ее эквивалентом; оно применяется в сетях с изолированной нейтралью, например в старых домах с сетями 220/127 В.

Подчеркнем еще раз, что в сухих отапливаемых помещениях с нетокопроводящими полами, например в жилых комнатах квартир,

ни заземление, ни зануление не нужны. Более того, есть приборы с двойной изоляцией, металлические нетокопроводящие части которых заземлять не разрешается.

**Звонки. Принцип работы безыскрового звонка.** Безыскровые звонки включают либо по схеме, приведенной на рис. 112, а, если применена кнопка *K1* на напряжение до 42 В, либо по схеме, приведенной на рис. 112, б, если кнопка *K2* и провода, которыми она присоединена, рассчитаны не менее чем на номинальное напряжение сети.

Во всех остальных случаях, в частности в квартирах, звонки включают по схеме на рис. 112, б. В этой схеме через кнопку, рассчитанную на 250 В, первичная обмотка звонка включается в цепь только на 1–2 с.



**Рис. 112.** Принцип действия безыскрового звонка

При включении по схеме на рис. 112, б до замыкания кнопки магнитного потока в магнитопроводе просто нет, когда же кнопка нажата, совместно действуют магнитные потоки обмоток I и II (рис. 112, з).

Распространены одноударные звонки. При нажатии на кнопку получается только один удар. Чтобы получить несколько ударов, кнопку нужно несколько раз нажать и отпустить.

Применяют звонки с мелодичным звоном, звучащие как мелодия, свист, пение птицы, продолжающиеся после отпускания кнопки еще 2–3 с.

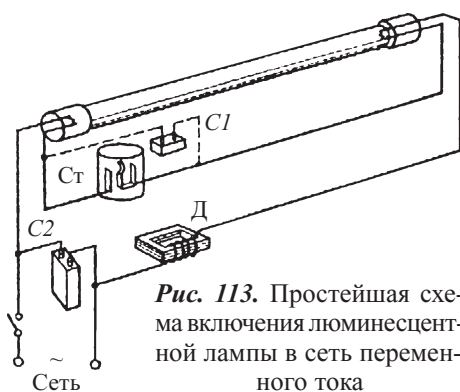
**Номинальное напряжение.** На каждом бытовом электроприборе и электрифицированном инструменте указано номинальное напряжение (220 В, реже 110 или 120), а на лампах накаливания – диапазон напряжений, например, 215–225 В, близких к номинальному.

При номинальном (для ламп накаливания – расчетном) напряжении прибор, лампа, инструмент не только достаточно хорошо работают, но и служат не менее установленного срока службы. При повышении напряжения срок службы уменьшается. При понижении напряжения плитка недостаточно нагревается, а лампа дает тусклый свет.

Все лампы и приборы, работающие в одной квартире, имеют одинаковое номинальное напряжение, В: 220 (110, 120). Это же напряжение принимается за номинальное напряжение сети. Следовательно, в квартиру вводится 220 (110, 120) В.

**Люминесцентные лампы.** В настоящее время люминесцентное освещение (рис. 113) широко применяется в школах, больницах, общественных зданиях, на лестничных клетках современных домов. Иногда жильцы устанавливают светильники с люминесцентными лампами даже в жилых комнатах.

Распространение люминесцентного освещения объясняется тем, что при затрате той же мощности достигается значительно большая



**Рис. 113.** Простейшая схема включения люминесцентной лампы в сеть переменного тока

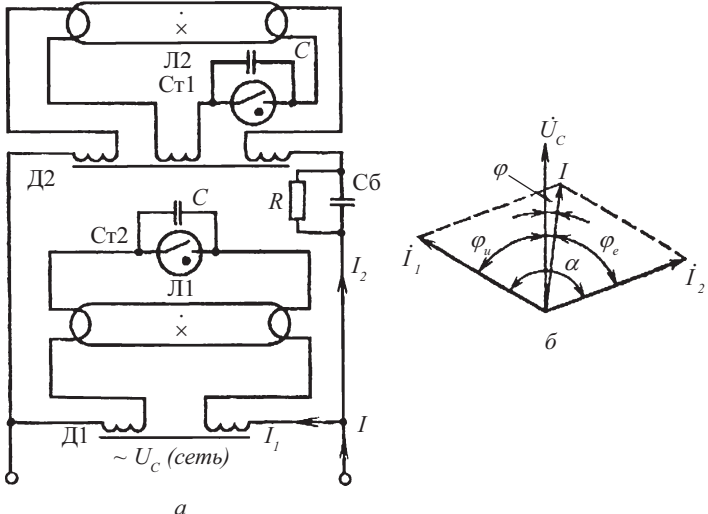
освещенность по сравнению с лампами накаливания; кроме того, правильный выбор ламп по цветности может создать освещение, близкое к естественному. И, наконец, люминесцентные лампы значительно менее чувствительны к повышению напряжения, поэтому их экономично применять на лестничных клетках и в помещениях, освещаемых ночью, когда в сети напряжение повышено.

**Особенности люминесцентного освещения.** Люминесцентная лампа в сети переменного тока зажигается и гаснет 100 раз в секунду, 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. Пусть, например, вращающийся шпиндель токарного станка за время погасания лампы успеет сделать полное число оборотов. Значит, при каждом очередном освещении он будет виден в одном и том же положении, т. е. будет казаться неподвижным. Если же вращающийся предмет за время погасания сделает немного меньше полного оборота, то будет казаться, что вращение происходит в обратную сторону. Это явление



называется стробоскопическим эффектом и чрезвычайно опасно на производстве, в частности в школьных мастерских.

Схема на рис. 114 обеспечивает значительное снижение пульсаций светового потока, уничтожает стробоскопический эффект, повышает коэффициент мощности, уничтожает помехи радиоприема.



**Рис. 114.** Пример включения двух люминесцентных ламп в сеть однофазного переменного тока:

*а* – схема; *б* – векторная диаграмма; Л1, Л2 – лампы; Ст1 и Ст2 – стартеры; C – конденсаторы, встроенные в стартеры, для подавления радиопомех; C<sub>6</sub> – балластный конденсатор; Д1, Д2 – дроссели; R – разрядный резистор; I, I<sub>1</sub> и I<sub>2</sub> – токи; U<sub>с</sub> – напряжение сети; φ<sub>и</sub> – угол сдвига фаз в индуктивной ветви; φ<sub>е</sub> – угол сдвига фаз в емкостной ветви; α – угол сдвига фаз между токами I<sub>1</sub> и I<sub>2</sub> разных ламп; φ – угол сдвига фаз между результирующим током и напряжением сети U<sub>с</sub>; cos φ = 0,92–0,95

Из вышесказанного ясно, что в цепь люминесцентных ламп приходится вводить дроссели, конденсаторы, разрядные резисторы (присоединяются параллельно конденсаторам, чтобы «снять» с них заряд после отключения от сети) и пр. Все эти элементы называют пускорегулирующими аппаратами (ПРА). Однако аппарат, называемый ПРА, содержит обычно только дроссели и трансформаторы. Конденсаторы входят в комплект ПРА, но монтируются рядом.

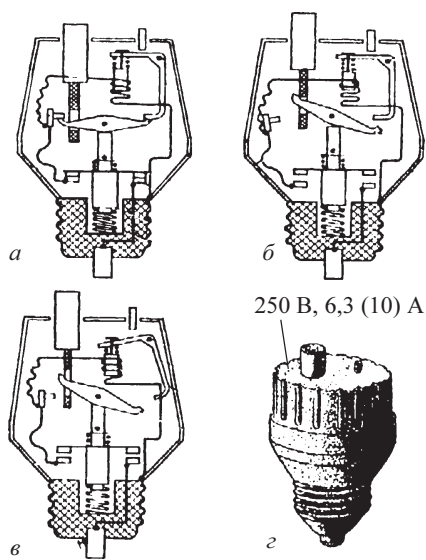
В квартирной сети ток переменный. Если где-либо встречается сеть постоянного тока, то к ней нельзя присоединять безыскровые звонки, люминесцентные лампы, телевизоры и радиоприемники в

обычном исполнении, так как в их схемах имеются трансформаторы и дроссели, которые могут работать только в сети переменного тока. Нельзя также включать в электросеть постоянного тока бытовые электроприборы с синхронными и асинхронными электродвигателями.

На корпусе написаны номинальные данные: предельное напряжение сети, в которой может применяться ПРА, например 250 В, и номинальный ток, например 6,3 или 10 А. Когда автоматический выключатель включен, кнопка для включения утоплена.

**Автоматика в доме.** Когда речь заходит об автоматике, у некоторых людей сразу возникает представление о чем-то если не грандиозном, то во всяком случае солидном, скажем, о гидроэлектростанции, прокатном стане и т. п.

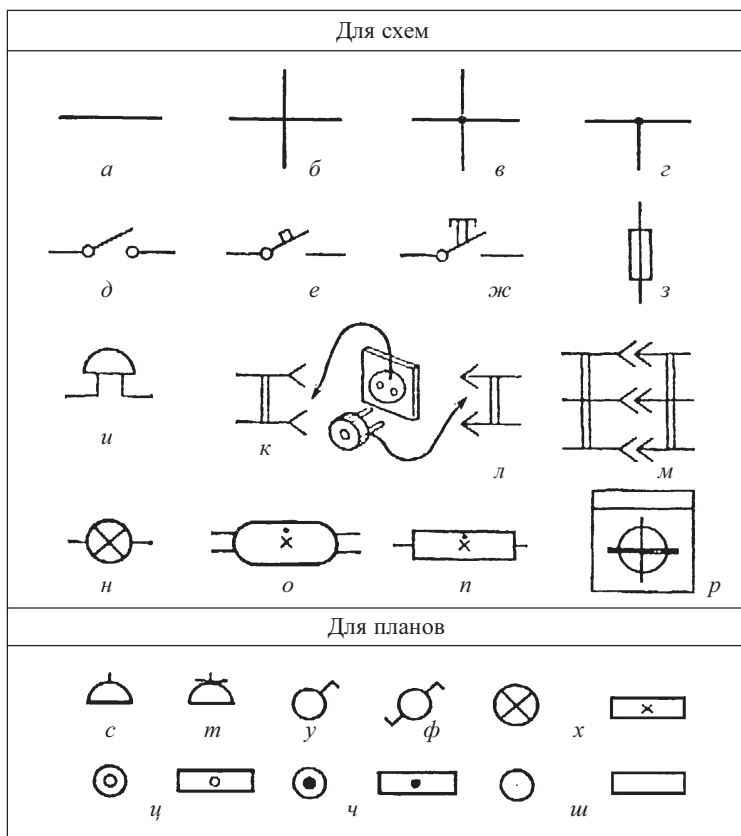
А какая же автоматика может быть в доме? Включил выключатель – лампа зажглась, отключил – погасла. Вот и все! Легко и просто. Действительно, легко, но не совсем просто. И легко именно потому, что ряд сложных процессов в доме происходит автоматически, без нашего участия (рис. 115).



**Рис. 115.** Предохранитель автоматический резьбовой (автоматический выключатель), ввертывающийся в корпус предохранителя взамен пробки: пояснение принципа действия (а–в) и общий вид (г)

### Электроустановочные устройства и значение надписей на них.

Электроустановочные устройства (ранее применялся термин «изделия электроустановочные светотехнические») – общее название патронов, выключателей, переключателей, штепсельных розеток, вилок, предохранителей и т. п. Графические условные обозначения электроустановочных изделий приведены на рис. 116, на рис. 117 дано деление нагрузки на группы, а на рис. 118 приведен пример включения счетчиков.



**Рис. 116.** Графические условные обозначения для схем (*a–p*), планов (*c–ш*): *a* – провод; *b* – провода пересекаются, но без соединения; *v* – провода соединяются (точка); *z* – ответвление провода; *d* – выключатель; *e* – выключатель автоматический; *жс* – выключатель кнопочный нажимной (кнопка); *з* – предохранитель плавкий; *и* – звонок; *к* – гнезда двухполюсной штепсельной розетки; *л* – штыри (штифты) двухполюсной вилки; *м* – трехполюсное штепсельное соединение; *н* – лампа накаливания; *о* – люминесцентная лампа; *п* – светильник с люминесцентными лампами; *р* – счетчик однофазный (жирная черта – токовая обмотка, тонкая черта – обмотка напряжения); *с* – штепсельная розетка; *т* – штепсельная розетка с защитным (заземляющим, зануляющим) контактом; *у* – выключатель однополюсный; *ф* – переключатель однополюсный; *х* – светильники подвесные с лампами накаливания (слева) и с люминесцентными лампами (справа); *ц* – светильники настенные; *ч* – светильники встроенные; *ш* – светильники потолочные

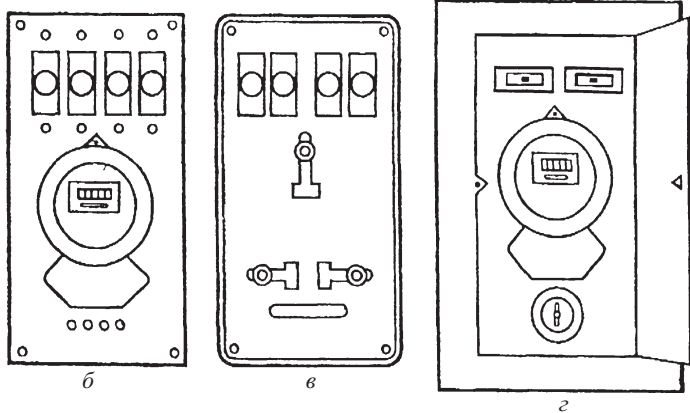
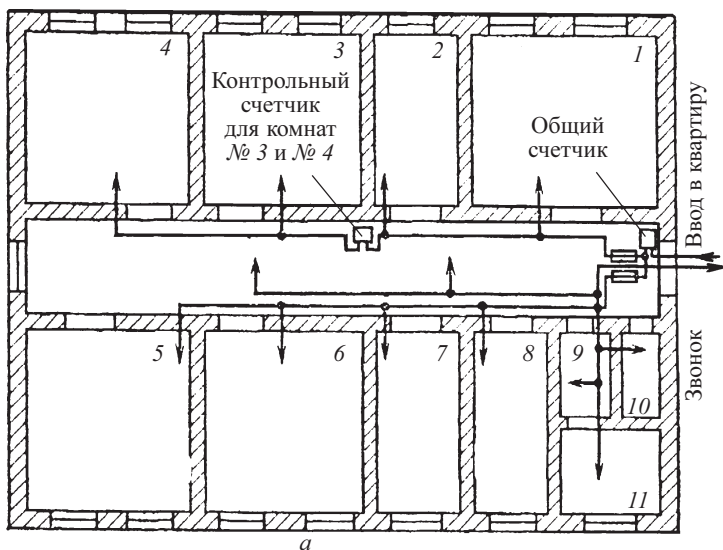
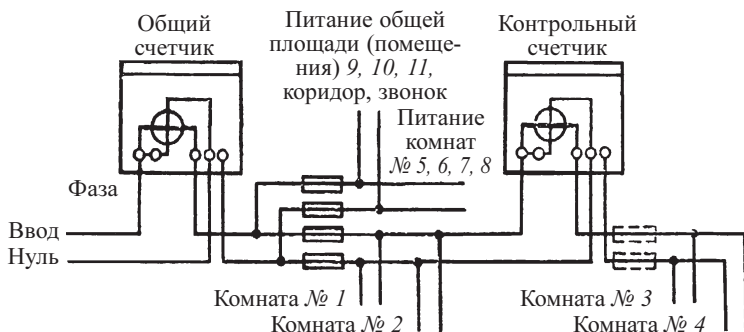


Рис. 117. Деление нагрузки на группы



**Рис. 118.** Пример включения счетчиков

На патронах, выключателях и штепсельных розетках нередко написаны наибольшие значения напряжения, тока и мощности.

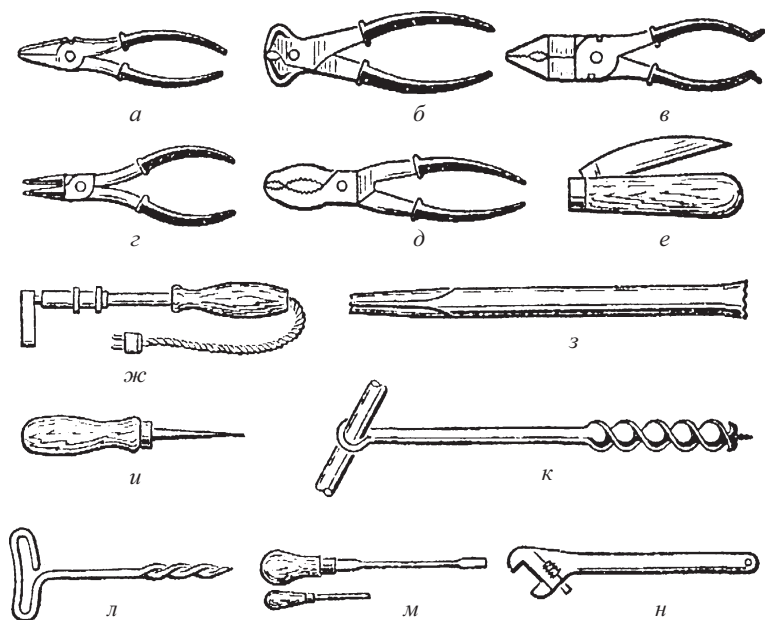
Что означают эти надписи?

На выключателе, например, написано «6,3 А, 250 В». Надпись «6,3 А» предупреждает о том, что ток, проходящий через выключатель, не должен превышать 6,3 А, иначе выключатель перегреется. Для любого меньшего тока выключатель годится, так как чем меньше ток, тем меньше тепла выделяется в контактах выключателя. Надпись «250 В» указывает, что выключатель может применяться в сетях напряжением не выше 250 В. Для сетей более низкого напряжения (220 В и 127 В) выключатель также годится. На патроне написано, например, «250 В, 300 Вт». Это значит, что в патрон можно ввинчивать лампы любой мощности, но не более 300 Вт при любом напряжении, но не выше 250 В.

Но вот перед нами патрон с надписями: «4 А, 250 В, 300 Вт». Если перемножить 4 А на 250 В, получим 1 000 Вт, а не 300 Вт. Как же связать вычисленное значение с надписью? Исходить нужно из 300 Вт. Если в сети напряжение 220 В, то допустимый ток  $300 : 220 \approx 1,3$  А. При напряжении 127 В допустимый ток  $300 : 127 \approx 2,3$  А. Ток 4 А соответствует напряжению  $300 : 4 = 75$  В.

На рис. 119 показаны простейшие электромонтажные инструменты.

