

Федеральный комплект учебников



Учебник

В21.3
СЗ4



Профессиональное
образование

Энергетика

Ю. Д. Сибикин

Техническое обслуживание, ремонт электро- оборудования и сетей промышленных предприятий

В двух книгах

Книга 1


ACADEMA

Ю. Д. СИБИКИН

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И СЕТЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

УЧЕБНИК

В двух книгах

Книга 1

98221

*Рекомендовано
Федеральным государственным учреждением
«Федеральный институт развития образования»
в качестве учебника для использования в учебном процессе
образовательных учреждений, реализующих программы
начального профессионального образования*

Регистрационный номер рецензии 337 от 16 июня 2009 г. ФГУ «ФИРО»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
И НАУКИ
9-е издание, стереотипное



Москва
Издательский центр «Академия»
2014

УДК 621.3.004.5(075.32)
ББК 31.2-08я722
С341

Рецензенты:

ректор Института повышения квалификации энергетиков «ВИПКЭНЕРГО»,
д-р техн. наук, проф. *О.А. Терешко*;
преподаватель ГОУ СПО Политехнического колледжа № 31 *А.В. Милоков*

98221

Сибикин Ю.Д.
С341 Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования
и сетей промышленных предприятий. В 2 кн. Кн. 1 : учебник
для студ. учреждений сред. проф. образования / Ю.Д. Сиби-
кин. — 9-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия»,
2014. — 208 с.

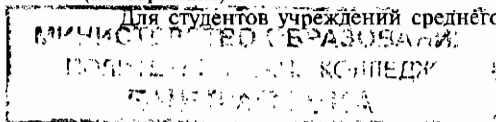
ISBN 978-5-4468-1385-8 (кн.1)

ISBN 978-5-4468-1384-1

Учебник состоит из двух книг. В книге 1 приведены общие сведения о материалах, инструментах, приспособлениях и механизмах, используемых электромонтерами по ремонту и обслуживанию электрооборудования и сетей промышленных предприятий. В книге 2 даны технические характеристики основных видов обслуживаемого оборудования, воздушных и кабельных линий, электроосветительных установок и цеховых электросетей. Рассмотрены вопросы технического обслуживания и ремонта электроустановок.

Учебник может быть использован при освоении профессионального модуля ПМ.01 «Сборка, монтаж, регулировка и ремонт узлов и механизмов оборудования, агрегатов, машин, станков и другого электрооборудования промышленных организаций» (МДК.01.02) по профессии «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)».

Для студентов учреждений среднего профессионального образования.



УДК 621.3.004.5(075.32)
ББК 31.2-08я722

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом
без согласия правообладателя запрещается*

ISBN 978-5-4468-1385-8 (кн. 1)
ISBN 978-5-4468-1384-1

© Сибикин Ю.Д., 2007
© Образовательно-издательский центр
«Академия», 2007
© Оформление. Издательский центр
«Академия», 2007

ПРЕДИСЛОВИЕ

Электротехническая промышленность играет важную роль в решении задач электрификации, технического перевооружения всех отраслей экономики, механизации, автоматизации и интенсификации производственных процессов.

Объем производства электроэнергии в России к 2015 г. должен превысить 1,3 трлн кВт·ч.

Ожидается, что установленная электрическая мощность отдельных предприятий достигнет 3 млн кВт, а число электрических машин на них — 100 тыс. шт. Годовое потребление электроэнергии на ряде предприятий уже в настоящее время превышает 5 млрд кВт·ч.

Каждые 10 лет производство и потребление электроэнергии в мире увеличиваются примерно в 2 раза. Рост производительности труда, развитие энергоемких электротехнологических процессов, реализация мероприятий по охране окружающей среды, внедрение прогрессивных технологий приводят к повышению электровооруженности предприятий. В этих условиях правильная организация труда электромонтера и грамотная эксплуатация им электроустановок становится весьма сложным и ответственным делом, так как любая ошибка может привести к значительному материальному ущербу, выводу из строя дорогостоящего оборудования, большим потерям продукции, нерациональному использованию электроэнергии.

Электроустановки промышленных предприятий обслуживают сотни тысяч электромонтеров, от квалификации которых во многом зависит надежная работа электрооборудования. Обслуживающий персонал должен знать основные требования Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и Межотраслевых правил по охране труда (Правил безопасности) при эксплуатации электроустановок на территории Российской Федерации, соответствующих государственных стандартов и ряда других директивных материалов, а также устройство электрических машин, трансформаторов и аппаратов, уметь пользоваться инструментами и приспособлениями, применяемыми при эксплуатации и обслуживании электроустановок.

БИБЛИОТЕКА

В учебнике освещены основные вопросы, касающиеся монтажа, технического обслуживания и ремонта электрооборудования и электросетей промышленных предприятий, даны технические характеристики ряда электроустановок.

Автор выражает благодарность преподавателям ГОУ НПО ПЛ № 18 Тульской обл. В. В. Лындиной, ПУ № 42 г. Курск В. И. Еременко, ПЛ № 64 г. Набережные Челны М. Ф. Казакову за ряд ценных рекомендаций, которые он учел при работе над третьим изданием учебника.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ И ИХ СХЕМАХ

1.1. Основные термины и определения

При рассмотрении вопросов устройства и эксплуатации электроустановок будем пользоваться следующими основными терминами.

Электроснабжение — обеспечение потребителей электрической энергией.

Электроустановка — установка, в которой производится, преобразуется, передается, распределяется или потребляется электрическая энергия.

Источник питания электроэнергией — электроустановка, от которой осуществляется питание электроэнергией потребителя или группы потребителей.

Резервный источник питания электроэнергией — источник питания электроэнергией, включаемый при отключении основного источника.

Линия электропередачи — электроустановка, предназначенная для передачи электрической энергии.

Электрическая подстанция — электроустановка, предназначенная для преобразования и распределения электрической энергии.

Электрическая сеть — совокупность воздушных и кабельных линий электропередачи и подстанций, работающих на одной территории.

Электрическое распределительное устройство (распределительное устройство) — электроустановка, предназначенная для приема и распределения электрической энергии на одном напряжении и содержащая коммутационные аппараты, вспомогательные устройства и соединяющие их элементы.