А как понять такие надписи на одном и том же удлинителе-разветвителе: «250 В, 6 А», «220 В, 1 300 Вт», «127 В, 700 Вт»? Нет ли здесь ошибки? Нет. Надписи «250 В, 6 А» указывают, что устройство предназначено для сетей напряжением не выше 250 В при токе не более 6 А. Умножая 6 А на 220 В, получаем 1 320 Вт (округленно 1 300 Вт). Умножая 6 А на 127 В, получаем 762 Вт (округленно до 700 Вт). Возникает вопрос: не опасно ли так округлять? Не опасно, так как после округления получились меньшие значения, при которых устройство будет нагреваться меньше, а это безопасно.



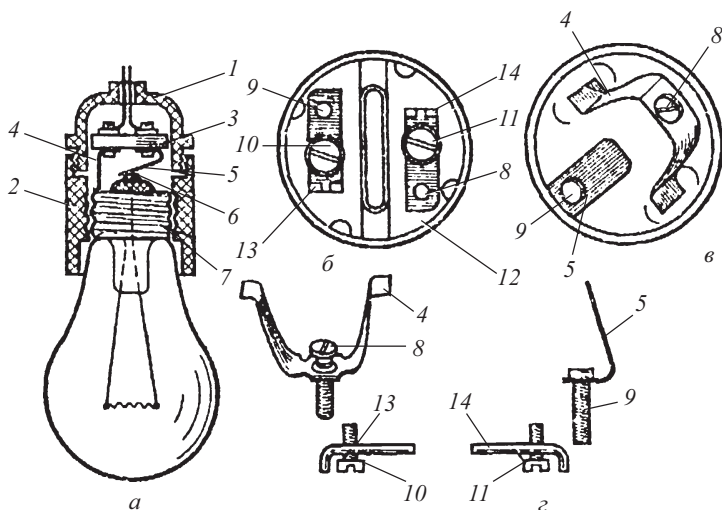
**Рис. 119.** Простейшие электромонтажные инструменты:

*а* – плоскогубцы; *б* – острогубцы (кусачки); *в* – плоскогубцы, комбинированные с кусачками и бокорезами; *г* – круглогубцы; *д* – пассатижи газовые; *е* – монтерский нож; *ж* – электрический паяльник; *з* – шлямбур; *и* – шило; *к* – спиральный бурав по дереву; *л* – буравчик по дереву; *м* – отвертки с деревянными или пластмассовыми ручками: большая для привинчивания роликов и розеток, небольшая – для винтов, крепящих крышки выключателей, штепсельных розеток и проводов к выводам аппаратов; *н* – гаечный разводной ключ

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 указано максимальное сечение присоединяемых проводов, например «4 мм<sup>2</sup>». Устройства, требующие заземления (зануления) корпуса (например, предназначенные для сырых помещений), у винта для заземления имеют надпись «земля» или знак заземления.

Буквами и следующими за ними цифрами обозначены климатическое исполнение и категория размещения. Например, надпись «УХЛ4» обозначает, что устройство предназначено для эксплуатации в районах с умеренным (У) и холодным (ХЛ) климатом в закрытых отапливаемых помещениях (4), например в квартирах.

**Резьбовые патроны для ламп накаливания.** Рис. 120, *а* иллюстрирует принцип устройства резьбовых патронов для ламп накаливания с резьбовыми цоколями E27 (резьба 27 мм), применяющихся в квартирах. Корпус патрона состоит из двух свинчивающихся частей 1 и 2. Внутри находится вкладыш 3 с контактами 4 и 5. Когда лампа полностью ввернута в патрон, центральный контакт 6 цоколя прижимается к пружинящему контакту 5 патрона, а к его контакту 4 – гильза 7 цоколя лампы.



**Рис. 120.** Устройство резьбового патрона для ламп накаливания с цоколем E27

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.

На рис. 120, *в* вкладыш 3 показан со стороны контактов 4 и 5, а на рис. 120, *б* – со стороны винтов 10 и 11, к которым присоединяют провода. На рис. 120, *г* показаны детали разобранного вкладыша. Винтами 8 и 9 пластины 13 и 14 привинчены к основанию 12 вкладыша.

Примеры исполнений патронов приведены на рис. 121.

Резьбу диаметром 14 мм имеют патроны (старое название «ми-ньон») для ламп накаливания с цоколями E14. Эти патроны (рис. 122, *а*) предназначены для ламп относительно небольшой мощности, по форме напоминающих свечи. Патроны с резьбой диаметром 40 мм (старое название «голиаф») выпускают для ламп большой мощности (от 0,5 кВт); в квартирах такие патроны не применяют.

Настенные и потолочные патроны для сырых помещений имеют керамические (фарфоровые) корпуса.

**Байонетные патроны** (старое название «сван») предназначены в основном для автомобильных, железнодорожных и других ламп, так как могут работать при вибрации и тряске. В этих условиях резьбовые патроны не годятся: лампы из них вывинчиваются. С байонетными патронами (см. рис. 122, *б* и *в*) дома можно столкнуться в аллоскопе (волшебный фонарь), проекторе, гирляндах иллюминационных ламп и т. п.

Настенные и потолочные патроны для сырых помещений имеют керамические (фарфоровые) корпуса.

Цоколь лампы имеет два диаметрально расположенных штифта. Они вводятся в прорези патрона до отказа, затем лампу немного поворачивают и отпускают. Штифты входят в пазы, а лампа прижимает контакт.

**Выключатели и переключатели.** Рис. 123, *а* поясняет принцип конструкции выключателей с кнопочным приводом. В поз. 1 выключатель отключен, поз. 2 показывает, как, нажимая кнопку 1, поворачивают вокруг оси  $\theta$  с помощью толкателя 5 нож 2, соединяющий выводы 3 и 4, к которым присоединены провода. В поз. 3 кнопка уже отпущена, но нож остался во включенном положении, пружина 6 растянута. Поз. 4 поясняет процесс отключения: еще раз нажимая кнопку, поворачивают нож вокруг оси, но в другую сторону, и выключатель отключается.

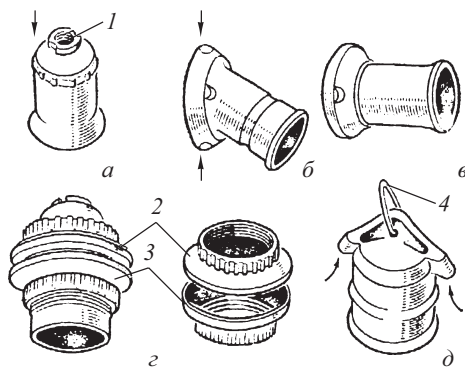
Выключатель, установленный в основание настольной лампы, показан на рис. 123, *б*. Цилиндрическую часть выключателя пропускают сквозь отверстие в панели 8 и, навинчивая обойму 9, зажимают между шайбами 7. Зачищенные концы проводов вводят в отверстия 10 и 11 в корпусе выключателя и затем зажимают винтами 12 (на рис. 123, *в* виден торец только одного винта).

Торшер и некоторые бытовые электроприборы удобно включать и отключать напольными выключателями с ножным управлением. В основание 13 корпуса ножного выключателя (см. рис. 123, *в*) вставлен выключатель 14. Провода 15 и 16 закреплены скобками 17. В крышку 18 вставлена деталь 19 – нажимная кнопка.



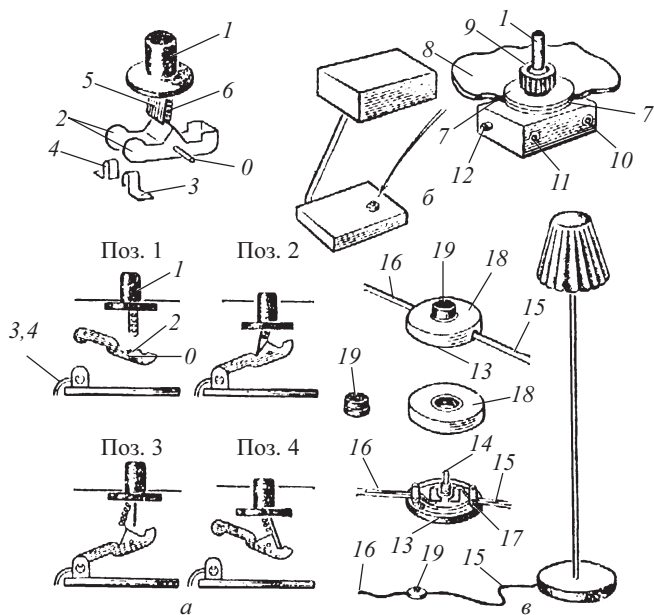
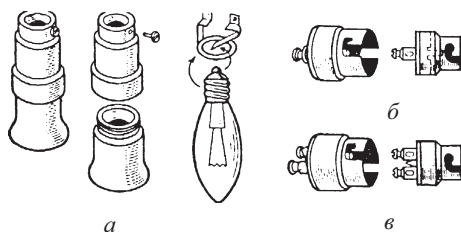
**Рис. 121.** Примеры исполнения патронов:

*a* – в пластмассовом корпусе с резьбой для крепления за nipple 1, ввинчивания стержней настольных ламп и т. п.; *б* – настенный для крепления за фланец; *в* – потолочный; *г* – патрон с прижимами 2 и 3 для крепления рассеивателя (абажура); *д* – подвесной керамический с креплением за ушко 4 (стрелками показаны места проводов)



**Рис. 122.** Патрон для ламп накаливания с цоколем E14:

*a* – общий вид; *б* – байонетные патроны с одним и *в* – двумя подвижными контактами

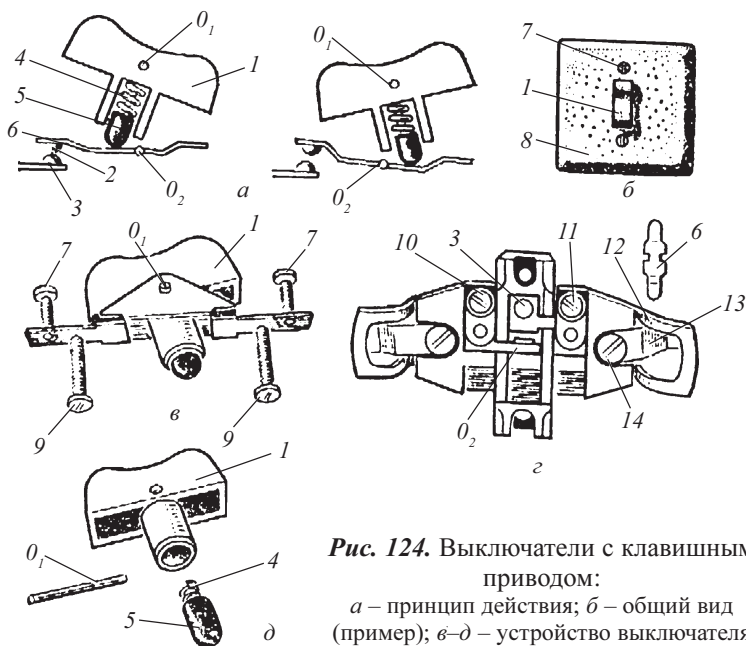


**Рис. 123.** Выключатели с кнопочным приводом:  
*a* – принцип действия; *б* – установка выключателя в основание настольной лампы; *в* – напольный выключатель с ножным управлением

Принцип действия выключателя с клавишным приводом иллюстрирует рис. 124, а. Когда клавиша 1 занимает положение, как на рисунке слева, неподвижный 3 и подвижный 2 контакты замкнуты. Чтобы контакты разомкнулись, надо надавить на клавишу. Повернувшись вокруг оси  $0_1$ , клавиша займет положение, как на рисунке справа; при этом деталь 5, сжимая пружину 4, переместится вправо и повернет рычажок 6 вокруг оси  $0_2$ ; контакты разомкнутся. Пружина 4 фиксирует положение рычажка 6, а также создает контактное нажатие.

Общий вид одного из исполнений выключателя с клавишным приводом дан на рис. 124, б. Если отвинтить винты 7, снять крышку 8, а затем отвинтить винты 9, то снимется узел клавиши (см. рис. 124, в). Мы увидим рычажок 6 (он отдельно показан справа на рис. 124, з) и зажимы 10 и 11 для проводов. Один из них соединен с неподвижным контактом 3, а другой – с опорой, на которой качается рычажок (на рис. 124, а эта опора названа осью  $0_2$ ). Скобы 12, распорные лапки 13 и винты 14 служат для крепления выключателя.

Если вынуть ось  $0_1$  (см. рис. 124, в), освободить клавишу 1 и разобрать ее, то увидим пружину 4 и деталь 5.



**Рис. 124.** Выключатели с клавишным приводом:

а – принцип действия; б – общий вид (пример); в–д – устройство выключателя

Выключатели и переключатели с клавишным приводом в настоящее время очень распространены. Примеры их исполнений приведены на рис. 125. На рис. 125, *а* и *б* показаны выключатели для скрытой установки, на рис. 125, *в* и *г* – для открытой. Клавиша выключателя (см. рис. 125, *в*) покрыта люминофором, поэтому в темноте она светится, что очень удобно.

На рис. 125, *г* показан выключатель на две цепи – им удобно управлять люстрой. Один выключатель включает одну группу ламп, другой – другую, оба – все лампы. Выключатель на три цепи (см. рис. 125, *д*) удобен, например, в прихожей, так как в одной конструкции объединены три выключателя; они могут быть использованы для управления освещением прихожей, ванной комнаты и туалета.

Над клавишами нередко имеется пластинка, покрытая люминофором, светящаяся в темноте.

Переключатель (см. рис. 125, *д*) не имеет отключенного положения: в нем один из контактов всегда замкнут. Поэтому для управления люстрами такие переключатели не годятся – люстру нельзя погасить. Для чего же их делают? Эти переключатели специально предназначены для управления освещением с двух мест.

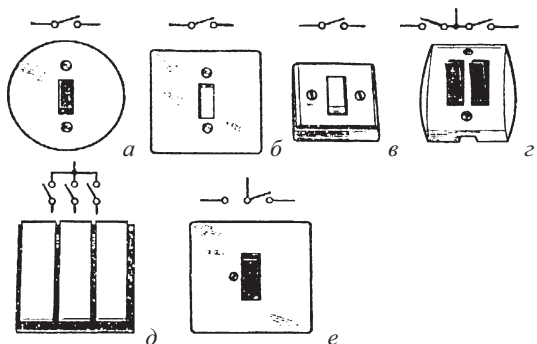
Выключатели, показанные на рис. 126, устанавливают на проводах, т. е. монтируют на проводах к настольным лампам и другим передвижным приборам на ток до 1 А. Примеры исполнений даны на рис. 126, *а*. Провода 3 и 4 вводят в корпус выключателя, причем провод 3 «рассекается» контактами, а провод 4 просто проходит через корпус. Из корпуса выступает либо цилиндрический толкатель 1, либо клавиша 2. В положении «включено» (см. рис. 126, *б*) провода соединены с помощью пружинящихся контактов 5, прижатых к металлическому ободку 6. В положении «отключено» (см. рис. 126, *в*) ободок опущен, поэтому пружинящие контакты 5 разделяет изоляция. На рис. 126, *г* толкатель показан отдельно.

**Штепсельные соединения.** Штепсельные розетки и вилки работают совместно. Поэтому независимо от их внешнего оформления, способа монтажа, установки и крепления они должны друг другу соответствовать. Достигается это следующим образом.

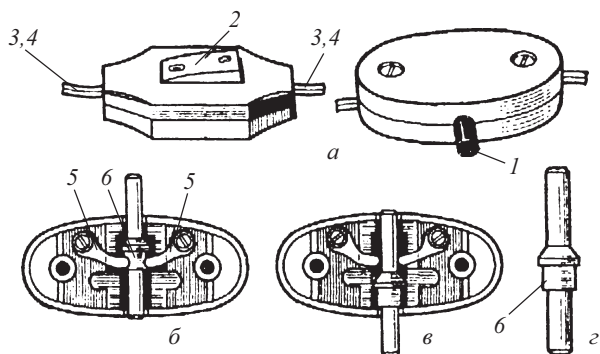
1. Гнезда розетки и штифты вилки располагаются одинаково (см. рис. 127, *а*, *в*, *ж*, *з*).

2. Для розеток с двумя гнездами применяют розетки с двумя штифтами (см. рис. 127, *а*, *в*, *з*), для розеток с тремя гнездами (см. рис. 126, *ж*) – с тремя штифтами.

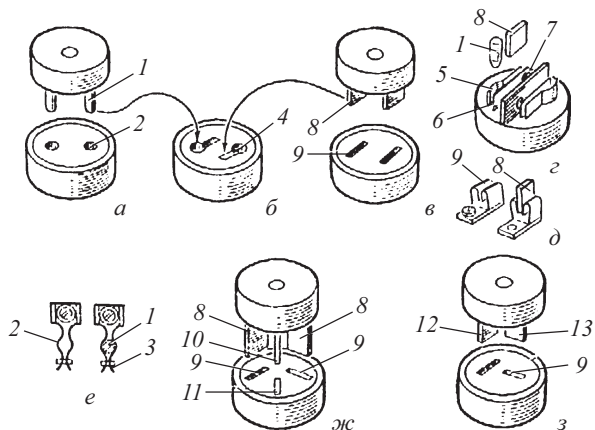
3. К розеткам с круглыми гнездами 2 идут вилки с цилиндрическими штифтами 1 (см. рис. 127, *а*), для розеток с продолговатыми гнездами 9 и 11 (см. рис. 127, *в*, *ж*, *з*) – с плоскими штифтами 8, 10, 12 и 13. Розетка, показанная на рис. 127, *б*, имеет комбинированные гнезда 4, к ней подходят вилки с цилиндрическими и плоскими штифтами.



**Рис. 125.** Примеры исполнений выключателей и переключателей с клавишным приводом



**Рис. 126.** Выключатели для монтажа на проводах настольных ламп и других передвижных приборов



**Рис. 127.** Принципиальные схемы сочленения штексельных розеток и вилок

4. Штифты должны плотно входить в гнезда, чтобы обеспечить хорошее электрическое соединение и чтобы вилка не выпадала из штепсельной розетки. В вилках с цилиндрическими штифтами это обеспечивается так: штифт 1 сплошной, но гнездо 2 состоит из двух деталей – либо сжимаемых пружиной 3 (см. рис. 127, е), либо пружинящих. В розетках для вилок с плоскими штифтами гнезда 9 либо сами пружинят (см. рис. 127, д), либо сжимаются цилиндрической пружиной 7, один ее конец упирается в перегородку основания розетки (см. рис. 127, з), другой давит на контактную пластину 6. Для фиксации плоского штифта в нем сделано углубление (на рисунке не показано), в которое заходит выпуклость, имеющаяся в гнезде.

Как уже сказано выше, к розетке на рис. 127, б подходят как цилиндрические, так и плоские штифты. С этой целью в корпусе розетки сделаны фасонные прорезы 4, а к пластинам 5 (см. рис. 127, з), неподвижным и изогнутым по форме штифтов, пружинами 7 прижимаются пластины 6.