Присоединение электрического распределительного устройства (присоединение) — часть электрического распределительного устройства, относящаяся к одному из основных элементов электрооборудования или линии электропередачи.

Система сборных шин — комплект токоведущих элементов, связывающих между собой присоединения.

Заземляющее устройство электроустановки — совокупность заземляющих проводов и (или) шин и заземлителей либо их эквивалентов в электроустановке.

Мачтовая трансформаторная подстанция — трансформаторная подстанция, оборудование которой установлено на конструкциях или на опоре воздушной линии электропередачи, не требующая наземных ограждений.

Распределительный пункт — электрическое распределительное устройство с аппаратурой управления его работой, не входящей в состав подстанции.

Одноцепная электрическая линия — линия электропередачи, имеющая один комплект фазных или разнополярных электрических проводов.

Двухцепная электрическая линия — электрическая линия, имеющая два комплекта фазных или разнополярных проводов.

Радиальная электрическая линия — электрическая линия, соединяющая пункт питания с пунктом потребления или распределения электрической энергии.

Магистральная электрическая линия — электрическая линия, соединяющая пункт питания с несколькими пунктами потребления или распределения электрической энергии.

Распределительная электрическая сеть — электрическая сеть, обеспечивающая распределение электрической энергии между пунктами потребления.

1.2. Электротехнические чертежи и схемы

Для изображения электротехнического оборудования зданий, распределительных устройств служат чертежи, которые позволяют определить форму и размеры изображаемого предмета и всех его деталей. Из-за невозможности, как правило, изобразить предмет в натуральную величину его вычерчивают в уменьшенном размере. Отношение длины отрезка на чертеже к его действительной длине называется *масштабом*.

ГОСТ рекомендует для чертежей следующие масштабы: 1 : 2; 1 : 5; 1 : 10; 1 : 20; 1 : 50; 1 : 100; 1 : 200; 1 : 500; 1 : 1 000; 1 : 2 000; 1 : 5 000 и т. д. Масштаб, в котором выполнен чертеж, должен быть указан на чертеже. В предназначенной для этого графе углового штампа делают надпись вида 1 : 500; 1 : 2 000 и т. д. При отсутствии штампа надпись должна иметь вид М 1 : 500, М 1 : 2 000 и т. д.

Чертежи, используемые в технике, можно разделить на машиностроительные, строительные и специальные.

На машиностроительных чертежах изображают машины, механизмы и их детали, на строительных — внешний вид и внутреннее устройство зданий и сооружений, а также отдельные их части и узлы. Специальные чертежи по содержанию очень разнообразны, но в основу их положены принципы машиностроительного черчения.

Одной из разновидностей специальных чертежей являются электротехнические чертежи, на которых изображают различные электрические устройства, схемы аппаратов, приборов, электроустановок и электрических сетей. К электротехническим чертежам относят также схемы электрических соединений, представляющие собой упрощенное изображение связей отдельных элементов электрической цепи.

Электрические схемы подразделяют на структурные, принципиальные (полные), соединений (монтажные) и общие.

Структурные схемы, изображающие основные части электрических устройств и их связей, применяют для сложных электроустановок. Однако они дают об этих установках лишь общее представление. Более подробно установку в целом и отдельные ее части изображают на принципиальных схемах, на которых показывают основные машины и аппараты каждой электроустановки и связи между ними, а также приводят их краткую техническую характеристику. На принципиальных схемах можно показывать и коммутационные аппараты (выключатели, разъединители и т. д.).

Принципиальные схемы бывают одно- и многолинейными. В однолинейных схемах любое соединение между электрическими машинами, аппаратами, приборами и другими элементами, осуществляемое несколькими шинами или проводами, изображают одной линией с указанием числа шин или проводов с помощью соответствующего числа отрезков, пересекающих эту линию под углом 45° . В многолинейных схемах каждую шину или провод изображают отдельной линией. Однолинейные схемы чаще используют при проектировании и эксплуатации электрических установок.

Схема первичных соединений представляет собой графическое изображение электрической цепи, состоящей из отдельных элементов электроустановки и соединяющих их проводов, токовых обмоток измерительных приборов и первичных обмоток измерительных трансформаторов, по которым протекает ток нагрузки, а схема вторичных соединений — электрической цепи от источников питания (вторичных обмоток измерительных трансформаторов, аккумуляторных батарей, выпрямительных устройств) до измерительных приборов, реле, приборов автоматики и телесигнализации и т. д.

Схемы выполняют совмещенным или разнесенным способом. При совмещенном способе составные части устройства изображают вместе, т. е. в непосредственной близости друг от друга, при разнесенном способе — в соответствии с электрической связью между этими частями, поэтому отдельные части одного и того же устройства могут быть изображены в разных местах. Вторым способом чаще всего выполняют схемы вторичных соединений.

В качестве примера на рис. 1.1 показана принципиальная схема электроснабжения потребителей. Понижительный трансформатор

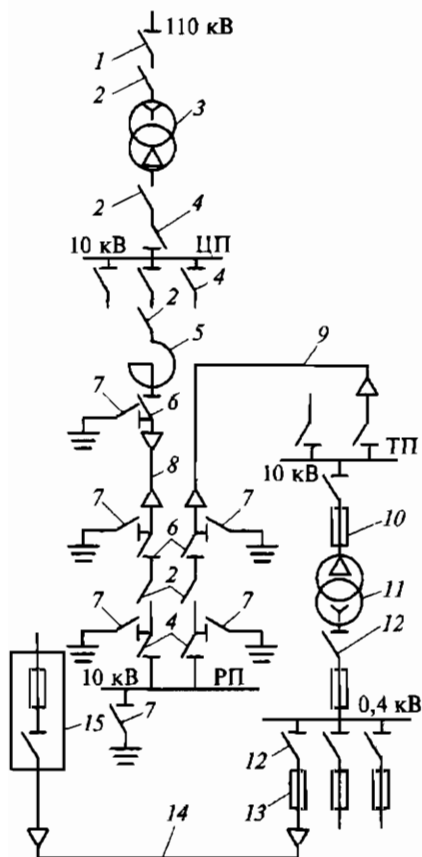


Рис. 1.1. Принципиальная схема электроснабжения потребителей:

1 — разъединитель на напряжение 110 кВ; 2 — выключатели; 3 — трансформатор центра питания; 4, 6 — шинные и линейные разъединители; 5 — реактор; 7 — заземляющие разъединители; 8, 9 — соответственно питающая и распределительная кабельные линии; 10 — кварцевый предохранитель; 11 — силовой трансформатор; 12 — рубильники; 13 — предохранитель на напряжение до 1000 В; 14 — кабельная линия напряжением 0,4 кВ; 15 — вводное устройство у потребителя

3 присоединен к линии напряжением 110 кВ и к шинам напряжением 10 кВ через разъединители 1 и 4 и выключатели 2. Питающую кабельную линию 8 присоединяют к шинам центра питания (ЦП) через шинный разъединитель 4, масляный выключатель 2, реактор 5 и линейный разъединитель 6, а каждую кабельную линию, заходящую в распределительный пункт (РП), — к шинам РП через линейный разъединитель 6, масляный выключатель 2 и шинный разъединитель 4. Для возможности заземления кабельных линий и оборудования в РП установлены заземляющие разъединители 7.

Распределительная кабельная линия 9 заходит в трансформаторную подстанцию, где установлен силовой трансформатор 11, защищенный кварцевым предохранителем 10. Трансформатор, присоединяемый к шинам трансформаторной подстанции с помощью разъединителя, питает электроэнергией шит напряжением 0,4 кВ. Кабельные линии 14, присоединяемые к шиту через рубильники 12 и предохранители 13, заходят в вводные устройства 15, установленные у потребителя, например внутри цеха. В вводном устройстве имеются рубильник и предохранитель, к которому присоединяют магистраль с линиями распределительной сети.

Принципиальная схема соединений не показывает, какие измерительные приборы, устройства защиты и автоматики находятся во вторичной цепи электроустановки. Поэтому применяют

полные схемы установок, на которых наряду с аппаратами первичных соединений указывают аппараты и приборы вторичной коммутации.

Полная схема дает представление о месте установки и числе аппаратов первичных соединений, а также аппаратов и приборов вторичной коммутации. На основании полной схемы можно составить перечень оборудования и приборов вторичной коммутации данной установки.

На схемах соединений (монтажных) изображают соединения составных частей установки, указывают провода, кабели, которыми выполнены эти соединения, места их присоединения и ввода в установку. Схематическими соединениями пользуются при разработке чертежей, определяющих раскладку и способы крепления проводов, кабелей в установке, а также при выполнении присоединений в процессе наладки, контроля или ремонта установки.

На монтажных схемах изображают наиболее рациональную раскладку проводов и указывают места установки реле. Такие схемы выполняют без соблюдения масштаба.

Рассмотренные схемы не дают представления о конструкции электроустановки. Чтобы ясно представить ее устройство, требуется комплекс строительных и электротехнических чертежей.

На строительных чертежах показывают общий вид, план и разрезы помещения, в котором находится электроустановка, на электротехнических чертежах — принципиальную схему, общий вид и разрезы самой электроустановки, расположение электроаппаратуры, отдельные конструктивные узлы. Если устройства несложные, чертежи совмещают.

Размещение силового и осветительного электрооборудования и электросетей показывают на плане предприятия или бытового помещения. План выполняют в масштабе 1 : 100 или 1 : 200. Электрические сети и ответвления к отдельным электроприемникам показывают на том же плане в виде однолинейной схемы с соблюдением трассы фактической прокладки данной линии. Электрическое оборудование и подходящие к нему провода и шины изображают определенными условными графическими обозначениями согласно ГОСТ 2.710—81.

1.3. Способы маркировки элементов электрических цепей

Входящие в электрическую схему элементы рекомендуется обозначать латинскими буквами в связи с расширяющимися международными связями в области проектирования, монтажа и эксплуатации электроустановок. Для возможности нахождения любого из множества проводников, проложенных потоком, определения назначения и положения отдельных участков цепи применяют

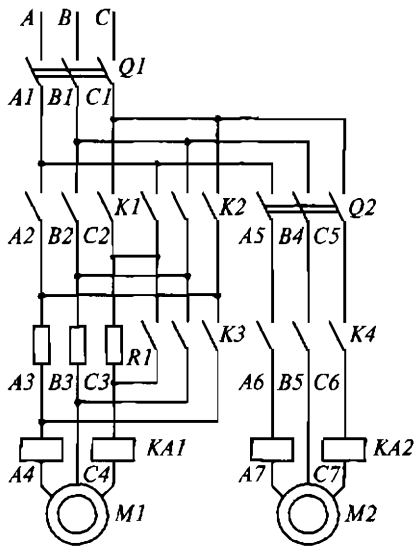


Рис. 1.2. Пример маркировки электрической силовой цепи переменного тока

соответствующую маркировку. Участки цепи, разделенные контактами аппаратов, обмотками реле, приборов, машин и другими элементами, маркируют по-разному. Участки цепи, проходящие через разъемные, разборные или неразборные контактные соединения, маркируют одинаково. В особых случаях для таких участков цепи к маркировке добавляют порядковые числа или обозначения устройств, отделяя их знаком дефис. Цепи в схемах маркируют независимо от нумерации входных и выходных зажимов машин, аппаратов, приборов и последовательно — от ввода источника питания к потребителю. Разветвляющиеся участки цепи на схемах маркируют по часовой стрелке (слева направо) и сверху вниз.

В трехфазных цепях переменного тока фазы обозначают: A, B, C , в двухфазных — $A, B; B, C; C, A$, а в однофазных — $A; B; C$ (рис. 1.2). Участки цепей положительной полярности обозначают нечетными числами, а отрицательной полярности — четными.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под термином «электроснабжение»?
2. Что такое электрическая сеть?
3. Для чего предназначены линии электропередачи?
4. Какие виды электротехнических чертежей используют при эксплуатации, монтаже и ремонте электроустановок?
5. Как маркируют электрические цепи?

СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

2.1. Производство электроэнергии на электрических станциях

Электрическая станция (ЭС) — это промышленное предприятие, вырабатывающее электроэнергию и обеспечивающее ее передачу потребителям по электрической сети. На электростанции происходит преобразование энергии какого-либо природного источника в механическую энергию вращения турбины и далее с помощью электрических генераторов — в электроэнергию. От того, какой природный источник энергии используется, зависит тип электростанции.

Электростанции в основном подразделяются на гидроэлектрические, тепловые и атомные. На гидроэлектростанциях в электрическую энергию преобразуется механическая энергия водного потока, т.е. гидравлическая энергия; на тепловых электростанциях — тепловая энергия, выделяющаяся при сжигании топлива; на атомных электростанциях — тепловая энергия, выделяющаяся при делении ядер атомов урана, тория и других тяжелых элементов. В настоящее время исследуются возможности более широкого использования тепловой энергии вулканов и гейзеров на геотермальных станциях, солнечной энергии — на гелиоэлектростанциях, энергии ветра — на ветровых электростанциях, энергии приливов и отливов — на приливных электростанциях. Имеются опытные промышленные установки, использующие эти виды энергии.

Гидроэлектрическая станция (ГЭС) представляет собой совокупность сооружений, создающих напор воды, подводящих воду к турбинам и отводящих отработавшую воду из здания станции. Различные схемы преобразования энергии воды на ГЭС руслового, приплотинного и деривационного типов в настоящем учебнике не рассматриваются. Технологическая схема работы ГЭС (рис. 2.1, а) выгодно отличается от схем работы всех других электростанций простотой процессов, надежностью элементов и высоким коэффициентом полезного действия (КПД) — 70...80 %.

На *тепловых электростанциях (ТЭС)* энергия, выделяемая при сгорании топлива (каменного угля, торфа, сланцев, газа, нефти и др.), преобразуется в электроэнергию в соответствии с технологической схемой, приведенной на рис. 2.1, б. Добыча, доставка и подготовка топлива к сжиганию в котлоагрегатах — сложные и

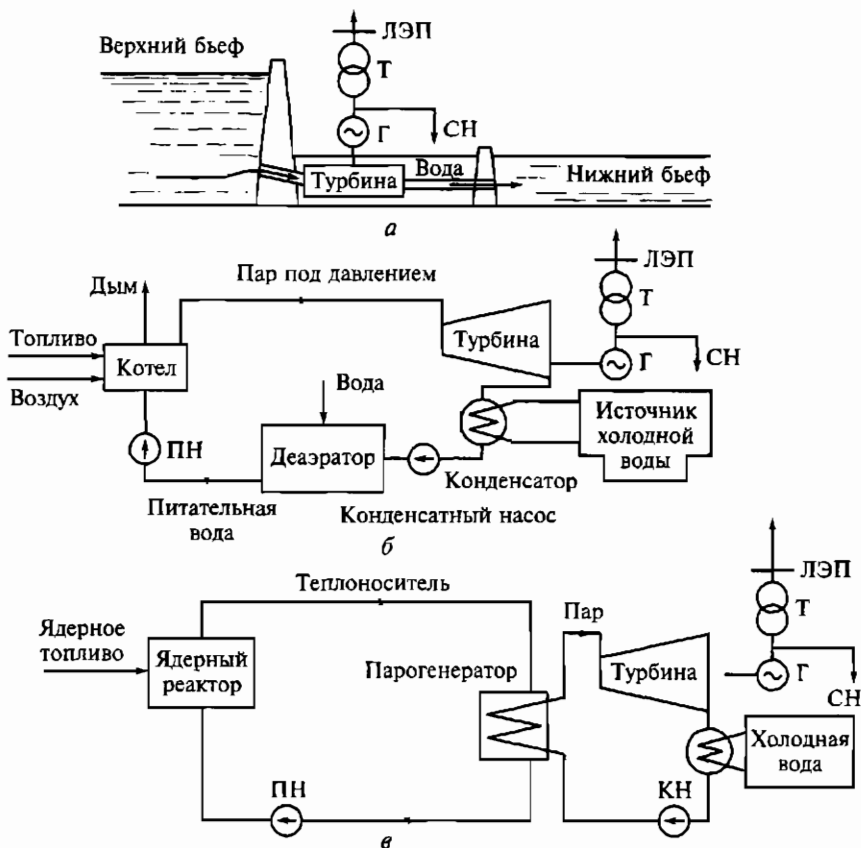


Рис. 2.1. Принципиальные технологические схемы электростанций:
 а — ГЭС; б — ТЭС; в — АЭС; ЛЭП — линия электропередачи; Т — трансформатор; Г — генератор; СН — электроэнергия, отбираемая на собственные нужды электростанции; ПН — питательный насос; КН — конденсатный насос

дорогие процессы. Тепловая энергия, образующаяся при сгорании топлива, передается воде для получения в котлоагрегате перегретого пара высоких давления (до 30 МПа) и температуры (до 650 °С).

Получение, передача к турбине и использование в турбине пара с такими параметрами — также сложные процессы. Но все технические вопросы работы ТЭС решены, и тепловые электростанции являются основой современной энергетики. Однако не устранен главный недостаток ТЭС — низкий КПД. Лишь 30...40 % теплоты, полученной при сгорании топлива, используется полезно, а остальная ее часть теплоты (70...60 %) отдается охлаждающей воде при конденсации пара и дымовым газам, т. е. безвозвратно теряется.

Атомные электростанции (АЭС) — это тоже тепловые паротурбинные станции, но использующие в качестве природного источника энергии топливо особого вида — ядерное. В технологической схеме работы АЭС (рис. 2.1, в) роль котла выполняет ядерный реактор. Теплота, выделяющаяся в реакторе при делении ядер урана и плутония, передается теплоносителю — тяжелой воде, гелию и др. От теплоносителя тепловая энергия передается парогенератору. Далее используется та же схема преобразования энергии пара в механическую энергию паровой турбины, а затем в электрическую энергию, что и на ТЭС. КПД атомных электростанций пока еще невысок — 20... 30 %. Все процессы на них автоматизированы.