**Штепсельные соединения и безопасность.** В штепсельных соединениях всегда есть оголенные токоведущие части – штифты вилок. Кроме того, вилки нередко заменяют выключатели. Все это вынуждает конструкторов штепсельных соединений принимать надлежащие меры. Так, в штепсельных соединениях для приборов, требующих заземления (зануления), при включении вилки раньше штифт 10 (см. рис. 128, а) входит в заземленное гнездо 11 и только после этого в гнезда 9 входят рабочие штифты 8. При вынимании вилки раньше отключаются короткие рабочие штифты, а затем длинный защитный (заземляющий, зануляющий) штифт. Иными словами, сама конструкция штепсельного соединения исключает подачу напряжения на прибор, если его корпус не заземлен.

Конструктор позаботился и о том, чтобы вилку можно было включить только правильно (т. е. так, чтобы «земля» попала на корпус прибора). Для этого углы, под которыми расположены гнезда, неодинаковы, поэтому вилку можно включить одним единственным способом.

На рис. 128, з заземляющие пружинящие пластины 14 на вилке и 15 – в розетке расположены сбоку, а рабочие гнезда 2 углублены. Поэтому штифты 1 входят в них после заземления, а выходят раньше, чем заземление снято.

Чтобы прибор, рассчитанный на 42 В, не включить в сеть более высокого напряжения (это губительно для прибора и опасно для людей), у розеток для сетей 127 (220) В (см. рис. 128, б) и 42 (12) В (см. рис. 128, в) штифты расположены различно.

Включать вилку в розетку одним штифтом опасно. Если бы конструкция штепсельного соединения допускала такое включение, то,

прикоснувшись к другому штифту, человек оказался бы под напряжением (см. рис. 128, *д*).

На рис. 128, *е* показана розетка с предохраняющим от прикосновения устройством. В ней гнезда 3 закрыты диском 5. При включении вилку вставляют в отверстия 4 и поворачивают до совпадения отверстий 4 с гнездами 3. Только после этого происходит соединение. При вынимании вилки пружина возвращает диск в исходное положение.

На рис. 128, *ж* гнезда 3 закрыты шторками 7. Вилку вставляют в продолговатые отверстия 6 и передвигают к центру розетки. Шторки скрываются под крышкой розетки (не показано), а штифты входят в гнезда. При вынимании вилки пружины возвращают шторки в исходное положение.

**Штепсельные розетки.** Ранее были рассмотрены принципиальные особенности штепсельных соединений. Теперь рассмотрим типичные примеры их конструкций.

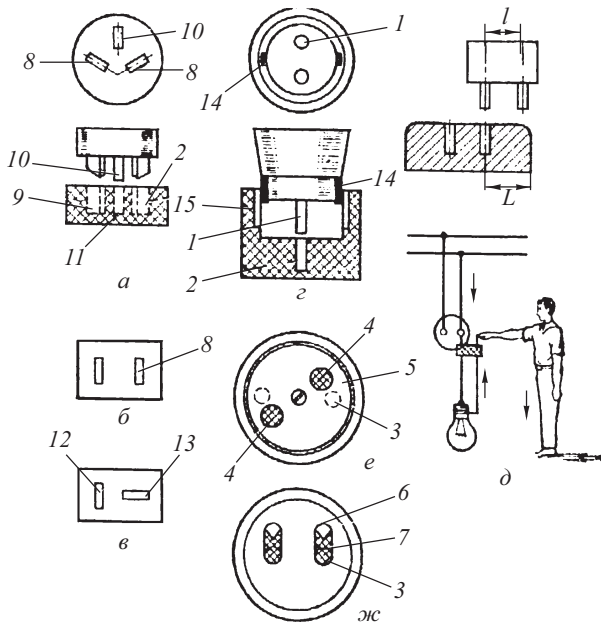
**Надплинтусная штепсельная розетка.** Установка штепсельной розетки над плинтусом показана на рис. 129, *е*. Пример исполнения одной из надплинтусных розеток дан на рис. 129, *а–г*. Ее особенность состоит в том, что в обычных условиях доступ к гнездам закрыт.

Чтобы вставить вилку, нужно повернуть деталь, закрывающую гнезда. Когда вилку вынимают, гнезда автоматически закрываются. На неподвижном пластмассовом чехле 1 (см. рис. 129, *а*) вокруг винта 3 может поворачиваться пластмассовая деталь 2 с двумя отверстиями 4 для штырьков штепсельной вилки. Труба 20 служит для ввода проводов.

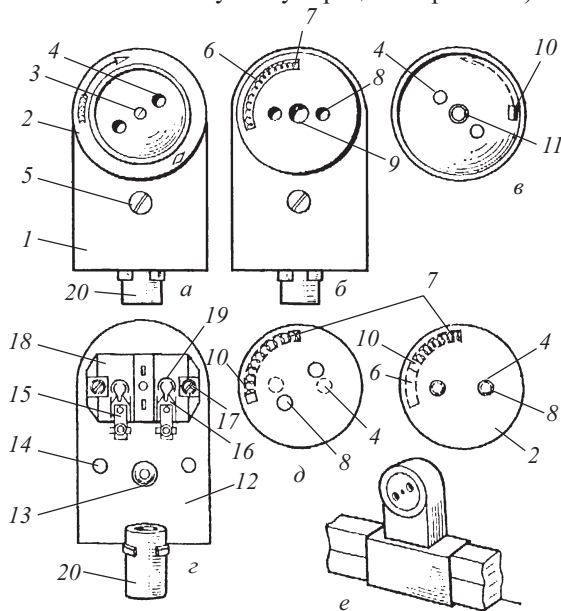
Розетка со снятой деталью 2 показана на рис. 129, *б*. В пазу 6 видна пружина 7. Отверстия 8 находятся напротив гнезд. В отверстие 9 входит цилиндрический выступ 11, который виден на рис. 129, *в*, где изображена внутренняя сторона детали 2. Обратите внимание на выступ 10, который в собранной розетке входит в паз 6 и при поворачивании детали 2 сжимает пружину 7.

Вывернув винт 5 из отверстия 13, можно снять чехол 1 (см. рис. 129, *г*), и тогда будет видна стальная пластина 12. К ней винтами 17 привинчено фарфоровое основание 18, на котором укреплены гнезда 16, сжимаемые пружинами 19, и зажимы 15. Для крепления к стене сделаны отверстия 14.

Принцип автоматического закрывания гнезд поясняет рис. 129, *д*. Пружина 7 давит на выступ 10 (рисунок слева), отверстия 4 не совпадают с отверстиями 8, поэтому гнезда закрыты. Поворачивая деталь 2 по стрелке, совмещают отверстия 8 и 4 и вставляют вилку. При этом выступ 10, переместившись в пазу 6, сжимает пружину 7 (рисунок справа). Когда вилку вынимают, пружина давит на выступ 10, возвращая деталь 2 в исходное положение – гнезда закрываются.



**Рис. 128.** Штепсельные соединения (позиции 8–13 соответствуют нумерации на рис. 127)



**Рис. 129.** Штепсельная розетка с защитным устройством для открытой установки над плинтусом

**Штепсельная розетка для скрытой установки.** Как видно из рис. 130, *а*, к монтажной скобе *б* винтами *9* привинчены корпус *5* розетки и распорные лапки *8*, а винтом *2* – декоративная крышка *1*. Отверстия в распорных лапках продолговатые, и, в зависимости от того, насколько ввинчены винты *9*, расстояние между концами распорных лапок может изменяться от 65 до 75 мм, что и дает возможность прочно закрепить розетку в монтажной коробке *7* или нише.

На корпусе *15* (см. рис. 130, *з*) укреплены контактные узлы *10*. Штифты вилки проходят через отверстия *3* в крышке *1* (рис. 130, *б*), а крышка фиксируется в нужном положении, так как направляющие выступы *4* крышки входят в отверстия *11* корпуса, а винт *2* проходит через сквозное отверстие *12* (см. рис. 130, *з*).

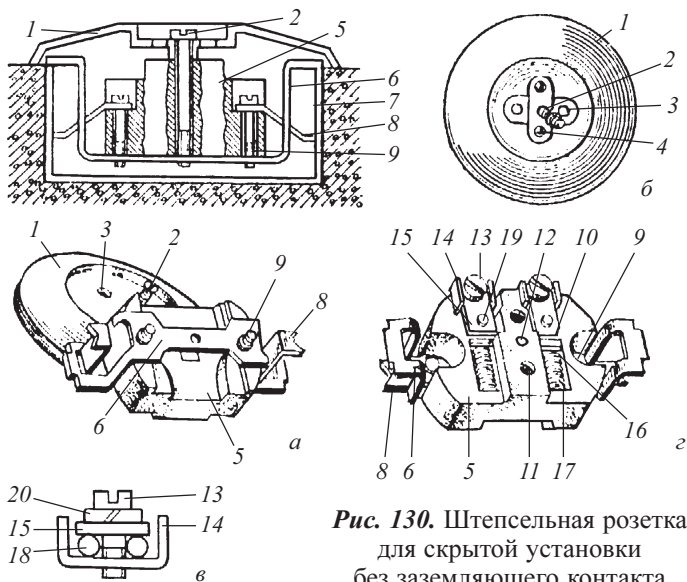
Контактное гнездо образуется деталями *10* и *16*. Достаточное нажатие на штифт вилки обеспечивается пружиной *17*. Один ее конец упирается в корпус, а другой – в деталь *16*. Винт *19* проходит через сквозное отверстие в детали *10* и ввинчивается в пластину *15*. Для присоединения проводов служат винт *13*, пружинящая шайба *20* и скоба *14*, препятствующая «выдавливанию» провода. Присоединение провода *18* отдельно показано на рис. 130, *в*.

Посмотрим теперь на рис. 131, который дает представление о внешнем виде штепсельных розеток типичных исполнений. На рис. 131, *а* и *в* ясно видны горизонтальные и вертикальные углубления – пазы. На их пересечениях расположены отверстия для штифтов вилки. Эти пазы («ловители») помогают вставлять вилку в темноте. На рис. 131, *б* показана розетка с сальниковым (уплотненным) вводом. Она предназначена для помещений с повышенной влажностью. Двухместная розетка – на два направления для скрытой установки изображена на рис. 131, *в*. Розетка на рис. 131, *г* имеет комбинированные контакты. К этой розетке подходят вилки как с плоскими, так и с цилиндрическими контактами.

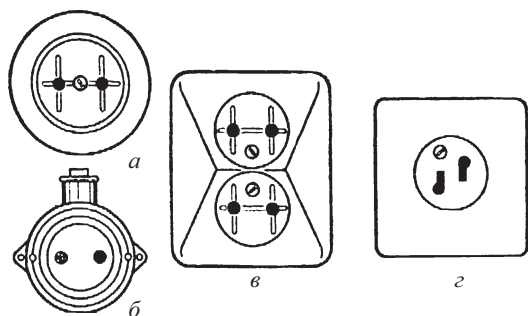
Штепсельные розетки для тока 25 А с защитными (заземляющими или зануляющими) контактами показаны на рис. 132. Две из них – для скрытой (рис. 132, *а*) и открытой (рис. 132, *б*) установки служат для питания электроплит.

Отверстия *1* предназначены для штифтов вилки, к которым присоединены питающие провода, отверстие *2* – для заземляющего штифта. К этим розеткам подходит вилка, показанная на рис. 133, *б*. На рис. 132, *в* изображен контактный узел розетки. Гнезда *3* для штифтов питающих проводов расположены ниже гнезда *4*, которое служит для заземляющего штифта. Благодаря такому расположению гнезд заземление всегда выполняется раньше, чем подается питание, а снимается позже. Для включения электроплит мощностью 8 кВт выпускают розетки в комплекте с вилками для тока 40 А.

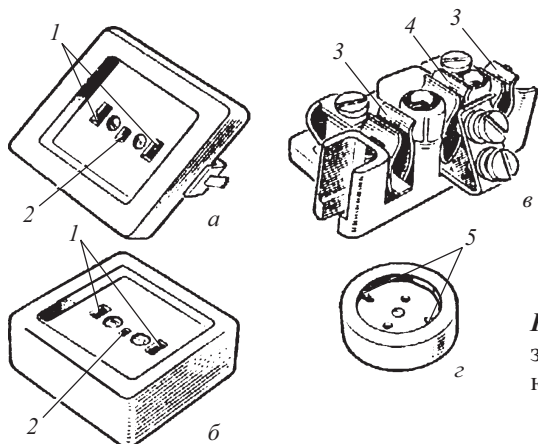




**Рис. 130.** Штепсельная розетка для скрытой установки без заземляющего контакта



**Рис. 131.** Примеры исполнений штепсельных розеток без защитных заземляющих (зануляющих) контактов



**Рис. 132.** Штепсельные розетки с защитными заземляющими (зануляющими) контактами

В штепсельной розетке (см. рис. 132, *з*) для тока 10 А защитные контакты 5 расположены сбоку; к ней подходит вилка, которая показана на рис. 134, *е*.

**Штепсельные вилки.** Представление о том, как устроены штепсельные вилки, дает рис. 133. Чтобы разобрать вилку (рис. 133, *а*), достаточно вывинтить винт 3 из гайки 10 и тогда корпус 1 разделится на две половины. Каждый цилиндрический штифт 2 имеет винт 8 с шайбой для присоединения жилы шнура, а также выступ 9, который в собранной вилке входит в углубление 7 в корпусе, фиксируя положение штифта. Шнур закрепляют от выдергивания скобкой 5, под которую подложена изоляция 6, скобку привинчивают винтами 4.

Вилка для штепсельных розеток, показанных на рис. 132, *а* и *б*, для тока 25 А, имеет корпус 11 с крышкой 12 (см. рис. 133, *б*). Крышка привинчена к корпусу винтом 19. Питающие плоские контакты 14 короче защитного контакта 15. Провода к контактам 14 присоединяют винтами 16, а к защитному контакту – винтом 17. Шнур закрепляют скобкой 13, под которую подложена изоляция. Скобку привинчивают винтами 18.

Примеры исполнений вилок иллюстрирует рис. 134, причем это далеко не все примеры исполнения.

Количество вариантов исполнений штепсельных вилок обусловлено назначением и условиями их эксплуатации. Например, вилка на рис. 134, *а* приспособлена для ввода и крепления шлангового провода и включается в розетки с цилиндрическими контактами. Вилка на рис. 134, *б* имеет плоские контакты, расположенные под углом 90°, она предназначена для сетей 42 В и ниже.

Отверстия в штифтах служат для фиксации в розетке. Вилки на рис. 134, *з* – *е* имеют защитные (заземляющие или зануляющие) контакты 1, но на рис. 134, *з* и *д* они плоские, а на рис. 134, *е* – боковые, пружинящие. Два исполнения вилок с плоскими защитными контактами нужны потому, что вилка на рис. 134, *з* имеет боковой ввод проводов; у вилки на рис. 134, *д* уплотненный ввод, так как она предназначена для работы в пыльных помещениях.

Вилку, показанную на рис. 134, *в*, нельзя разобрать, так как она конструктивно является частью провода. Обратите внимание на то, что штифты примерно на 2/3 длины изолированы (на рисунке – зачернены), чтобы повысить электробезопасность.

**Комбинированные устройства** (блоки), представление о которых дает рис. 135, получают большое распространение. Они удобны, красивы, имеют небольшую глубину, благодаря чему могут устанавливаться в тонких перегородках. На металлической плате 7 установлены наборные элементы (узлы) 2 и 3. Два из них показаны отдельно.

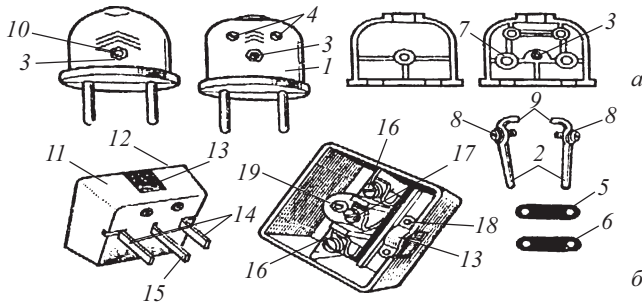


Рис. 133. Как устроены штепсельные вилки

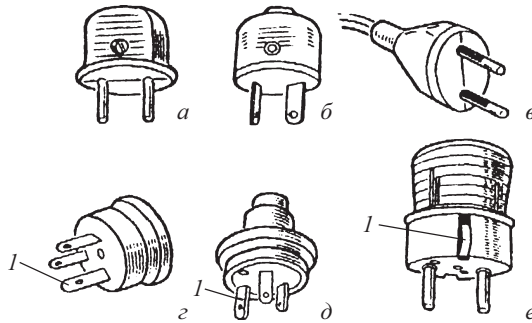


Рис. 134. Примеры исполнений штепсельных вилок

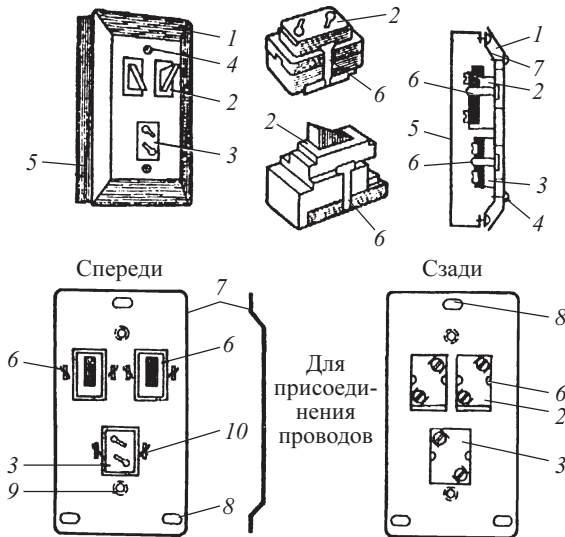


Рис. 135. Комбинированные электроустановочные устройства (пример)

К наборному элементу слева и справа прикреплены пластинки *б*. Они вводятся в отверстия *10*, после чего выступающие части пластинок слегка изгибают (разворачивают) с помощью плоскогубцев. Сбранную плату через отверстия *8* привинчивают к металлической коробке *5*, а затем, установив коробку в заготовленное для нее гнездо и закрепив ее, закрывают пластмассовой крышкой *1*. Винты *4*, крепящие крышку, ввинчивают в отверстия *9*.

**Предохранители.** На рис. 136, *а* показан предохранитель с задним присоединением проводов. Такие предохранители монтируют на щитке из изоляционного материала. Вводные шпильки *1* проходят через отверстия в щитке, а он отстоит достаточно далеко от стены.

Предохранитель однополюсный резьбовой Е27 (см. рис. 136, *б*) предназначен для переднего присоединения проводов к пластинам *5* и *6*, которые укреплены на фарфоровом основании *7*. Пластина соединена с резьбовой гильзой *4*, в пластину *6* ввинчен контактный винт *8*. Пластмассовый чехол *3* укреплен на предохранителе при ввинчивании кольца *2*.

Общий вид пробки и схема ее устройства ясны из рис. 136, *в*. Детали *10* и *11* соединены калиброванной проволокой *9*.

Важной частью пробочного предохранителя является контактный винт *8*. Если его нет, то пробка не достанет до пластины *6* и цепь будет разорвана. Это нужно знать, так как в некоторых магазинах по неведению продают предохранители и контактные винты как два отдельных предмета или же продают пробки и контактные винты, не соответствующие друг другу. Дело в том, что 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 (см. рис. 136, *з*). Слева направо на нем показаны три предохранителя с пробками и контактными винтами на 6, 10 и 20 А. Вывод: чем больше ток, тем пробка короче, а контактный винт *8* длиннее. Справа на рис. 136, *з* в предохранитель с контактным винтом на 6 А попытались вернуть пробку на 20 А, но она до контактного винта не достала, что и предусмотрено конструкцией.

Если пробка, показанная на рис. 136, *в*, перегорит, то ее нужно выбросить, так как правильно перезарядить пробку дома невозможно. Поэтому в настоящее время самое широкое распространение нашли разборные пробки 1-го исполнения на 6,3 и 10 А (см. рис. 136, *д* слева) и 2-го исполнения на 6,3; 10; 16 и 20 А (см. рис. 136, *д* справа) со сменными плавкими вставками. В головку предохранителя *12* свободно вставляется вставка – фарфоровая или стеклянная трубка *13*, которая заканчивается металлическими деталями *14* и *15*. Внутри трубки они соединены калиброванной проволокой *9*. Головка со вставленной вставкой ввинчивается в предохранитель (см. рис. 136, *е*).

На рис. 136, ж показаны вставки для плавких предохранителей на 6, 10, 20 А. На рис. 136, з показан плавкий предохранитель на большие токи.

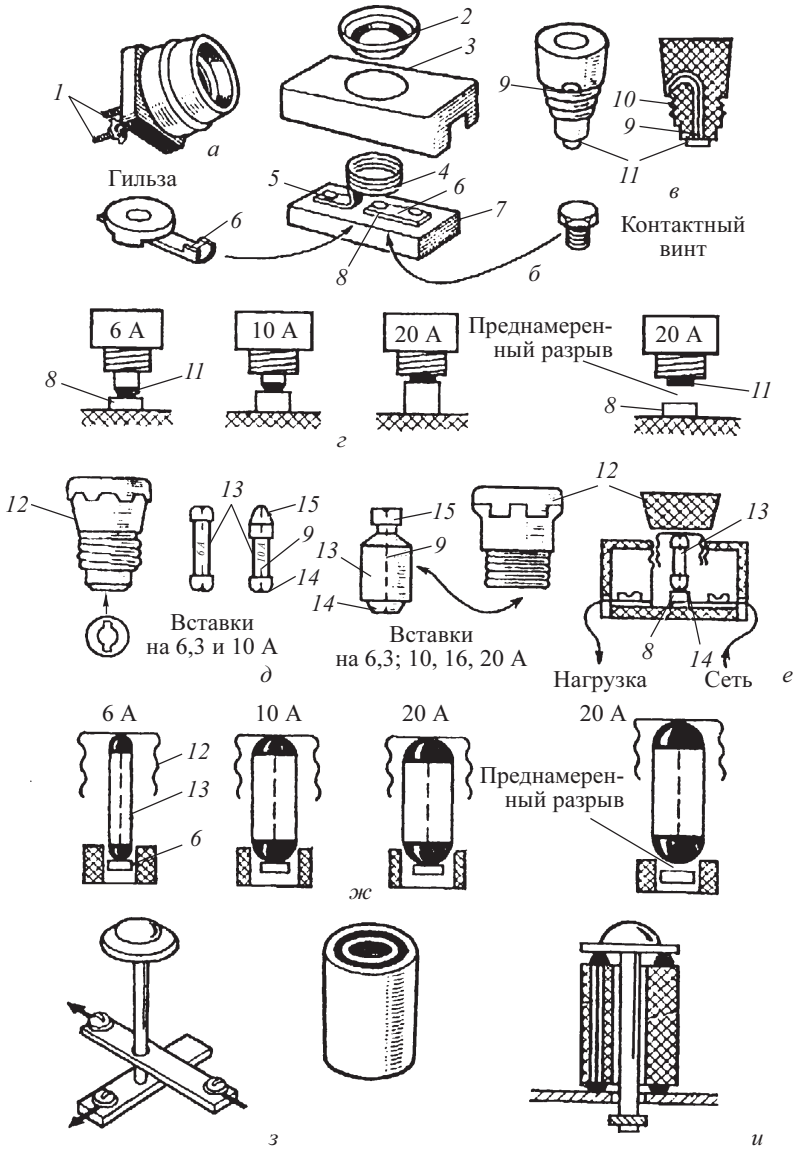


Рис. 136. Плавкие предохранители

**Автоматические выключатели.** Автоматический выключатель типа А3163 (рис. 137, а) широко распространен для защиты двигателей трехфазного тока напряжением 380 В. Номинальный ток – 50 А. *Номинальным током автоматического выключателя* (но не расцепителя) называется наибольший ток, который может проходить через его контакты, не перегревая их. Однако автоматический выключатель характеризуется не только своим номинальным током, но и током расцепителя. Это значит, что автоматические выключатели на один и тот же номинальный ток могут иметь не один, а несколько расцепителей, в данном случае – на 15; 20; 25; 30 и 50 А. Автоматические выключатели без расцепителей – это просто выключатели.

Автоматический выключатель типа А3161 однополюсный (см. рис. 137, б) имеет те же данные, но предназначен для осветительных сетей напряжением 220 В или ниже.

Автоматические выключатели типов А3163 и А3161 имеют только тепловые нерегулируемые расцепители, но при коротких замыканиях они срабатывают достаточно быстро. После автоматического отключения нужно немного подождать (чтобы остыла биметаллическая пластинка расцепителя), нажать рукоятку вниз, чтобы «взвести» механизм, а затем нажать ее вверх.

Весьма распространены автоматические выключатели (см. рис. 137, в) серии АП50 (автоматический выключатель пусковой, номинальный ток 50 А). Их выпускают с различными расцепителями (Т – только тепло-

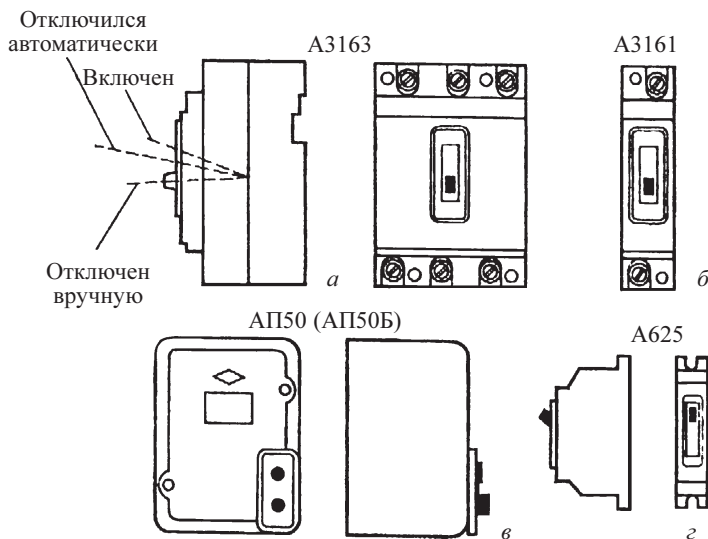


Рис. 137. Автоматические выключатели

вой, М – только электромагнитный, МТ – комбинированный, т. е. тепловой и электромагнитный вместе) и без расцепителей, т. е. просто как выключатели. Расцепители на номинальные токи 1,6; 2,5; 10; 16; 25; 40 и 50 А регулируются в сравнительно широких пределах. Например, автоматический выключатель АП50-3МТ – трехполюсный (3) с комбинированным расцепителем (МТ). Если у него расцепитель на 10 А, то его можно отрегулировать (задать уставку) в пределах от 10 до 16 А. Автоматические выключатели АП50 включают и отключают кнопками.

Однополюсные автоматические выключатели серии АБ-25 (бытовые) выпускают с тепловыми нерегулируемыми расцепителями на 15; 20 и 25 А (см. рис. 137, з). Их применяют в основном в этажных и квартирных щитках. Аналогичные автоматические выключатели более совершенной конструкции имеют комбинированные расцепители.

Рассмотренные автоматические выключатели широко используются. Но при сооружении новых домов применяют более совершенные автоматические выключатели серии АЕ с комбинированными расцепителями. При перегрузке срабатывает тепловой элемент расцепителя и чем больше перегрузка, тем быстрее отключает перегруженную сеть. При коротком замыкании срабатывает электромагнитный элемент расцепителя и производит мгновенное отключение. Выключатели серии А 1 000 специально предназначены для защиты осветительных сетей жилых, административных и производственных помещений.

**Лампы накаливания** являются практически единственным источником света в жилых современных зданиях.

*Диапазон напряжений и расчетное напряжение.* В настоящее время выпускают лампы, на которых указано не одно напряжение (127, 220 В), а диапазон напряжений (125–135, 215–225, 220–230, 230–240 В). В пределах диапазона лампа 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 и т. п.

Как видно из приведенного примера, для сетей на одно номинальное напряжение (220 В) выпускают 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, дальше от источника – ниже. Поэтому, чтобы лампы хорошо светили и не перегорали преждевременно, нужно правильно выбрать необходимый диапазон.

**Провода, шнуры, кабели.** Провода, шнуры, кабели чрезвычайно разнообразны. Они различаются материалом токопроводящих жил (медь, алюминий), поперечным сечением жил (от долей до сотен квадратных миллиметров), числом жил (одножильные и многожильные провода и кабели), изоляцией (резина, бумага, пряжа, пластмасса), оболочками (резина, пластмасса, металл), покровами и т. п. Это разнообразие определяется назначением, условиями прокладки, силой тока, напряжением сети, в которой работают провод, шнур, кабель.

Шнур – это две или более изолированные гибкие или особо гибкие медные жилы сечением до 1,5 мм<sup>2</sup>, скрученные или уложенные параллельно. Поверх жил, в зависимости от условий эксплуатации, могут быть неметаллическая оболочка или защитные покровы.

Ясно, например, что шнур для настольной лампы должен иметь две многопроволочные гибкие жилы небольшого сечения и может иметь общую красивую оплетку из пряжи. Но для прокладки на роликах общая оплетка не годится. Провод к стиральной машине должен быть шланговым, иначе он промокнет. Шланговый провод нужен и для пылесоса, так как провод часто перегибается и волочится по полу. Приклеивать и прибивать удобно плоские провода. Ввод в дом выполняют четырехжильным силовым кабелем (три фазные жилы и нулевая) сравнительно большого сечения. А в стояках, где нужно делать ответвления в разных сочетаниях, удобно прокладывать не многожильный кабель, а несколько отдельных проводов.

Чем выше рабочее напряжение, тем сложнее изоляция.

Чем сложнее условия прокладки, тем сложнее конструкция кабеля. Так, оболочка (свинцовая, алюминиевая, пластмассовая или резиновая) защищает изоляцию жил от воздействия света, влаги, химических веществ, а также от механических повреждений. Поверх оболочки может быть защитный покров, состоящий из подушки, брони и наружного покрова. Подушка предохраняет оболочку кабеля от повреждения стальной броней, а также от коррозии. Броня из стальных лент или оцинкованной проволоки защищает кабель от механических повреждений. И, наконец, кабели могут иметь наружный покров из волокнистых материалов или пластмассы.

Для проводов, в зависимости от условий прокладки, применяют легкие защитные покровы из хлопчатобумажной пряжи или пряжи, пропитанной противогнилостным составом или покрытой лаком, защищающим провод от разъедания маслом, бензином и т. п., а также из стекловолокна или асбестовых нитей.

Для управления и сигнализации часто в одном направлении идет несколько проводов. Тогда применяют не отдельные провода, а кон-



трольный кабель. Контрольные кабели с медными жилами сечением 0,75; 1,0 или 1,5 мм<sup>2</sup> могут иметь 4, 5, 7, 10–61 жилу. При больших сечениях (2,5; 4 и 6 мм<sup>2</sup>) количество жил меньше. Сечения жил алюминиевых кабелей должны быть не менее 2,5 мм<sup>2</sup>.

Телефонные кабели имеют значительно более тонкие жилы с простейшей изоляцией, но их много. Например, в магистральных телефонных кабелях, отходящих от АТС, число жил достигает нескольких тысяч.

Далее рассмотрены провода, шнуры и кабели, которые применяются в жилых домах, в основном в квартирах. Но прежде обратим внимание на следующее:

1. Каждый провод, кабель, шнур имеет рабочее (номинальное) и испытательное напряжения. *Рабочее напряжение* – наибольшее напряжение сети, при котором провод, кабель, шнур могут эксплуатироваться. Так, например, при рабочем напряжении 380 В провод подходит для сетей 380, 220, 127, 42, 12 В (это стандартные напряжения). Но шнур, рабочее напряжение которого 250 В, нельзя применять в сетях 380 В и выше. Испытательное напряжение значительно выше рабочего. Оно определяет запас электрической прочности изоляции.

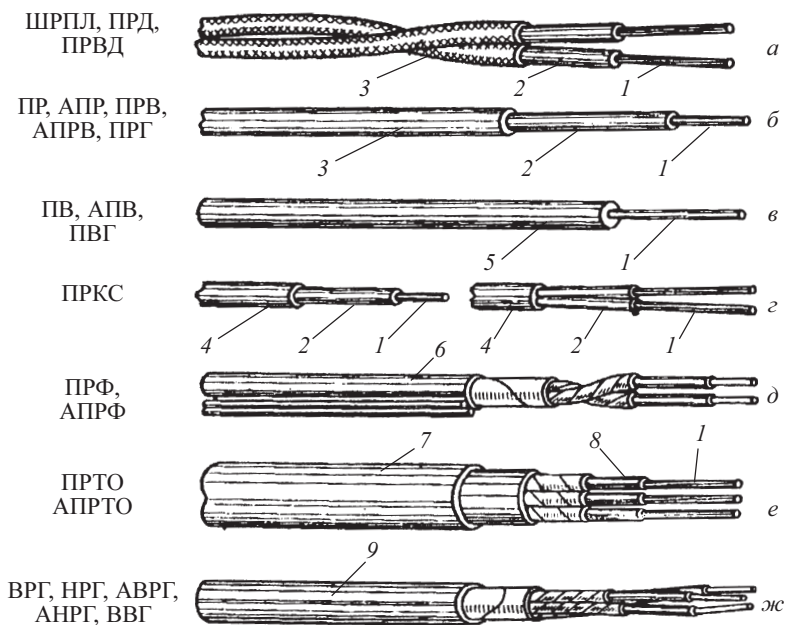
2. Чем больше ток, проходящий через провод (жилу шнура, кабеля), тем больше должно быть сечение жил, иначе неизбежен перегрев.

3. Провод (кабель) одной и той же марки и одного и того же сечения допускает различные нагрузки, А, в зависимости от условий прокладки: чем лучше условия охлаждения, тем больше допустимая нагрузка. Нормы даны в ПУЭ.

4. Допустимая нагрузка (при прочих равных условиях) с увеличением сечения возрастает не пропорционально сечению, а медленнее. Например, при сечении 1 мм<sup>2</sup> допустим ток 17 А, при сечении 1,5 мм<sup>2</sup> – не  $17 \times 1,5 = 25,5$  А, а только 23 А и т. д.

**Круглые провода.** Шнур ШРПЛ (см. рис. 138, а) свит из двух гибких проводов. Жила каждого из них состоит из многих скрученных тонких медных проволочек 1, изолирована резиной 2 и поверх защищена оплеткой из хлопчатобумажной пряжи 3. В комнатах для проводки применялся шнур сечением 1,0 и 1,5 мм<sup>2</sup>.

Провод марки ПРД устроен так же, как и шнур, но медные проволочки, образующие жилу, у него толще и он не так гибок. Кроме того, шнур предназначен для проводок с номинальным напряжением 220 В (или ниже), провод ПРД – для 380 В и ниже. Провод ПРВД вместо оплетки из хлопчатобумажной пряжи имеет пластмассовую (поливинилхлоридную) оболочку.



**Рис. 138.** Круглые провода и шнуры. Кабели

Провод марки ПР (см. рис. 138, б) имеет одну медную, а провод АПР – алюминиевую жилу 1 и, следовательно, не обладает гибкостью провода ПРД. Жила покрыта слоем резины 2, а ее оплетка 3 пропитана противогнилостным составом.

Провода, прокладываемые в кухне и ванных комнатах, т. е. там, где бывает сыро, имеют пластмассовую оболочку.

Большое распространение получили провода марок ПВ (см. рис. 138, в) с медной и АПВ с алюминиевой жилой 1 и пластмассовой изоляцией 5.

Гибкие провода марок ПРГ (см. рис. 138, б) и ПВГ (см. рис. 138, в) имеют жилу, свитую из многих медных проволочек. Гибких установочных проводов с алюминиевыми жилами не бывает.

Для настольных ламп и переносных приборов применяют гибкие провода в общей оплетке, а в последнее время – провода в пластмассовой оболочке.

В осветительной арматуре, например люстрах, провода к патронам проходят в сравнительно тонких трубках, кроме того, лампы нагреваются и провода подвергаются воздействию сравнительно высокой температуры. Раньше для зарядки арматуры применялись так называемые арматурные провода – одножильный

и двухжильный. Современные провода для зарядки арматуры марки ПРКС (рис. 138, *з*) имеют жилы 1, изоляцию 2 из кремнийорганической резины и оплетку 4 из стекловолокна, пропитанную кремнийорганическим лаком. Арматурные провода должны быть тонкими, поэтому выпускаются только с медными жилами.

Непосредственно по несгораемым конструкциям можно прокладывать провода АПРН (на рис. 138 не показан) с алюминиевой жилой, резиновой изоляцией в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, поверх которой имеется оболочка из резины, не поддерживающей горение.

На рис. 138, *д* показан трубчатый провод марки ПРФ (медные жилы) и АПРФ (алюминиевые жилы) с резиновой изоляцией в металлической фальцованной (со швом) оболочке 6, которая предохраняет провода от небольших механических повреждений. Жилы изолированы резиной и покрыты хлопчатобумажной пряжей. Поверх обеих жил навита бумажная лента. Провода марки ПРФ могут иметь одну, две или три жилы сечением 1–4 мм<sup>2</sup>. Провода марки АПРФ сечением 2,5–4 мм<sup>2</sup> могут иметь две или три жилы. Эти провода прокладывают открыто (см. далее) в сухих помещениях по несгораемым и трудносгораемым конструкциям непосредственно. Шов металлической оболочки при вертикальной прокладке обращен в сторону опорной поверхности; при горизонтальной прокладке шов направлен вниз. Изгибают провода ПРФ и АПРФ с помощью специальных клещей.