Перспективным направлением в производстве электроэнергии является использование геотермальных ресурсов, т. е. запасов глубинной теплоты Земли. Циркулирующие на больших глубинах так называемые термальные воды могут быть выведены на поверхность Земли путем сверхглубокого бурения. На Камчатке, например, работает Паужетская геотермальная электростанция мощностью 5 000 кВт.

Кроме того, в настоящее время ведутся работы по использованию энергии приливов. Для проведения исследований в этой области построена и работает уже несколько лет Кислогубская экспериментальная приливная электростанция небольшой мощности. В дальнейшем в северных районах страны предполагается строительство мощных приливных электростанций.

Тип вновь сооружаемых электростанций выбирают на основании технико-экономических расчетов с учетом наличия природных ресурсов и технических характеристик существующих электростанций в данном районе, потребности в тепловой и электрической энергии и др.

Часто при освоении новых регионов в начальный период эксплуатации для временного электроснабжения применяют дизельные, газотурбинные электростанции и энергопоезда.

Основной элемент *дизельных электростанций (ДЭС)* — дизель-генератор. Как правило, в качестве первичных двигателей используются бескомпрессорные четырех- и двухтактные дизели мощностью 5... 1 000 кВт, имеющие частоту вращения 6,25... 25 с⁻¹. Дизели комплектуются синхронными генераторами переменного тока. По назначению ДЭС подразделяются на основные, резервные и аварийные.

Электрические сети, к которым подключают генераторы электростанций, конструируют на соответствующие напряжения.

Номинальным напряжением электросети называют среднее арифметическое значение рабочих напряжений в начале и конце линии. Напряжение генераторов, на которое их конструируют, выбирают на 5 % выше номинального напряжения сети. Например,

Таблица 2.1

Номинальные напряжения систем электроснабжения, В

Постоянный ток		Переменный ток (частота $f = 50$ Гц)			
Источники	Приемники	Источники		Приемники	
		одно- фазные	трех- фазные	одно- фазные	трех- фазные
28,5	27	42	42	40	40
115	110	230	230	220	220
230	220	—	400	380	380
460	440	—	690	660	660

при номинальном напряжении сети 6 кВ номинальное напряжение генераторов будет 6,3 кВ.

Для электроустановок напряжением до 1 000 В приняты номинальные напряжения, приведенные в табл. 2.1.

Для установок напряжением свыше 1 000 В применяют следующие стандартные напряжения: 3, 6, 10, 20, 35, 110, 150, 220, 330, 500, 750, 1 150 кВ. Для питания электродвигателей небольшой мощности (до 100...150 кВт) используют напряжение 380 В.

2.2. Общие сведения об электроприемниках

Приемником электроэнергии (электроприемником, токоприемником) называют электрическую часть производственной установки, получающую электроэнергию от источника и преобразующую ее в механическую, тепловую, химическую, световую энергию, а также энергию электростатического или электромагнитного поля.

Электропотребителем называют совокупность электроприемников производственных установок цеха, корпуса, предприятия, присоединенных с помощью электрических сетей к общему пункту электропитания.

По технологическому назначению приемники электроэнергии подразделяют на следующие типы: электрические приводы машин и механизмов; электротермические, электрохимические и электролизные установки; установки электроосвещения; установки электростатического и электромагнитного поля; электрофильтры; устройства искровой обработки; устройства контроля и испытания изделий (рентгеновские аппараты, установки ультразвука и т. д.). В основу классификации здесь положен вид энергии, в которой преобразуется подводимая к приемнику электроэнергия.

Электрический привод — это электромеханическое устройство, предназначенное для приведения в движение механизмов или машин, в котором источником механической энергии служит электродвигатель. Электропривод состоит из преобразователя, электродвигателя или группы электродвигателей, передаточного, управляющего и рабочего органов. В простейшем случае электропривод представляет собой двигатель, питаемый от сети и приводящий в движение с постоянной скоростью какой-либо механизм. Для включения двигателя в сеть применяют обычный магнитный пускатель, контактор, рубильник или пакетный выключатель.

В зависимости от способа передачи энергии от двигателя к рабочим органам механизмов электроприводы бывают групповые, индивидуальные или многодвигательные.

Групповым называют привод, в котором один двигатель приводит в движение с помощью трансмиссий группу рабочих машин или рабочих органов одной машины.

Индивидуальным называют привод, в котором двигатель приводит в движение только один рабочий орган машины. Примером может служить электропривод центробежного насоса. По сравнению с групповым индивидуальный привод позволяет упростить кинематическую схему рабочей машины. Иногда двигатель встраивают в механизм так, что он образует с рабочим органом единое целое.

В многодвигательном приводе отдельные рабочие органы машины приводятся в движение самостоятельными двигателями через систему передачи.

Совокупность связанных между собой устройств для регулирования по определенному закону потока преобразуемой в электроприводе энергии называют *системой управления электроприводом*.

Одним из главных потребителей электроэнергии является электропривод металлообрабатывающих станков.

Оснащение таких станков современными типами приводных электродвигателей и средств автоматического управления обеспечивает высокую производительность и точность обработки, безопасность и удобство управления и обслуживания.

На промышленных предприятиях часто применяют различные краны, предназначенные для вертикального и горизонтального перемещения грузов. По способу передвижения их делят на перемещающиеся по рельсовым путям и самоходные. Электрооборудование кранов, перемещающихся по рельсовым путям, подключают к стационарным источникам электроэнергии напряжением 380/220 В. Многие из современных кранов — это машины с многодвигательным приводом, в котором используются преимущественно асинхронные электродвигатели с фазным ротором. Краны имеют значительную мощность (30... 250 кВт и более), поэтому их энергетические показатели зависят от режима работы.

Подъемно-транспортные устройства работают в повторно-кратковременном режиме. В связи с резкими изменениями нагрузки коэффициент мощности также изменяется в значительных пределах, в среднем от 0,3 до 0,8.

Двигатели компрессоров, вентиляторов и насосов работают в продолжительном режиме и в зависимости от их мощности, которая изменяется в широком диапазоне (от долей киловатта до сотен и даже тысяч киловатт), подключаются на напряжение от 0,4 до 10 кВ. Питание двигателей осуществляется током промышленной частоты 50 Гц.