В трубах прокладывают провода марок АПРВ, АПР и др., а также специальные провода для прокладки в стальных трубах марок ПРТО с медными или АПРТО с алюминиевыми жилами 1, в резиновой изоляции 8 и общей оплетке 7 из хлопчатобумажной пряжи (см. рис. 138, *е*).

Области применения стальных и пластмассовых труб, а также марки проводов, прокладываемых в трубах, определены правилами и нормами.

На участках проводки, выполненной в основном в стальных трубах, где требуется гибкость, применяют гибкие металлические рукава. Они уплотнены, но негерметичны. Для соединения, оконцевания и крепления труб и металлорукавов предназначен ряд электромонтажных изделий: муфт, втулок, скоб.

**Кабели.** В сырых и особо сырых помещениях можно встретить проводку, выполненную кабелями. Кабель с резиновой изоляцией жил (Р), голый (Г), т. е. без брони поверх оболочки 9, трехжильный показан на рис. 138, *ж*. В зависимости от материала оболочки (поливинилхлоридный пластикат, негорючая светостойкая резина – найрит)

эти кабели соответственно имеют марки ВРГ, НРГ (медные жилы) или АВРГ, АНРГ (алюминиевые жилы), оболочка кабелей ВВГ, АВВГ и АВПГ выполнена из поливинилхлоридного пластиката, а жилы изолированы поливинилхлоридным пластикатом (ВВГ и АВВГ) или полиэтиленом (АВПГ).

**Плоские провода** получили большое распространение и выпускаются следующих марок:

ППВ (медные жилы) и АППВ (алюминиевые жилы). Они изолированы поливинилхлоридным пластикатом и имеют две или три жилы (рис. 139, а). Две жилы разделены широкой пленкой (перемычкой), которая служит для крепления проводов. Основное назначение проводов марок ППВ и АППВ – неподвижная открытая или скрытая прокладка в сухих и сырых помещениях.

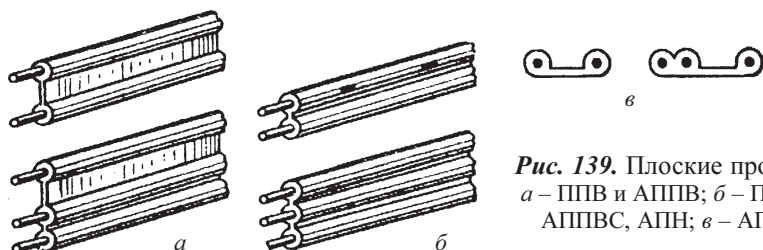
ППВС (медные жилы) и АППВС (алюминиевые жилы) – двух- и трехжильные с изоляцией из поливинилхлоридного пластиката без перемычки (см. рис. 139, б). Основное назначение этих проводов – скрытая прокладка в сухих и сырых помещениях.

АПН – с алюминиевыми жилами двух- и трехжильные без перемычки (см. рис. 139, б) с изоляцией светостойкой найритовой (негорючей) резиной.

АППР – двух- и четырехжильные сечением 2,5; 4; 6 или 10 мм<sup>2</sup>. Жила алюминиевая, изоляция резиновая, не распространяющая горение (см. рис. 139, в). Провода могут работать при температуре окружающей среды от –30 до +40 °С и напряжении до 660 В переменного тока.

Плоские провода можно прокладывать открыто по стенам, перегородкам и перекрытиям, покрытым сухой гипсовой или мокрой штукатуркой, а также по несгораемым стенам и перегородкам непосредственно поверх обоев или под ними.

Открытая прокладка плоских проводов непосредственно по деревянным стенам, перегородкам и потолкам, как правило, не допускается. В случае необходимости провода прокладывают по слою листового асбеста толщиной не менее 3 мм. Важно, что плоские провода запрещается открыто прокладывать в пожароопасных помещениях и на чердаках.



**Рис. 139.** Плоские провода: а – ППВ и АППВ; б – ППВС, АППВС, АПН; в – АППР

При прокладке проводов необходимо учитывать, что:

а) для открытой прокладки пригодны только провода в поливинилхлоридной изоляции, которая окрашена в любой цвет. Изоляция натурального цвета (без красителей) на свету портится. Эти провода предназначены только для скрытой прокладки;

б) при скрытой прокладке проводов марки АПН под слоем штукатурного раствора, в заштукатуриваемой борозде и т. п., для внутренних отделочных работ, а также для заделки борозд нельзя применять растворы, содержащие добавки поташа, мылонафта и других веществ, разрушающих найритовую изоляцию и алюминиевые жилы проводов;

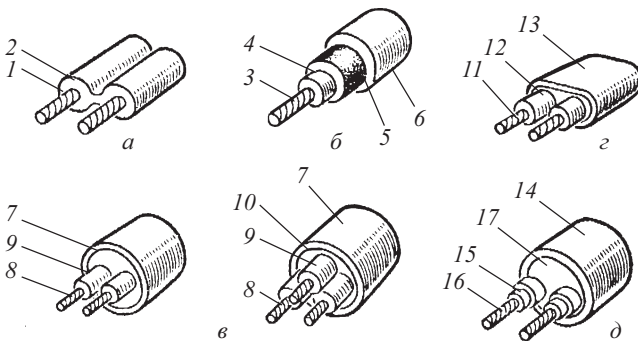
в) метки (см. рис. 139, б) сделаны на одном из проводов, чтобы при монтаже легко различать жилы.

**Соединительные шнуры для бытовых приборов, настольных и напольных светильников** могут иметь сечения медных жил 0,35; 0,5; 0,75 и 1 мм<sup>2</sup> и состоят из двух или трех жил.

Сечение 0,35 мм<sup>2</sup> применяют для проводов электробритв, машинок для стрижки волос, абонентских громкоговорителей; сечение 0,5 мм<sup>2</sup> — для дорожных утюгов, медицинских грелок, электрических паяльников, настольных ламп, вентиляторов, телевизоров, радиоприемников, приводов швейных машин; сечение 0,75 мм<sup>2</sup> — для утюгов мощностью до 500 Вт, холодильников, стиральных машин, полотеров, пылесосов, разветвителей и удлинителей, трансформаторов к бытовым приборам; сечение 1 мм<sup>2</sup> — для утюгов и плиток мощностью более 600 Вт.

Трехжильные провода применяют для переносных приемников, требующих заземления (зануления) нетокопроводящих металлических частей.

Примеры исполнения шнуров даны на рис. 140. Для питания от сети радиоприемников, холодильников, бытовых трансформаторов



**Рис. 140.** Шнуры для бытовых приборов, настольных и напольных светильников:

а — ШБПВ; б — ШБКВ и ШБКР; е — ШБРО; з — ШБВВП; д — ШБТР

и других приборов, где шнур редко подвергается механическим деформациям, применяется шнур марки ШБПВ (см. рис. 140, *а*). Он имеет параллельно уложенные жилы 1 в поливинилхлоридной изоляции 2.

Шнуры для напольных и настольных светильников, вентиляторов, магнитофонов, электропроигрывателей, чайников, паяльников, электрических грелок и т. п., часто подвергающиеся деформациям, показаны на рис. 140, *б–з*. Концентрический шнур (см. рис. 140, *б*) имеет центральную жилу 8 и концентрическую 5, изоляции 4 и 6 выполнены из поливинилхлоридного пластиката (марка ШБКВ) или резины (марка ШБКР). Шнур марки ШБРО (см. рис. 140, *в*) имеет жилы 8, изолированные резиной 9, общую оплетку 7 из хлопчатобумажных ниток и заполнение 10 хлопчатобумажной пряжей или синтетическим волокном. Жилы имеют разную расцветку. Жилы 11 плоского шнура марки ШБВВП (см. рис. 140, *з*) изолированы поливинилхлоридным пластикатом 12, заключены в общую оболочку 13. Шнур повышенной гибкости марки ШБПВГ устроен примерно так же.

Если в зоне соединения шнура с прибором температура превышает 70 °С, то вставку выполняют из нагревостойкого провода.

На рис. 140, *д* показан шнур марки ШБТР для электрических утюгов, электроплиток и других нагревательных приборов. Жилы 16 изолированы кремнийорганической резиной 15, из нее же сделана оболочка 14. Заполнитель 17 – хлопчатобумажная пряжа или синтетическое волокно.

Для полотеров, пылесосов, стиральных и тому подобных машин применяют шнуры, которые не боятся стирания и влаги, марок ШБВЛ (поливинилхлоридные изоляция и оболочка) и ШБРЛ (резиновые изоляция и оболочка). Эти шнуры сечением 0,5–1,5 мм<sup>2</sup> имеют две, три или четыре жилы и называются легкими. Аналогичные шнуры больших сечений (0,75–4,0 мм<sup>2</sup>) марок ШБВС (ШБРС) называются средними.

Многие провода для бытовых электроприборов изготавливаются определенной длины и армированы неразъемными вилками.

**Сечение жил** в зависимости от нагрузки и материала (медь, алюминий) выбирают по табл. 56, составленной на основании ПУЭ.

Длительные токовые нагрузки на провода, применяемые в жилых зданиях, не должны превышать значений, указанных в табл. 56.

Сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Длительные нагрузки, А, на провода и шнуры в пластмассовой и резиновой изоляции					
	Открытая прокладка проводов с жилами		Скрытая прокладка алюминиевых проводов			
	медными	алюминиевыми	двух одно- жильных	трех одно- жильных	одного двух- жильного	одного трех- жильного
0,5	11	–	–	–	–	–
0,75	15	–	–	–	–	–
1	17	–	–	–	–	–
1,2	20	–	–	–	–	–
1,5	23	01	19	1 и 10	17	14
2,0	26	21	19	18	17	14
2,5	30	24	20	19	19	16
3	34	27	24	22	22	18
4	41	32	28	28	25	21
5	46	36	32	30	28	24
6	50	39	36	32	31	26

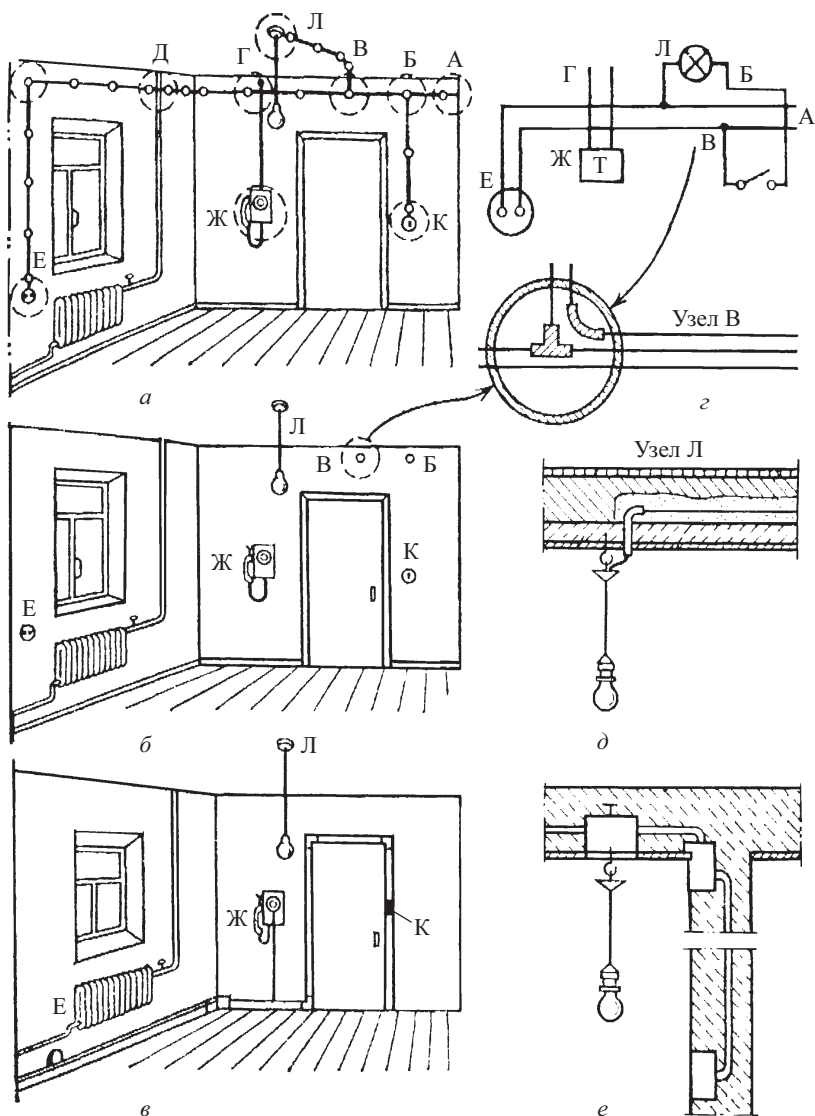
## 2. Небольшие монтажные работы. Ремонт электропроводки

**Виды проводок.** На рис. 141 даны примеры различных видов проводок. Открытая проводка (см. рис. 141, *а*) выполняется либо на роликах шнуром ШРПЛ или витыми проводами ПРД, ПРВД, либо плоскими проводами ППВ, АППВ, АППР. При скрытой проводке (см. рис. 141, *б*) провода прокладывают либо под штукатуркой (несменяемая проводка) – рис. 141, *д*, либо в замоноличенных винипластовых трубах (сменяемая проводка) – рис. 141, *е*. При скрытой проводке ответвления и соединения выполняют в ответвительных коробах (см. рис. 141, *з*), утопленных в стену.

На рис. 141, *б* видны их круглые крышки. Проводку в электротехнических плинтусах иллюстрирует рис. 141, *в*.

Необходимо подчеркнуть, что в кухнях жилых квартир могут применяться те же виды электропроводки, что и в жилых комнатах и коридорах.

В ванных комнатах, душевых должны, как правило, выполнять скрытую проводку. Если же там выполняют открытую проводку, то провода и кабели должны быть защищены, но не металлическими оболочками и не стальными трубами. Выключатели для ванных комнат и уборных устанавливают вне помещений, вблизи входов. Штепсельные розетки в ванных комнатах устанавливать запрещено, кроме



**Рис. 141.** Основные узлы электропроводки, проложенной на роликах или же плоскими проводниками в бороздах

штепсельной розетки для включения электробритвы, но она присоединена к сети через разделяющий трансформатор.

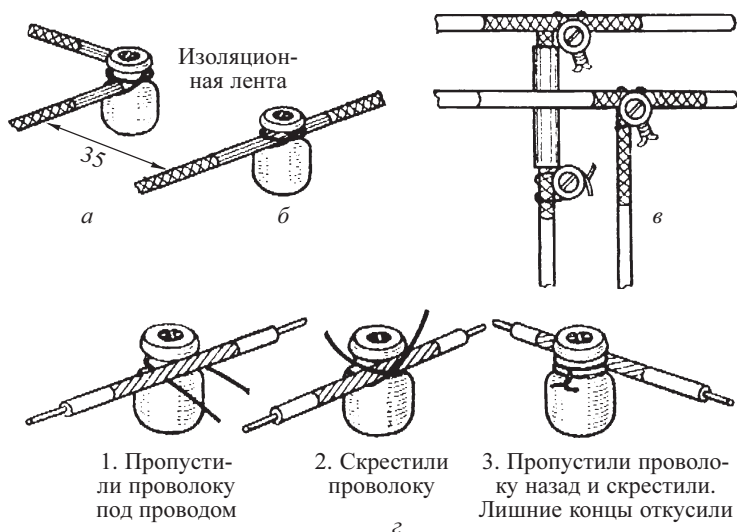
Использовать эту розетку для питания других, более мощных электроприборов запрещается.



**Прокладка провода марок ПР, АПР, ПРВ, АПРВ, ПВ, АПВ, ПРД, ПРВД и шнура ШРПЛ.** Провода ПРД, ПРВД и шнур ШРПЛ натягивают на ролики и привязывают на угловых и концевых роликах шпагатом, тонкой тесьмой или кусками оплетки с обрезков шнура. Между роликами должны быть, как правило, одинаковые расстояния, но не менее 800 мм. А так как провода не должны подходить к стенам и потолку ближе чем на 10 мм, приходится иногда ставить дополнительные ролики, но не все из них нужно крепить к балкам и карнизам. В местах ответвлений (узлы Б и В на рис. 141, а) и обходов труб (узел Д) ролики необходимы.

В настоящее время шнуры и витые провода почти никогда не применяют, а открытые проводки часто выполняют плоскими проводами марок ППВ, АППВ или АППР.

Провода ПР, АПР, ПРВ, АПРВ, ПВ и АПВ привязывают к роликам типа РП-2,5 крестом, как показано на рис. 142, б и г, а на углах, где требуется более прочное крепление, – крестом с хомутом (см. рис. 142, а). В месте вязки провод дополнительно изолируют двумя слоями изоляционной ленты. Для вязки применяют оцинкованную проволоку (она не ржавеет) или жилы остающихся обрезков провода. Вязку на промежуточных (не угловых и конечных!) роликах можно выполнять с помощью колец или шнура из светостойкого пластика (поливинилхлорида). На рис. 142, в показано ответвление проводов.



**Рис. 142.** Прокладка проводов марок ПР, АПР, ПРВ, АПРВ, ПВ и АПВ и вязка их к роликам:

а – «крест с хомутом»; б, г – вязка «крестом»; в – ответвление проводов

**Прокладка плоских проводов.** Плоские провода прокладывают как открыто, так и скрыто, причем способ прокладки определяется:

а) материалом стен и перекрытий;

б) наличием или отсутствием у провода разделительной пленки (провода ППВ, АППВ, АППР имеют пленку, у проводов АПН, ППВС, АППВС пленки нет);

в) изоляцией проводов (изоляция проводов ППВ, АППВ, ППВС, АППВС без красителя, прозрачная, несветостойкая, значит, эти провода нельзя прокладывать открыто; изоляция провода АПН нестойка к штукатурным растворам, содержащим поташ и мылонафт).

К сухой гипсовой или мокрой штукатурке 1, а также по несгораемым стенам и перекрытиям провод 2, имеющий пленку, прибивают гвоздями 3 с малой шляпкой (рис. 143, а) через каждые 200–250 мм, но не реже чем через 400 мм. При прокладке по деревянной стене открыто (см. рис. 143, б) под провод надо подкладывать полоску асбеста 4 толщиной не менее 3 мм, выступающую по обе стороны не менее чем на 5 мм.

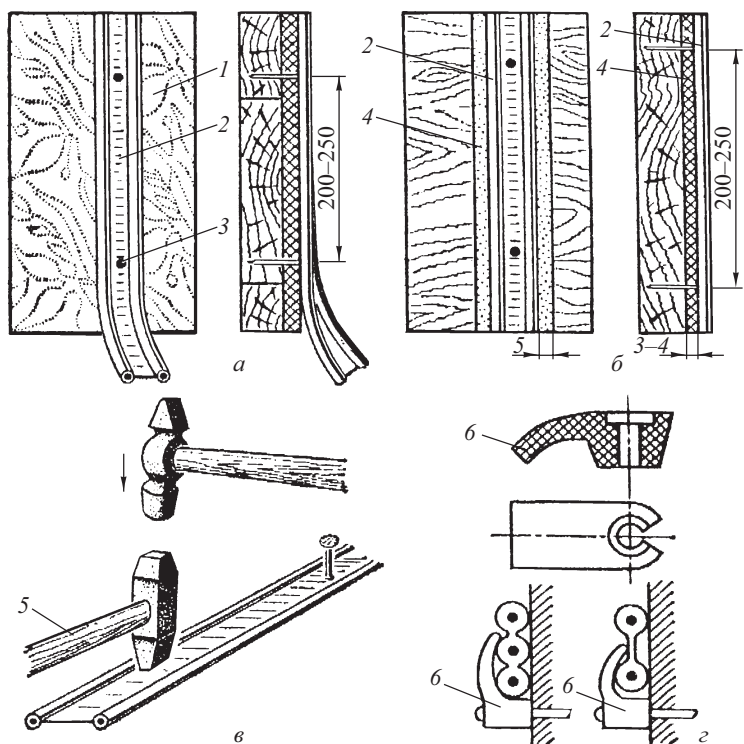


Рис. 143. Открытая прокладка плоских проводов

Прибивать гвозди нужно осторожно, пользуясь оправкой 5 (см. рис. 143, в), чтобы не повредить изоляцию.

Кроме крепления гвоздями провода прикрепляют пластмассовыми или резиновыми скобками 6 (см. рис. 143, з), а провода АППР иногда приклеивают.

Провод 2, прокладываемый под слоем мокрой штукатурки 1 по несгораемой стене (перегородке), закрепляют («примораживают») строительным гипсом 3 или алебастром (рис. 144, а). Если несгораемая стена (перегородка) покрывается сухой гипсовой штукатуркой 7, то провод 2 прокладывают в заштукатуриваемой борозде 4 в толще стены (перегородки) 5 в сплошном слое 6 алебастрового намета (см. рис. 144, б) либо под слоем листового асбеста.

По деревянным, покрываемым мокрой штукатуркой стенам и перегородкам (см. рис. 144, в) провод 2 прокладывают по слою листового асбеста 8 толщиной не менее 3 мм или намету штукатурки толщиной не менее 5 мм. Асбест или намет штукатурки кладут либо поверх драпки, либо в борозду, вырезанную в ней. Асбест (намет штукатурки) должен выступать по обе стороны провода не менее чем на 5 мм. Провод примораживают алебастром 3.

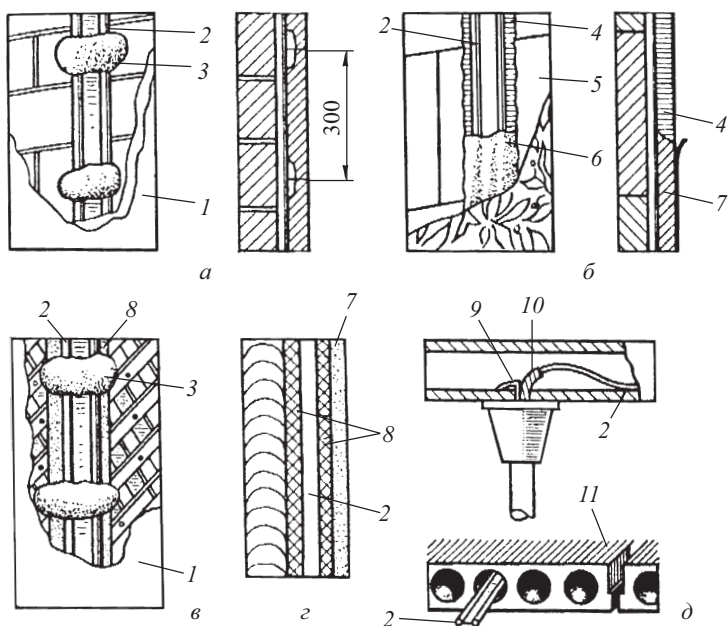


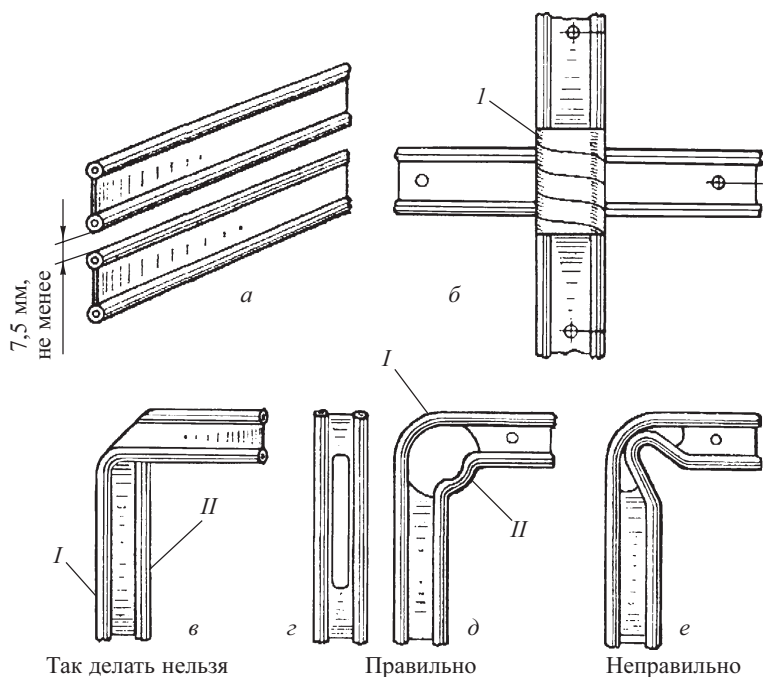
Рис. 144. Скрытая прокладка плоских проводов

По деревянным стенам и перегородкам, покрываемым сухой гипсовой штукатуркой 7, провод 2 прокладывают либо в сплошном слое алебастрового намета, либо между двумя слоями 8 листового асбеста, выступающего с каждой стороны не менее чем на 5 мм (см. рис. 144, *з*).

Прокладку проводов в пустотах плит перекрытия 11 иллюстрирует рис. 144, *д*. На нем видны крюк 9, на котором висит арматура, а также дополнительная изоляция 10 провода 2 при вводе в арматуру.

Крюк в потолке для подвешивания арматуры (люстр и т. п.) нужно изолировать, обматывая, например, двумя-тремя слоями изоляционной ленты. Крюки, ввинчиваемые в деревянные перекрытия, изолировать не нужно.

Если плоские провода проходят рядом, то между ними нужно оставлять просветы (рис. 145, *а*). При пересечении проводов один из них (верхний) дополнительно изолируют тремя-четырьмя слоями изоляционной ленты 1 (см. рис. 145, *б*).



**Рис. 145.** Параллельная прокладка, пересечения и изгибание проводов марок ППВ и АППВ

Нельзя изгибать провода, как показано на рис. 145, *e*, так как при этом проводники I и II пересекаются без дополнительной изоляции. Чтобы изогнуть провод, нужно аккуратно удалить часть разделительной пленки (см. рис. 145, *z*) и затем так изогнуть провод, чтобы проводник II в месте изгиба был удален от проводника I (см. рис. 145, *d*), но не приближен к нему (см. рис. 145, *e*).

В местах ввода проводов ППВ и АППВ в выключатели, штепсельные розетки, ответвительные коробки разделительную пленку также выкусывают, а участки, где проводники I и II могут соприкаться, дополнительно изолируют.

**Прокладка плоских проводов, не имеющих разделительной пленки.** Эти провода скрыто прокладывают так же, как провода марок ППВ и АППВ, но при открытой прокладке их нельзя прибавать гвоздями, поэтому провода крепят скобками. В местах поворотов провод изгибают на ребро, но радиус изгиба должен быть достаточно велик, чтобы изоляция не коробилась.

**Прокладка плоских проводов на роликах.** В жилых и производственных помещениях (кроме пожаро- и взрывоопасных) плоские провода разрешается прокладывать на роликах только в сельской местности.

В местах установки ролика разделительную канавку провода 1 разрезают, проводники I и II разводят, надевают на ролик 2 и привязывают к нему (на рис. 146, *a* вязка к ролику не показана).

Для крепления проводов 5 марок ППВ и АППВ под головку шурупа, закрепляющего ролик, подкладывают металлическую пластинку 3; поверх шурупа кладут полоску картона 4, а на нее – провод 5 (см. рис. 146, *b*). Изгибают внахлестку картонную полоску, затем металлическую и закрепляют ее кольцом 6, при этом картонная полоска должна быть шире металлической.

**Крепление трубчатых проводов и кабелей.** Трубчатые провода и кабели крепят скобами.

**Предупреждение!** Крепление трубчатых проводов и кабелей, а также все виды скрытой и плинтусной проводок должны выполняться только специалистами.

**Крепление роликов.** Проще всего крепить ролики к деревянным основаниям. Для этого достаточно сделать шилом небольшое направляющее отверстие и затем шурупом с круглой головкой привинтить ролик (рис. 147, *a*).

Нельзя стучать молотком по головке шурупа: так можно сплющить прорезь (шлиц) для отвертки и обвалить штукатурку.

Винты с резьбой для крепления по дереву называются шурупами.

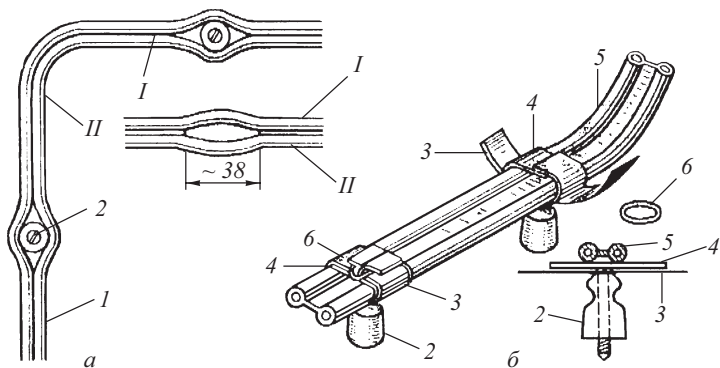


Рис. 146. Прокладка плоских проводов на роликах

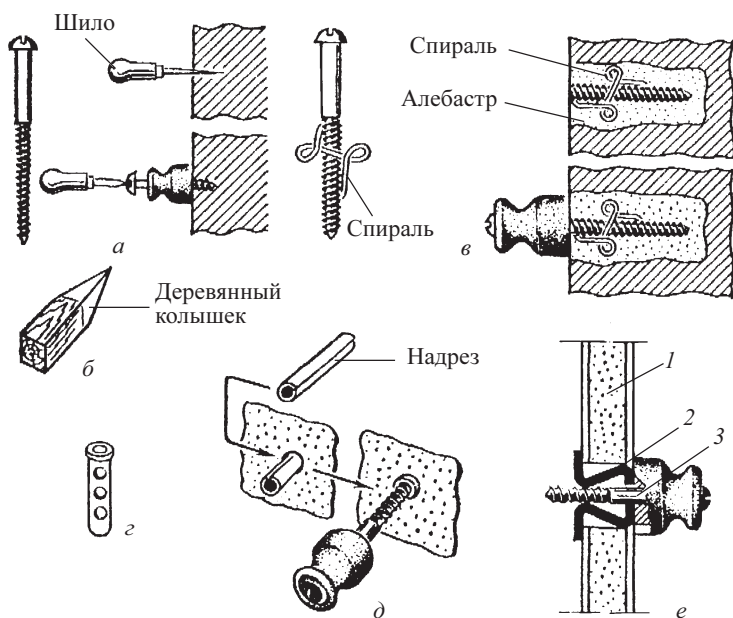


Рис. 147. Крепление роликов

В кирпиче и бетоне шилом отверстие проделать нельзя. Здесь пользуются сверлами или небольшим зубильцем, или тонким коротким шлямбуром-пробойником (стальной трубкой с зазубренным концом) и молотком. В пробитое отверстие вставляют такой предмет, который в нем будет прочно держаться и в который легко ввинчивается шуруп. Это может быть либо деревянная пробка-кольшек (см. рис. 147, б), либо спираль из вязальной проволоки (см. рис. 147, в), либо дюбель с волокнистым наполнителем (см. рис. 147, з), либо просто кусочек изоляционной трубки (см. рис. 147, д).

Спираль делают из вязальной проволоки, накручивая ее на шуруп так, чтобы он легко ввинчивался в спираль и вывинчивался из нее и чтобы у спирали снаружи были выступающие части: их и «прихватит» алебастр, с помощью которого спираль укрепляется в отверстии.

Алебаstra нужно разводить немного и использовать его сразу. Застывший алебастр растолочь можно, но развести его больше нельзя.

Дюбель – металлическая гильза. В ней находится пенька, пропитанная противогнилостным составом (см. рис. 147, з). Отверстие под дюбель должно быть определенных размеров, так чтобы он в него плотно входил. Когда в пеньку завинчивают шуруп, он распирает гильзу и она прочно закрепляется в отверстии.

В некоторые сорта штукатурки (особенно в старых домах) и на потолках шурупы хорошо ввинчиваются.

**Запомни!** Прежде чем долбить отверстия, нужно хорошо знать, из чего сделаны стена или потолок. В квартирах бывают капитальные каменные стены и перегородки из дерева. На потолке под слоем штукатурки бывает дранка, на которой держится штукатурка, или доски, бывают потолки бетонные. Если начать долбить карниз или загонять в потолок с деревянной дранкой кольшек, штукатурка обвалится и получится дыра.

Крепление на сухой штукатурке 1 показывает рис. 147, е. Сначала в штукатурке высверливают отверстие, затем в него закладывают скобу 2 и, наконец, ввинчивают шуруп 3 с роликом. Ролик и скоба как бы стягивают штукатурку и прочно держатся на ней. Перед тем как скоба будет введена в отверстие, ее усики сжимают.

**Крепление электроустановочных устройств.** В зависимости от вида электропроводки и исполнения электроустановочных устройств их крепят по-разному. Если выполняется открытая проводка, то штепсельные розетки, выключатели и переключатели, настенные и потолочные патроны привинчивают двумя шурупами к деревянным розеткам диаметром немного большим, чем диаметр устройства. Розетку 1 (рис. 148, а) привинчивают одним шурупом 2 с плоской так

называемой потайной головкой, которая несколько вдавливается в розетку, иначе утапливается заподлицо. К розетке устройство привинчивается шурупами 3. Некоторые устройства не требуют розеток, так как их роль выполняет пластмассовое монтажное основание выключателя.

Если проводку выполняют скрыто, но применяют неутепленные устройства, то их также крепят к деревянной розетке. Однако розетку привинчивают не одним, а двумя шурупами 4, так как в центре розетки должно быть отверстие 5, через которое из стены выходят провода. Провода через отверстия должны проходить либо в трубке, либо через пластмассовую втулку 6 (см. рис. 148, б).

Если проводку выполняют скрыто и применяют утепленную арматуру, то ее укрепляют в коробках или нишах. В кирпичные, бетонные и подобные им стены коробка замурована; в деревянных стенах высверливают гнезда, вставляют в них коробку и привинчивают шурупами. В негорюемых перегородках вместо металлических могут устанавливать полиэтиленовые монтажные коробки, в которых выключатели и розетки при скрытой установке крепят шурупами.

При сооружении современных домов промышленными методами отверстия для коробок оставляют при изготовлении строительных конструкций.

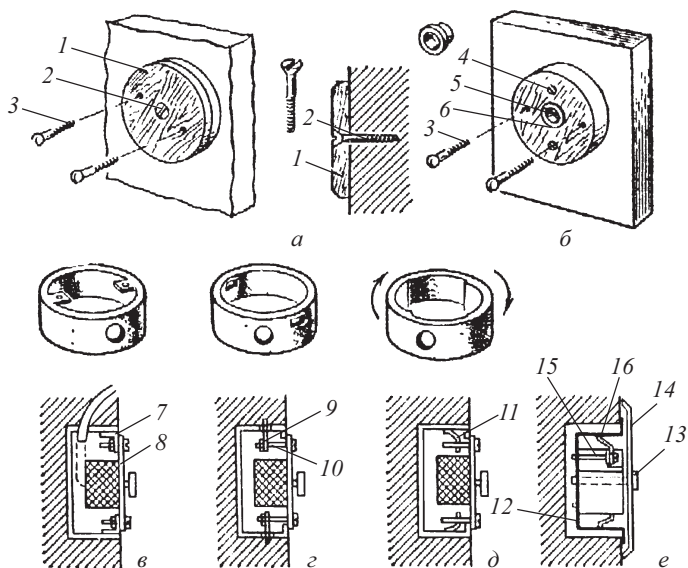


Рис. 148. Крепление установочных устройств



Примеры различных способов крепления арматуры в коробках приведены на рис. 148, *в–е*.

Рис. 148, *в* показывает выключатель 8, привинченный к скобкам 7. В коробке (см. рис. 148, *з*) сделаны отверстия, в которые при установке выключателя (штепсельной розетки) вводят скобы 9, после чего ввинчиваются винты 10.

Можно встретиться с установкой арматуры в такой коробке, которая показана на рис. 148, *д*. В этом случае арматуру вводят через участок коробки, где отверстие шире, а затем поворачивают, чтобы скобы 11 оказались под выступами.

Современные устройства крепят, как правило, с помощью распорных лапок, как показано на рис. 148, *е*. Например, вывинчивая винт 13, снимают крышку 14 штепсельной розетки и вставляют ее в нишу (или коробку). Для этого надо сначала немного вывинтить из монтажной скобы 12 винты 15, чтобы освободить распорные лапки 16. При этом расстояние между их торцами уменьшится и розетка (выключатель) легко войдет в нишу. Затем винты 15 надо ввинтить: распорные лапки раздвинутся и плотно закрепят в нише розетку. И наконец, следует привинтить крышку.

Надплинтусные штепсельные розетки (см. рис. 129) и подпотолочные выключатели устанавливаются без розеток.

Люстры тяжелы, поэтому их можно подвешивать только к заранее заготовленным крючкам и притом предварительно испытанным. Самим ввинчивать крючья для люстр нельзя, они могут оказаться недостаточно прочными.