Для электропривода мелких и средних насосов, компрессоров и вентиляторов чаще всего применяют асинхронные двигатели с короткозамкнутой обмоткой ротора.

Электротермические, электросварочные, электролизные установки, установки электроосвещения и прочие потребители электроэнергии составляют около 1/3 суммарной промышленной нагрузки.

Номинальная (установленная) мощность электроприемников является исходной величиной для расчета электрических нагрузок, так как она обычно известна. Под номинальной активной мощностью двигателей понимают мощность, развиваемую двигателем на валу при номинальном напряжении, а под номинальной активной мощностью других приемников — потребляемую ими из сети мощность при номинальном напряжении.

Электрическая нагрузка характеризует потребление электроэнергии отдельными приемниками, группой приемников, потребителем в целом. При эксплуатации систем электроснабжения контролируют основные параметры нагрузки: активную мощность P , реактивную мощность Q , силу тока I и напряжение U .

Кривые изменений во времени активной, реактивной и токовой нагрузок называются *графиками нагрузки* соответственно по активной и реактивной мощности и току. Для расчетов площади сечения проводов цепей и выбора мощности источников питания (трансформаторов, генераторов) используют систему расчетных коэффициентов, характеризующих основные параметры графика ожидаемой нагрузки. Эти коэффициенты определяют опытным путем по данным множества предприятий или теоретическими расчетами.

Коэффициент использования представляет собой отношение средней активной мощности $P_{\text{ср}}$, потребляемой за определенное время (цикл, смену, сутки, год), к установленной активной мощности приемников P_y , кВт, равной их номинальной мощности:

$$K_{\text{и}} = \frac{P_{\text{ср}}}{P_y}.$$

Средняя активная мощность P_{cp} определяется как отношение активной энергии W_a ко времени T , в течение которого она израсходована:

$$P_{\text{cp}} = \frac{W_a}{T}.$$

Коэффициент максимума — это отношение расчетной активной мощности к средней:

$$K_m = \frac{P_p}{P_{\text{cp}}}.$$

По расчетной мощности (нагрузке) определяют площадь сечения проводников, выбирают аппараты, трансформаторы и подсчитывают потери напряжения и мощности.

Коэффициент спроса представляет собой отношение расчетной активной мощности к установленной активной мощности приемников:

$$K_c = \frac{P_p}{P_y}.$$

Расчетную мощность (нагрузку) для группы электроприемников одного вида можно вычислить на основании указанных коэффициентов:

$$P_p = P_{\text{cp}} K_m = P_y K_c K_m = P_y K_c.$$

Найдя по справочным данным средневзвешенный коэффициент мощности $\cos \varphi$, можно определить расчетную реактивную мощность

$$Q_p = P_p \operatorname{tg} \varphi$$

и полную расчетную мощность

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + P_p^2 \operatorname{tg}^2 \varphi} = P_p \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi}.$$

Важным понятием в теории и практике электропривода является режим работы двигателя по продолжительности. Различают три основных режима работы: продолжительный, кратковременный и повторно-кратковременный.

Продолжительным называется такой режим, при котором превышения температуры двигателя в целом и его отдельных частей достигают установившихся значений, т. е. дальнейшее увеличение

времени работы не приводит к повышению температуры. Продолжительный режим характерен, например, для приводных двигателей питательных и циркуляционных насосов, дымососов, вентиляторов.

Кратковременным называется такой режим, при котором превышения температуры двигателя и его отдельных частей не успевают достичь установившихся значений, а время паузы между рабочими циклами таково, что двигатель успевает охладиться до температуры окружающей среды. В кратковременном режиме работают электроприводы задвижек, затворов и других подобных механизмов.

Повторно-кратковременным называется такой режим, при котором в течение рабочего цикла превышения температуры двигателя и его отдельных частей не достигают установившихся значений, а во время паузы двигатель не успевает охладиться до температуры окружающей среды. Повторно-кратковременный режим характерен для электроприводов подъемно-транспортных механизмов — мостовых кранов, тельферов и т. п.

Рассмотренные основные понятия из теории электропривода используют для определения допустимых нагрузок двигателей при их эксплуатации.

2.3. Качество электрической энергии и надежность электроснабжения

Показатели качества электрической энергии у потребителей, присоединенных к электрическим сетям, регламентируются ГОСТ 13109—97. К этим показателям относятся:

для электрических сетей однофазного тока — отклонение частоты, отклонение напряжения, колебания частоты, колебания напряжения, коэффициент несинусоидальности напряжения;

для электрических сетей трехфазного тока — эти же показатели плюс коэффициент несимметрии напряжений и коэффициент неуравновешенности напряжений;

для электрических сетей постоянного тока — отклонение напряжения, колебания напряжения, коэффициент пульсации напряжения.

В зависимости от необходимой надежности электроснабжения приемники электрической энергии подразделяют на несколько категорий.

К первой категории относят электроприемники, перебой электроснабжения которых может создать опасность для жизни людей, привести к значительному экономическому ущербу, повреждению дорогостоящего оборудования, расстройству сложного технологического процесса, массовому браку продукции.

Примерами электроприемников первой категории в промышленных установках являются электроприемники насосных станций противопожарных установок, системы вентиляции в химически опасных цехах, водоотливных и подъемных установок в шахтах и т. п. Допустимая продолжительность нарушения электроснабжения для электроприемников первой категории — не более 1 мин.

Из состава электроприемников первой категории выделяют особую группу (нулевая категория) электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства в целях предотвращения угрозы для жизни людей, взрывов, пожаров и повреждения дорогостоящего оборудования.

Ко второй категории относят электроприемники, перерыв электроснабжения которых может привести к массовым недоотпускам продукции, массовым простоям рабочих, механизмов. Примерами могут служить электроприемники прокатных цехов, основных цехов машиностроительной, текстильной и целлюлозно-бумажной промышленности. Допустимая продолжительность нарушения электроснабжения для электроприемников второй категории — не более 30 мин.

К третьей категории принадлежат все электроприемники, которые нельзя отнести к первым двум категориям, например электроустановки вспомогательного производства, складов неотвечественного назначения.