**Шурупы.** Для роликов нужны шурупы с круглой головкой (плоская головка создает большое давление на края отверстия в ролике и может его расколоть) размерами  $4 \times 40$  (4 – диаметр, а 40 – длина шурупа) плюс толщина штукатурки. Для деревянных розеток размеры шурупов те же, но головка плоская (круглую головку утопить нельзя, так как она будет мешать проводам). Для крепления розетки служат шурупы  $3,5 \times 26$  мм.

**Проход через стены и обход препятствий.** На рис. 149, *а* показан проход провода 1 через стену. В отверстие в стене вставлена резиновая полутвердая трубка 2 с внутренним диаметром 9–11 мм, а по концам на нее надеты фарфоровые втулки 3. Для ввода в сырые помещения каждый провод проходит в отдельной трубке, и со стороны сырого помещения надевают не втулки, а воронки 4. В сырых помещениях вводные отверстия втулок заливают расплавленной изолирующей массой со стороны того помещения, где температура выше.

Пример использования воронок 4 дан на рис. 149, *б*, где показан обход трубы, проложенной по стене. Обратите внимание: кон-

цы воронки выступают из стены, а полутвердая трубка входит в воронки.

Если при пересечении проводов они касаются друг друга, то в месте пересечения на провод надевают кусок изолирующей трубки (рис. 142, *в*) или провод дополнительно изолируется лентой (рис. 145, *б*).

**Зачистка соединений и изоляция проводов и шнуров.** Чтобы соединить провода, их нужно прежде всего очистить от изоляции. Это делают ножом, а нитки от оплетки отрезают ножницами. Нож нужно держать не перпендикулярно проводу, а плашмя, чтобы не подрезать жилы. Нельзя держать зачищаемый провод на пальцах левой руки: так можно не только порезать руку ножом, но и занозить ее заусенцами, срезаемыми иногда с провода.

Для соединения (сращивания) двух кусков провода марки ПРД плотно скручивают тонкие проволочки, чтобы они не отделялись, потом скрещивают провода (рис. 150, *а*), а затем концом левого провода делают 7–8 оборотов, плотно окружая ими правый провод. Концом правого провода в другом направлении окружают левый провод (см. рис. 150, *б*). Место скрутки рекомендуется пропаять. Нельзя соединять провода так, как показано на рис. 150, *в* (будет плохой контакт) и рис. 150, *г* (это недостаточно прочно).

Место соединения изолируют изоляционной лентой. Лента должна быть обращена к проводу липкой стороной, находить на изоляцию обоих соединяемых проводов (см. рис. 150, *д*), плотно натягиваться и накладываться внахлестку, т. е. каждый следующий виток должен частично закрывать предыдущий (см. рис. 150, *е*). При соединении шнура его различные провода соединяют вразбежку (см. рис. 150, *ж*).

Выполнение ответвлений по операциям показано на рис. 150, *з–к*. Участок, который должен быть изолирован, отмечен штриховой линией. Если нужно сделать ответвление от обоих проводов, то его выполняют вразбежку (см. рис. 150, *к*).

**Соединение плоских проводов** выполняют только в ответвительных пластмассовых или металлических коробках; металлические коробки внутри имеют обкладку из изолирующего материала. В сухих и влажных помещениях вместо ответвительных коробок могут быть использованы гнезда (ниши) в несгораемых стенах и перекрытиях с гладкими стенками, закрытые крышками. При скрытой прокладке ответвления можно выполнять во вводных коробках выключателей, штепсельных розеток и светильников. Необходимо оставлять запас проводов при вводе в коробку не менее 50 мм.

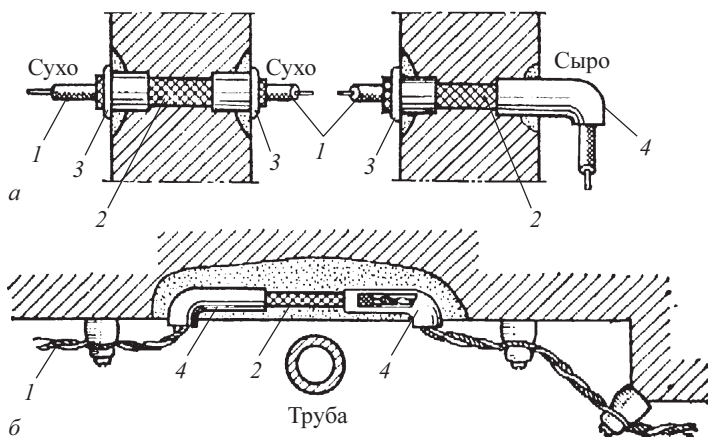


Рис. 149. Проход через стены и обход препятствий

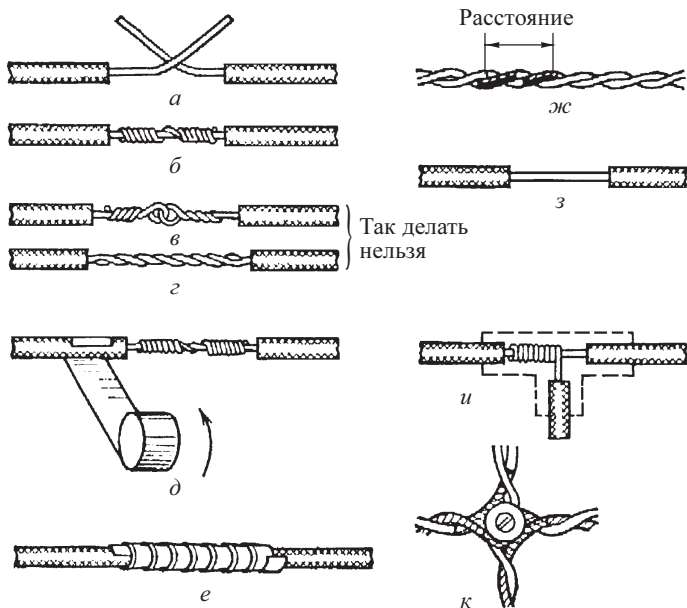


Рис. 150. Соединение и изолировка медных проводов марок ПР, ПВ, ПРД и шнуров

Для ввода в коробку у проводов вырезают на длине 100 мм разделительную пленку (рис. 151, *а*). Провода вводят в коробку либо через отверстия (см. рис. 151, *з*), либо выламывая в стенках коробки более тонкие участки, называемые подпрессовками (см. рис. 151, *б* и *в*).

В коробках без зажимов (см. рис. 151, *в*) для соединений применяют пайку, сварку или опрессовку. Места соединений либо изолируют так, как показано на рис. 151, *в*, либо надевают на соединенные сваркой или опрессовкой места пластмассовые изолирующие колпачки.

В домашних условиях ни сварка, ни опрессовка невыполнимы. Распространены ответвительные коробки с зажимами. Пример коробки, в которой зажимы расположены на выемной шайбе, дан на рис. 151, *д*.

**Соединение алюминиевых проводов** представляет большие трудности и в домашних условиях может выполняться только на зажимах, причем для этой цели пригодны не всякие зажимы. Дело в том, что алюминий под давлением течет, вследствие чего контакт ухудшается. Поэтому к зажимам для алюминиевых проводов предъявляют особые требования: постоянный нажим и предотвращение выдавливания провода из зажима.

Примеры зажимов для алюминиевых проводов даны на рис. 152.

На кольцо провода 4 надевают звездочку 3 (см. рис. 152, *а*) или скобу 3 (см. рис. 152, *в*). Звездочка (скоба) не дает кольцу раздаваться в стороны. Разрезные шайбы 2 пружинят, поддерживая постоянство давления винта 1.

Зажимы установочных устройств, выпускаемых в настоящее время, приспособлены для присоединения алюминиевых проводов. Пример исполнения такого зажима (для присоединения провода к гильзе предохранителя) дан на рис. 152, *б*.

**Соединение алюминиевых проводов с медными.** Рис. 152, *в* показывает один из зажимов, с помощью которого можно алюминиевый провод 4 соединить с медным проводом 6. Кольца обоих проводов накладывают на пластинку 5, присоединяют к ней, а затем место соединения закрывают пластмассовым чехлом, который состоит из двух половинок: 7 и 8. Такого рода зажимы необходимы для присоединения алюминиевых проводов (которыми делают скрытые проводки) к медным арматурным проводам, выходящим из люстр. Зажим, показанный на рис. 152, *в*, широко распространен, но это старая конструкция.

На присоединение к винтовому зажиму требуется некоторое время, а так как при новом строительстве приходится присоединять провода к десяткам миллионов зажимов, то затрата времени существенна. Поэтому разрабатывают безвинтовые зажимы, в них провода зажимаются пружиной. Принципиальная схема безвинтового зажима дана на рис. 152, *г*. Плоская пружина 10 закусывает жилу провода 9.



Нужно обратить внимание на то, чтобы загнутые края скоб (рис. 152, в) и звездочек (рис. 152, а) были короче диаметра зачищенного провода. В противном случае провод невозможно будет зажать и скоба или звездочка вместо пользы принесет вред.

**Присоединение медных проводов к приборам.** Присоединение проводов к приборам выполняют несколькими способами в зависимости от конструкции прибора. На проводе делают замкнутое (рис. 153, а) или разомкнутое (см. рис. 153, б) колечко, свивая его обязательно в направлении завинчивания винтов и гаек, иначе при завинчивании колечко разойдется. Проволочки, образующие жилу, скручивают и пропаивают или обжимают пистоном. Между головкой винта 2 и колечком 1 кладут шайбу 3 (см. рис. 153, в). Лучше иметь две шайбы с обеих сторон колечка (см. рис. 153, г). Если одним винтом присоединяют два провода, то между ними должна быть обязательно шайба 4 (см. рис. 153, д), иначе при завинчивании винта колечко на одном из проводов может раздаться в стороны и другое колечко в него провалится.

Соединение с помощью шпильки 5 с двумя гайками 6 и шайбами 7 показано на рис. 153, е. Когда одну гайку заворачивают, другую необходимо придерживать гаечным ключом (лучше) или пассажимами (хуже), чтобы она была неподвижна. К выключателям и патронам некоторых исполнений провода присоединяют, как показано на рис. 153, ж: вставляют зачищенный конец провода 8 в цилиндрическую обойму 9, после чего провод сдавливают при завинчивании винта 10.

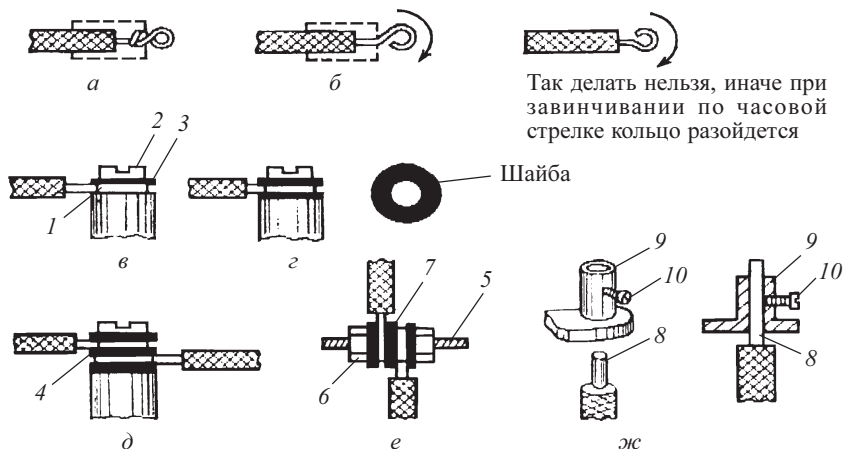


Рис. 153. Способы присоединения медных проводов

Места соединения проводов и колечки нужно пропаявать. Для пропайки проводов небольших сечений иногда применяют тиноль – измельченный сплав олова и свинца, смешанный с канифолью, или же припой из сплава свинца и олова, причем флюсом, т. е. веществом, расплавляющим в горячем состоянии окислы меди, служит канифоль. Применять при пайке проводов нашатырь и кислоту нельзя. В настоящее время пайку вытесняет сварка, а также механическое соединение путем опрессовки. Например, на концы соединяемых проводов надевают гильзу и затем специальным инструментом гильзу вместе с проводами обжимают.

**Монтаж патронов** (рис. 154, *a*) рассмотрим на примере патрона, который показан на рис. 120. Сначала корпус патрона разбирают, разъединив его части 1 и 2, и извлекают вкладыш 3. Затем, пропустив провода через отверстие в детали 1, делают на них колечки 8 и 9, изолируют провода, как описано ранее, и присоединяют винтами 10 и 11. (Нумерация позиций на рис. 120 и 154, *a* одинакова.) Необходимо следить за тем, чтобы отдельные проводники жил не отделялись от общего жгутика. Полезно участок провода, который будет выходить из патрона, дополнительно изолировать.

По правилам в патронах старой конструкции центральный контакт патрона присоединяют к фазному проводу, а контакт, соединяющийся с гильзой цоколя, – к нулевому. На светильники, присоединяемые к сети через двухполюсные штепсельные соединения, эти требования не распространяются.

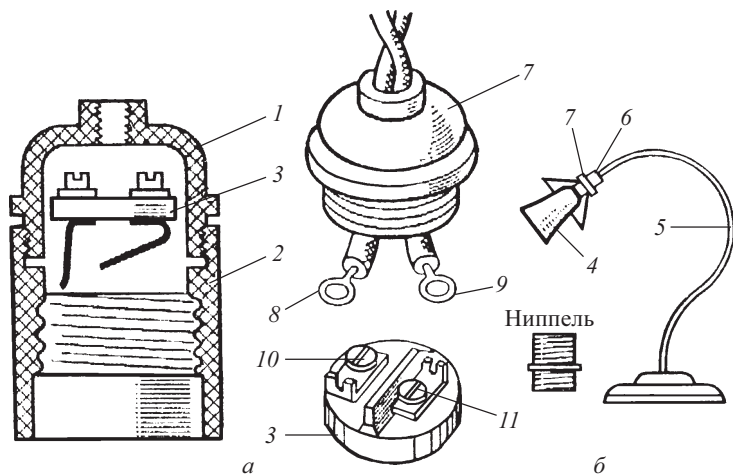


Рис. 154. Монтаж патронов

Могут встретиться старые металлические патроны. Они опасны. Их следует заменить патронами с пластмассовыми или фарфоровыми корпусами.

Светильники присоединяют, как правило, с помощью зажимов, оставляя запас проводов по длине. Крючок в потолке для подвешивания светильников изолируют, если он не ввинчивается в деревянное перекрытие.

Патрон 4 настольной лампы (рис. 154, б) прикрепляют к держателю 5 при помощи ниппеля 6 – небольшой трубочки с бортиком, – по обе стороны которого сделана резьба. Снизу от бортика патрон навинчивается и закрепляется винтом 7. Встречаются и иные конструкции.

**Монтаж выключателей** рассмотрим на примере трехклавишного выключателя, общий вид которого показан на рис. 125, д и 155, а. Но предварительно подчеркнем следующее. Выключатели выпускаются в двух исполнениях: для открытой (см. рис. 155, д) и скрытой (см. рис. 155, з) проводки.

В первом случае монтажное основание 10 укрепляют на стене двумя шурупами 16, а к нему двумя винтами 15 (на рис. 155, б видны их головки) привинчивают основание выключателя.

Во втором случае основание выключателя укрепляют в коробке 7 для утопленного монтажа с помощью распорных лапок 9, стянутых резинкой 8.

Каждая клавиша 2 (см. рис. 155, а и в) имеет вилку 3; вилка входит в пазы стойки 4, которая служит опорой подвижных контактов, укрепленных на клавишах. Клавиши не выпадают, так как их держит фиксатор 11. Фиксатор на рисунке не виден, на рис. 155, е показан только торец его поводка.

Чтобы открыть доступ к контактной части выключателя, надо снять клавиши, а для этого следует:

а) сместить фиксатор по стрелке А, нажимая на прямоугольный выступ поводка фиксатора 11, расположенный сзади основания выключателя 1 (см. рис. 155, е). Если же выключатель установлен, то надо для смещения фиксатора надавить отверткой на торец поводка (рис. 155, ж);

б) не отпуская выступа фиксатора, сместить клавишу вниз до упора по стрелке Б (см. рис. 155, е). Затем, оттянув клавишу по стрелке В, снять ее. В двух- и трехклавишных выключателях клавиши снимают поочередно.

Выключатель со снятыми клавишами показан на рис. 155, б. Провода пропускают через окна 12 в основании 1 и присоединяют винтами 5 и 6. Общий провод, присоединяемый к винту 5, подает пита-



ние на мостик 13. Провода, присоединяемые к винтам 6, соединяются с неподвижными контактами 14. Чтобы ввести провода в выключатель при открытом монтаже, надо в монтажном основании 10 выломать подпрессовку. Присоединив провода, следует установить клавиши, для чего:

а) клавишу накладывают на основание (см. рис. 155, в) так, чтобы концы вилки 3 вошли в пазы стойки 4. В этом положении клавиша должна висеть на основании;

б) нажимая на выступ фиксатора (или на торец его поводка) и прижимая клавишу к основанию, перемещают ее по стрелке Б до упора. Отпускают клавишу, а затем фиксатор.

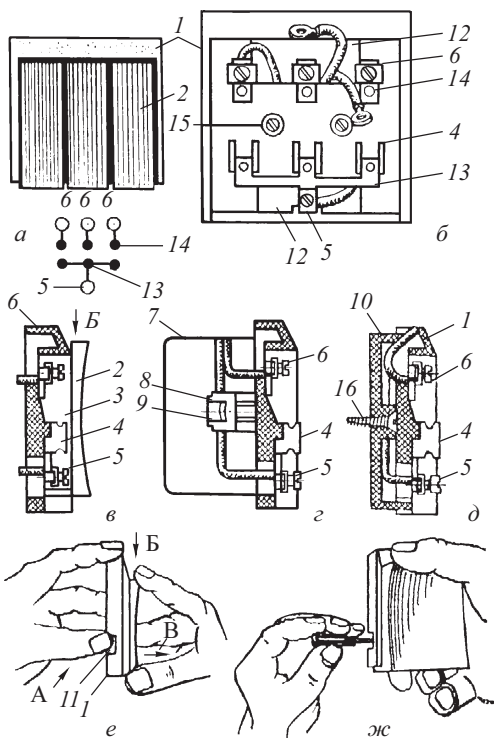
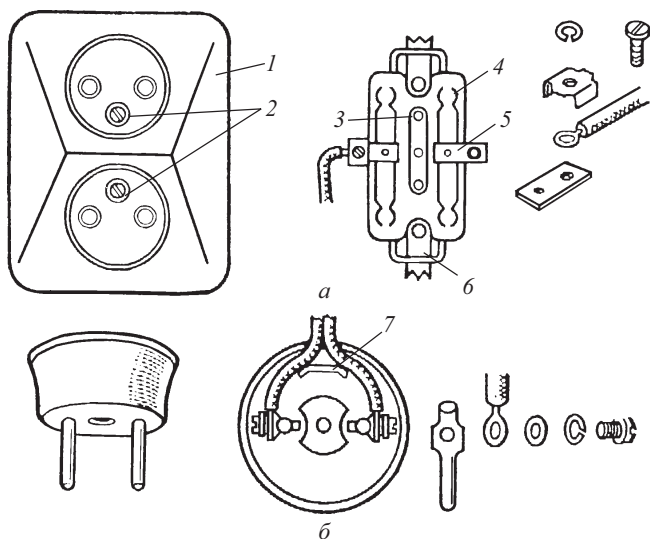


Рис. 155. Монтаж выключателей

**Предупреждение!** Нельзя прилагать больших усилий при снятии и установке клавиши; отвинчивать винты с задней стороны основания; снимать резинку, стягивающую распорные лапки. Провода не должны задевать за клавиши.