Электроприемники первой категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых источников питания, при отключении одного из них переключение на резервный должно осуществляться автоматически. Независимыми являются такие источники питания, на которых сохраняется напряжение при исчезновении его на других источниках, питающих данные электроприемники. К независимым источникам могут быть отнесены две секции или системы шин одной или двух электростанций или подстанций при соблюдении следующих условий:

каждая из этих секций или систем шин питается от независимых источников;

секции шин не связаны между собой или же имеют связь, автоматически отключающуюся при нарушении нормальной работы одной из секций шин.

Для электроснабжения электроприемников особой группы (нулевой категории) предусматривается дополнительный третий источник питания, мощность которого должна обеспечивать безаварийную остановку технологического процесса.

Электроприемники второй категории рекомендуется обеспечивать питанием от двух независимых источников. Переключение с основного источника на резервный можно осуществлять не автоматически.

Электроприемники третьей категории могут получать питание от одного источника при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта и замены поврежденного оборудования, не превышают 1 сут.

2.4. Назначение и классификация подстанций

Подстанцией называется электроустановка, служащая для преобразования и распределения электроэнергии и состоящая из трансформаторов или иных преобразователей электроэнергии, распределительных устройств, устройств управления.

В зависимости от потребляемой мощности и удаленности от источника питания различают следующие виды подстанций: узловая распределительная подстанция, главная понизительная, глубокого ввода, трансформаторный пункт.

Узловой распределительной подстанцией (УРП) называется центральная подстанция на напряжение 110...220 кВ, получающая электроэнергию от энергосистемы и распределяющая ее (без трансформации или с частичной трансформацией) по подстанциям глубокого ввода напряжением 35...220 кВ на территории предприятия.

Главной понизительной подстанцией (ГПП) называется подстанция на напряжение 35...220 кВ, получающая питание непосредственно от районной энергосистемы и распределяющая электроэнергию на более низком напряжении по всему предприятию.

Подстанцией глубокого ввода (ПГВ) называется подстанция на напряжение 35...220 кВ, выполненная обычно по упрощенной схеме коммутации на стороне первичного напряжения, получающая питание непосредственно от энергосистемы или центрального распределительного пункта данного предприятия и предназначенная для питания отдельного объекта или группы электроустановок предприятия. Схемы электроснабжения с ПГВ называются схемами с глубоким вводом.

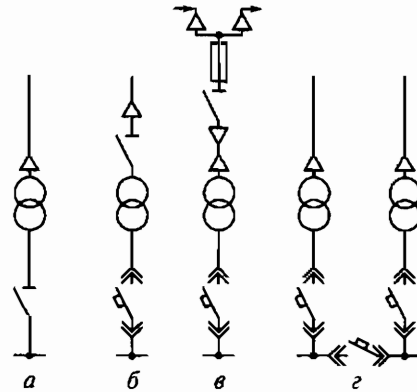
Трансформаторным пунктом (ТП) называется подстанция с первичным напряжением 6, 10 или 35 кВ, непосредственно питающая приемники электроэнергии напряжением 400 и 230 В.

2.5. Схемы и основное электрооборудование понизительных подстанций

Схемы цеховых трансформаторных подстанций зависят от характеристики электроприемников и распределения энергии между цехами и внутри них. В настоящее время широко применяют упрощенные схемы, при которых подстанции компонуют по блочному принципу, т. е. в виде блоков линия — трансформатор. При

Рис. 2.2. Схемы цеховых подстанций без сборных шин на напряжении 6(10) кВ:

а — с глухим присоединением трансформатора к питающей линии; *б* — с присоединением трансформатора коммутационными аппаратами по условиям защиты; *в* — магистральная с установкой на вводе разъединителя и предохранителя; *г* — с секционированием автоматом сборных шин низкого напряжения



отсутствии приемников на напряжение выше 1 000 В и радиальном питании блока трансформатор—линия цеховые ТП выполняют без сборных шин напряжением 6(10) кВ, т.е. с глухим присоединением трансформатора к питающей линии (рис. 2.2, *а*).

Коммутационные аппараты на вводе устанавливают в следующих случаях: при питании от пункта, находящегося в ведении другой эксплуатирующей организации; при удалении пункта питания от ТП более чем на 3...5 км; при питании от воздушной линии; при необходимости наличия отключающего аппарата по условиям защиты, например для газовой защиты путем воздействия на выключатель нагрузки (рис. 2.2, *б*).

При магистральных схемах электроснабжения на вводе устанавливают выключатели и предохранители для селективного отключения трансформатора при его повреждении (рис. 2.2, *в*).

При радиальных схемах питание подается от щита низкого напряжения, к которому с помощью рубильников и предохранителей либо автоматов подключают линии отдельных цеховых распределительных пунктов (РП) или крупные электроприемники. На двухтрансформаторных подстанциях сборные шины щитов низкого напряжения секционируют рубильником или автоматом (рис. 2.2, *г*).

Схема двухтрансформаторной подстанции на напряжение 6(10) кВ показана на рис. 2.3. Сборные шины распределительного устройства (РУ) на напряжение 6(10) кВ разделены разъединителем *Q*1 на две секции, каждая из которых питается отдельно (по линиям соответственно *W*1 и *W*2). От этих шин получают питание силовые трансформаторы данной подстанции и две подстанции смежных цехов: *ТП*1 и *ТП*2. Силовые трансформаторы подсоединены с помощью масляных выключателей *Q*1 и *Q*2, что позволяет применять релейную защиту, а измерительные трансформаторы напряжения — с помощью разъединителей и предохранителей.