**Монтаж штепсельных розеток** рассмотрим на примере двухместной штепсельной розетки для скрытой проводки. Ее внешний вид показан на рис. 156, в. Вывинчивая винты 2 из отверстий 3, снимают крышку 1. Затем к пластинам 5 присоединяют провода. На рис. 156, а видны также гнезда 4 и распорные лапки б. Необходимо, чтобы розетка ни в коем случае не прижимала провода. Для них в фарфоровых розетках для открытого монтажа сделано отверстие, а в крышках пластмассовых розеток расположены две тонкие перепонки, их называют подпрессовками. В зависимости от того, с какой стороны нужно подвести провода, та или иная подпрессовка выламывается.

**Зарядка вилок** иллюстрируется на рис. 156, б. Вилку разбирают, на проводах делают колечки и присоединяют их к штырькам вилки.



**Рис. 156.** Монтаж штепсельных розеток и вилок

Собирая вилку, следят за тем, чтобы штырьки заняли свои места. В ряде конструкций вилки имеют скобки для закрепления провода (см. рис. 133). Вилка, показанная на рис. 156, б, имеет на корпусе прилив 7, фиксирующий положение проводов. Важно тщательно разделить концы проводов, присоединяемых к вилке, и дополнительно их изолировать. Если шнур имеет пластмассовую изоляцию, то дополнительная изоляция не требуется.

**Монтаж звонков.** В старой схеме к звонку подводится питание от сети, а от звонка к кнопке идет проводка после трансформации при напряжении не более 42 В (рис. 112, а). Эта схема применяется в старых домах. В современных домах применяется другая схема (рис. 112, б), где и звонок, и кнопка присоединены непосредственно к сети 127 или 220 В.

**Предупреждение!** Все, что присоединено к сети, должно монтироваться проводами, имеющими изоляцию, рассчитанную на напряжение сети. Ни звонковых, ни телефонных проводов применять нельзя: их изоляция недостаточна. Нужна кнопка на напряжение до 250 В. Звонки продаются в комплекте с такими кнопками.

**Монтаж предохранителей и автоматических выключателей.** Предохранители с задним присоединением проводов (рис. 157, а) устанавливают на щитках из изолирующего материала, или же шпильки проходят внутри изоляционных втулок.

Провода от сети присоединяют к выводам 1 центрального контакта, а нагрузку питают от выводов 2, которые соединены с гильзой предохранителя (см. рис. 157, б).

К автоматическим выключателям и рубильникам питание подводят так, чтобы на их подвижных токоведущих частях при отключенном автоматическом выключателе (рубильнике) не было напряжения (см. рис. 157, в).

Контрольный счетчик может быть установлен на щитке. Важно, чтобы фазный, а не нулевой провод проходил через токовую обмотку счетчика. Провода под щитком не должны касаться стены, или же на них следует надеть изолирующие трубки.

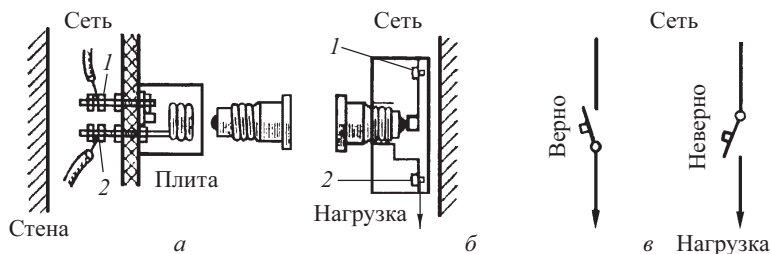


Рис. 157. Монтаж предохранителей

### 3. Заземление (зануление)

Электрические сети переменного тока могут работать как при глухом заземлении нейтрали питающего трансформатора, так и при отсутствии такого заземления. В нашей стране электропитание внутридомовых потребителей при напряжении 380/220 В осуществляется по системе с глухим заземлением нейтрали обмоток низшего напряжения трансформатора. В большинстве жилых зданий система с заземляющим проводом отсутствует. Исключение составляют здания с напольными электроплитами, где обеспечено заземление их металлического корпуса, а также здания постройки последних лет, где предусмотрена специальная групповая линия с заземляющим проводом для питания бытовых приборов повышенной мощности (до 4 кВт).

Сущность защитного заземления в жилых зданиях заключается в том, что металлические корпуса электроприборов электрически, с помощью заземляющих проводников, соединяются в сетях с глухозаземленной нейтралью — с защитным нулевым проводом, имеющим непосредственную электрическую связь с заземленной нейтралью трансформатора. В квартирах многоэтажных жилых зданий заземление корпусов приборов осуществляется путем их соединения с нулевым проводом питающей линии (стояка) до отключающего аппарата, установленного перед квартирным счетчиком электроэнергии. При таком соединении всякий пробой фазного напряжения на

корпус превращается в однофазное короткое замыкание в групповой линии и поврежденный прибор вместе с участком сети отключается аппаратом защиты, установленным в фазном проводе. Таким образом, роль защитного заземления сводится к созданию дополнительного контура, который при пробое на корпус создает путь для тока короткого замыкания и отключения поврежденного участка. Ток однофазного короткого замыкания  $I_{к.з.}^{(1)}$  рассчитывают по формуле. Упрощенно, с небольшой погрешностью, можно считать, что

$$Z_{\phi 0} = Z_r + Z_n.$$

Сопротивление петли «фаза–нуль»  $Z_n$  определяют без учета индуктивного сопротивления проводов как сумму активных сопротивлений фазного  $R_\phi$  и нулевого  $R_0$  проводов:  $Z_n = R_\phi + R_0$ . Полное сопротивление обмотки низкого напряжения трансформатора  $Z_t$ : при мощности трансформатора  $S_{тр} < 1\,000$  кВ·А может быть подсчитано по эмпирической формуле  $Z_t = [270 (S_{тр} + 1)] \times U_n$ , где  $U_n$  – линейное напряжение на стороне низкого напряжения трансформатора, В. При установке на трансформаторной подстанции (ТП) трансформатора мощностью 400 кВ·А и среднем расстоянии от ТП до бытового прибора и едином расчетном сечении провода (алюминиевого) 2,5 мм<sup>2</sup> ток однофазного короткого замыкания составит 70–100 А, что вполне достаточно для действия защиты от токов короткого замыкания.

Таким образом, система защитного зануления является достаточно эффективной мерой защиты человека от поражения электрическим током. Она защищает человека от поражения током при пользовании прибором с нарушенной электрической изоляцией, отключая поврежденный прибор от сети. Однако эта система дает достаточно высокую гарантию безопасности только при использовании высоконадежных и быстродействующих аппаратов защиты (с временем срабатывания не выше 0,2–0,5 с). Она надежно защищает человека, который прикоснулся к корпусу прибора не в момент пробоя на корпус, а только после срабатывания защиты.

Для внутридомовых электрических сетей фазное напряжение практически распределяется между сопротивлениями фазного и заземляющего проводников. При равенстве их сопротивлений человек попадает под напряжение, равное половине фазного. В случае если проводимость заземляющего проводника равна половине фазного, что разрешено ПУЭ, человек попадает под напряжение, равное 66,7 % фазного, т. е. при фазном напряжении 220 В под напряжение 146 В. Такое напряжение представляет серьезную опасность и должно быть отключено за время, не превышающее 0,06 с. Следовательно, безопасность человека и в этом случае определяется

быстродействием аппаратов защиты. Системе заземления как средству защиты от поражения электрическим током присущи следующие недостатки:

а) повышенная опасность поражения электрическим током людей, прикоснувшихся к прибору в момент его пробоя на корпус и к заземленному оборудованию, из-за относительно большого времени срабатывания защиты;

б) зависимость значения тока короткого однофазного замыкания от сопротивления цепи фазного и зануляющего проводников. В ряде случаев это сопротивление может существенно возрасти за счет переходных сопротивлений и привести к отказу срабатывания защиты при коротком замыкании в удаленных точках сети;

в) невозможность контролировать напряжение прикосновения, так как оно зависит от сопротивления элементов цепи до точки короткого замыкания;

г) вероятность присоединения к корпусу прибора не заземляющего, а фазного провода (промышленность выпускает кабели и провода с одинаковой окраской изоляции жил);

д) отсутствие резерва защиты. Отказ в срабатывании аппаратов защиты приводит к длительному существованию замыкания, что может дополнительно вызвать выход электрооборудования из строя и его загорание. Указанные недостатки не позволяют считать заземление защитой от прикосновения к корпусу поврежденного прибора с высокой степенью надежности.

К основным параметрам электробезопасности приборов, определяющим качество их электрической изоляции, стандарты относят испытательное напряжение, ток утечки, а для электромеханических приборов – и сопротивление изоляции. Значения указанных параметров нормируются в соответствии с классом защиты приборов от поражения электрическим током. Все электроприборы для включения в сеть напряжением 127 и 220 В в соответствии с ГОСТ 14087–80 по степени защиты от поражения электрическим током делятся на 4 класса: 0; 01; I и II.

К приборам **класса 0** относятся электроприборы, имеющие только рабочую изоляцию; к приборам **класса 01** – приборы, имеющие рабочую изоляцию и снабженные зажимом для присоединения заземляющего провода. Такие приборы работают с заземленным металлическим корпусом и должны включаться в обычную штепсельную розетку без заземляющего контакта. Заземление корпуса прибора осуществляется отдельным проводником, минуя штепсельное соединение для подключения прибора к сети. **Класс I** охватывает приборы, имеющие рабочую изоляцию и снабженные заземляющим зажимом, распо-

ложенным внутри прибора. Такие приборы предназначены для включения в сеть с заземляющим проводником с помощью штепсельного соединения с заземляющим контактом. В **класс II** входят бытовые электроприборы, имеющие двойную или (в отдельных случаях) усиленную изоляцию и не имеющие устройств для заземления корпуса. Выполнение изоляции прибора в соответствии с его классом защиты, а также ограничение допустимых температур нагрева электрической изоляции обеспечивают длительную и надежную эксплуатацию бытовых электроприборов. Однако с течением времени любая электрическая изоляция подвергается необратимым изменениям, в результате которых ухудшаются ее электроизоляционные свойства. В конечном счете для прибора, даже класса II, наступает момент, когда его включение в сеть вызывает существенное снижение изоляционных свойств и даже пробой на корпус, что создает опасность поражения людей электрическим током. Этот процесс выхода приборов из строя характерен для любых электрических приборов, и выпуск приборов II класса защиты определяет лишь существенное увеличение времени эксплуатации прибора без повышения электробезопасности.

Для повышения электробезопасности бытовых приборов применяют:

1) двойную изоляцию электрических приборов (II класса защиты). Однако из-за снижения КПД двойную изоляцию целесообразно предусматривать только в электромеханических приборах небольшой мощности и погружных нагревательных приборах (кипятильниках);

2) изоляционные материалы для корпуса электрических приборов. Этот способ также применим только для электромеханических приборов небольшой мощности, корпуса которых не подвергаются большим термическим и механическим нагрузкам, например электробритв, кофемолок, миксеров и т. д.;

3) встраивание в прибор термо- и токоограничивающих элементов. В этом случае повышение электробезопасности достигается за счет косвенного контроля температуры изоляции, повреждение которой начинается, как правило, с наиболее слабых в конструктивном отношении мест.

Местное повреждение изоляции вызывает обычно местные (межвитковые) короткие замыкания, в результате которых ток и температура внутри прибора начинают повышаться. Если отключить прибор от сети раньше, чем его температура достигнет критического для изоляции значения, то пробоя на корпус может не произойти.

В последние годы для предупреждения электротравматизма в быту находят применение аппараты защитного отключения (АЗО) по току нулевой последовательности. Принцип действия АЗО осно-

ван на сравнении трансформатором разности двух токов – входящего к потребителю и выходящего от потребителя, которая равна току утечки в защищаемой зоне. В нормальном рабочем режиме этот ток не превышает допустимых значений рабочих токов утечки электроприборов и АЗО не срабатывает. При нарушениях изоляции прибора или защищаемого участка сети, связанных с появлением дополнительных токов утечки (пробое одного из проводов на заземленный корпус, старении изоляции, прикосновении человека к прибору с поврежденной изоляцией, к токоведущим частям или фазному проводу и сантехническому оборудованию), разность токов увеличивается и при достижении тока уставки АЗО срабатывает. Схема АЗО обычно имеет усилитель сигнала и коммутационный отключающий аппарат. При аварийных режимах в приборах, которые не вызывают появления несимметричных токов утечки, например при коротком замыкании в приборе между фазным и нулевым проводами, АЗО не срабатывает. Поэтому для защиты от короткого замыкания приборы и сети должны дополнительно защищаться предохранителем или автоматическим выключателем.

Уставка АЗО должна выбираться с учетом параметров защищаемой электрической цепи. Так, при защите одним АЗО большой группы приборов, включенных в разветвленную сеть, применение высокочувствительных аппаратов неприемлемо из-за невозможности обеспечить бесперебойное электроснабжение, так как суммарный ток утечки приборов и сети становится соизмеримым с током уставки АЗО. Достоинством АЗО является возможность их применения как при наличии заземления корпусов электроприборов, так и без него. Это особенно важно для бытовых электроприборов и устройств, большинство которых обычно имеет незаземленные корпуса.

В настоящее время система обеспечения электробезопасности в быту с помощью АЗО еще не получила широкого распространения, и система защитного заземления (зануления) остается наиболее распространенной. В жилых домах подлежат заземлению (занулению) металлические корпуса стационарных электроплит, электроплит с жарочным шкафом, кондиционеров, электроотопительных приборов, автоматических стиральных и посудомоечных машин I класса, которые устанавливаются стационарно или по технологии своей работы имеют непосредственную связь с системой централизованного водоснабжения, отопления или канализации. Для этого от стояка или этажного щитка прокладывают отдельный заземляющий (зануляющий) провод или жилу кабеля сечением, равным сечению фазного провода. Этот провод (жилу кабеля) подсоединяют до отключающего аппарата, установленного перед счетчиком, к нулевому проводу питающей сети.

Международная система единиц (СИ)

Величина	Наименование единицы	Обозначение	Размер единицы
Скорость	метр в секунду	м/с	м/с
Ускорение	метр на секунду в квадрате	м/с <sup>2</sup>	м/с <sup>2</sup>
Угловая скорость	радиан в секунду	рад/с	рад/с
Угловое ускорение	радиан на секунду в квадрате	рад/с <sup>2</sup>	рад/с <sup>2</sup>
Сила (вес)	ньютон	Н	кг·м/с <sup>2</sup>
Давление, механическое напряжение	паскаль	Па	кг/(м·с <sup>2</sup> )
Импульс (количество движения)	килограмм-метр в секунду	кг·м/с	кг·м/с
Импульс силы	ньютон-секунда	Н·с	кг·м/с
Работа, энергия, количество теплоты	джоуль	Дж	кг·м <sup>2</sup> /с <sup>2</sup>
Мощность	ватт	Вт	кг·м <sup>2</sup> /с <sup>3</sup>
Момент силы	ньютон-метр	Н·м	кг·м <sup>2</sup> /с <sup>2</sup>
Момент инерции	килограмм-метр в квадрате	кг·м <sup>2</sup>	кг·м <sup>2</sup>
Удельная теплоемкость	джоуль на килограмм-кельвин	Дж/(кг·К)	м <sup>2</sup> /(с <sup>2</sup> ·К)
Теплопроводность	ватт на метр кельвин	Вт/(м·К)	кг·м <sup>2</sup> /(с <sup>2</sup> ·К)
Электрический заряд (количество электричества)	кулон	Кл	А·с
Электрическое напряжение, электродвижущая сила	вольт	В	кг·м <sup>2</sup> /(А·с <sup>3</sup> )
Электрическое сопротивление	ом	Ом	кг·м <sup>2</sup> /(А <sup>2</sup> ·с <sup>3</sup> )
Электрическая емкость	фарада	Ф	кг <sup>-1</sup> ·м <sup>-2</sup> ·с <sup>4</sup> ·А <sup>2</sup>
Магнитный поток	вебер	Вб	кг·м <sup>2</sup> /(А·с <sup>2</sup> )
Индуктивность	генри	Г	кг·м <sup>2</sup> /(А <sup>2</sup> ·с <sup>2</sup> )
Магнитная индукция	тесла	Т	кг/(А·с <sup>2</sup> )
Магнитодвижущая сила	ампер	А	А
Волновое число	единица на метр	м <sup>-1</sup>	1/м
Световой поток	люмен	лм	кд
Яркость	кандела на квадратный метр	кд/м <sup>2</sup>	кд/м <sup>2</sup>
Освещенность, блеск	люкс	лк	кд/м <sup>2</sup>



# О Г Л А В Л Е Н И Е

---

<b>Раздел первый. Организация эксплуатации электроустановок промышленных предприятий ....</b>	<b>3</b>
Глава 1. Структура эксплуатационного обслуживания электроустановок .....	3
Глава 2. Инструменты общего назначения .....	13
Глава 3. Монтаж, эксплуатация и техническое обслуживание осветительных электроустановок .....	36
Глава 4. Ремонт электропроводок и кабельных линий .....	86
Глава 5. Эксплуатация кабельных и воздушных линий напряжением до 1 кВ .....	109
Глава 6. Устройство и монтаж электрических машин .....	135
Глава 7. Заземляющие устройства .....	188
Глава 8. Эксплуатация пускорегулирующей аппаратуры .....	193
Глава 9. Типовые схемы управления приводами .....	224
<b>Раздел второй. Повышение надежности электрических сетей жилых зданий. Как обращаться с квартирной электропроводкой ...</b>	<b>245</b>
Глава 1. Основные показатели надежности систем внутридомового электроснабжения .....	245
Глава 2. Квартирная электропроводка и как с ней обращаться	249
Глава 3. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования жилых домов .....	253
Приложение. Международная система единиц (СИ) .....	320