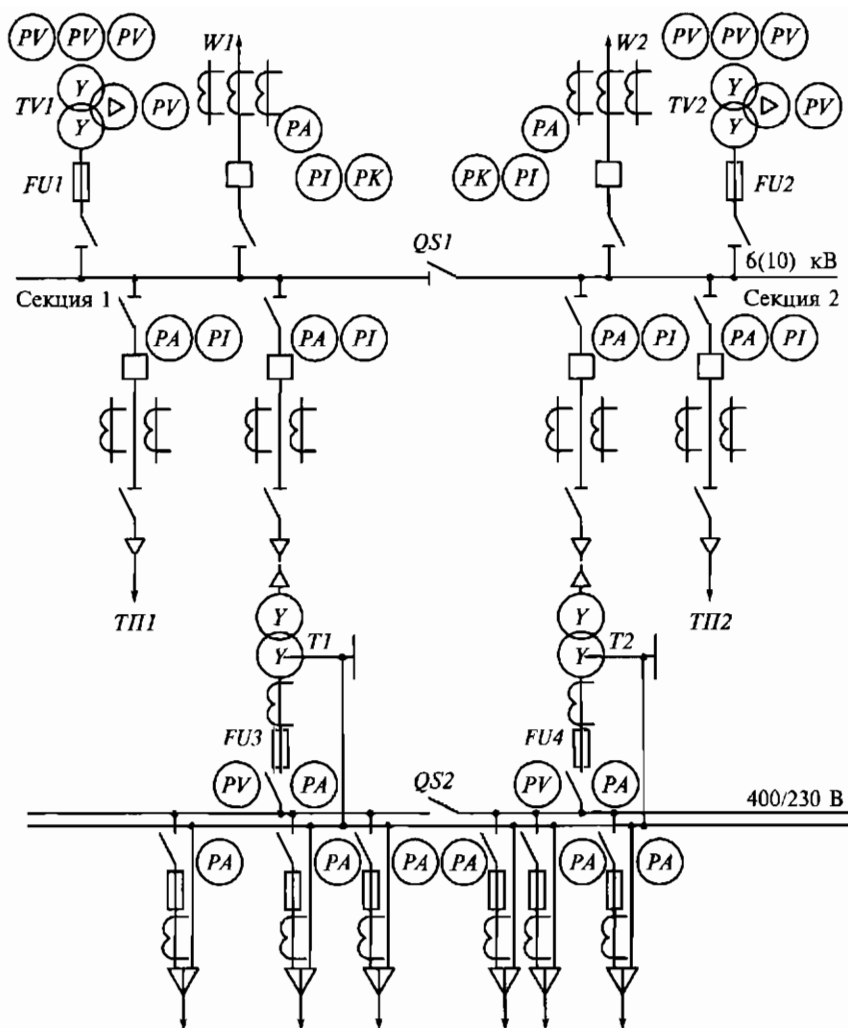


Рис. 2.3. Однолинейная схема трансформаторной подстанции на напряжение 6(10) кВ:

TV1, TV2 — трансформаторы напряжения; *T1, T2* — силовые трансформаторы подстанции; *Q1, Q2* — масляные выключатели; *QS1, QS2* — разъединители; *FU1–FU4* — предохранители; *PA* — амперметр; *PV* — вольтметр; *PI* — счетчик активной энергии; *PK* — счетчик реактивной энергии

Шины распределительного шита на напряжение 400/230 В разделены рубильником на секции.

Трансформаторы ГПП подключают к сборным шинам вторичного напряжения 6(10) кВ через масляные выключатели и разъединители. Если требуется ограничение тока короткого замыка-

ния в сети предприятия напряжением 6(10) кВ, то между выключателем и разъединителем ввода включают трехфазный бетонный реактор.

Сборные шины напряжением 6(10) кВ распределительного устройства ГПП секционируют, благодаря чему при повреждении или ремонте сборных шин можно отключать только одну секцию. При этом все основные электроприемники получают питание от другой секции.

2.6. Линии электропередачи

В электрических сетях применяют неизолированные (голые) и изолированные провода, а также кабели и токопроводы.

Голые провода не имеют изолирующих покровов. Их прокладывают только в том случае, если исключается возможность случайного прикосновения к ним людей. Прикосновение проводящим предметом к одному или нескольким проводам приводит к короткому замыканию. Наибольшее распространение голые провода получили в воздушных линиях, расположенных на открытом воздухе. В таких линиях провода подвешивают к опорам с помощью изоляторов и арматуры.

Большинство сетей напряжением до 1 000 В внутри помещений выполняют изолированными проводами, т.е. проводами, имеющими изолирующие, а иногда и защитные покровы.

Кабелем называют многопроволочный провод или несколько скрученных вместе изолированных проводов, помещенных в общую герметическую оболочку и предназначенных для прокладки в земле, под водой, на открытом воздухе и внутри помещений.

Токопроводом называют предназначенное для передачи электроэнергии устройство, открыто прокладываемое в производственных и электротехнических помещениях по опорным конструкциям, колоннам и фермам зданий. К токопроводам относят шинные магистрали различного исполнения, которые называются шинопроводами.

Материалами для токоведущих частей линий электропередачи служат медь, алюминий, их сплавы и сталь.

Медь — один из лучших проводников электрического тока, поэтому при одинаковых технико-экономических показателях (потери электроэнергии) медные провода будут иметь меньшую площадь сечения, чем провода из других материалов. Твердотянутая медь при температуре 20 °С имеет удельное сопротивление 18 Ом·мм²/км. Медные провода хорошо противостоят влиянию атмосферных условий и большинству химических реагентов, находящихся в воздухе.

Проводимость алюминия примерно в 1,6 раза меньше проводимости меди, однако все же достаточно высока, чтобы его можно было использовать в качестве токопроводящего материала для проводов и кабелей. Действию атмосферных явлений алюминий противостоит так же хорошо, как и медь.

Стальные провода используют при передаче небольшой мощности (например, в сельских сетях), когда площадь поперечного сечения провода может быть малой. Стальные провода с большим сопротивлением на разрыв используют для устройства переходов воздушных линий через широкие реки, ущелья и иные преграды при длине пролета более 1 км.

Нагрев проводников и потери мощности в них зависят от силы тока. Для трехфазной цепи расчетная токовая нагрузка I_p определяется по формуле

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3}U_n \cos \varphi}.$$

Распределение электроэнергии в сетях с помощью воздушных или кабельных линий глубоких вводов экономически целесообразно при передаваемой мощности от 60 МВт и более, а распределение с помощью токопроводов — при мощностях 15...60 МВт (в основном токопроводы применяют для передачи мощностей 30...60 МВт).

При системах глубоких вводов источники высшего напряжения максимально приближают к потребителям, а для распределения энергии используют несколько распределительных устройств. Глубокие вводы выполняют в виде кабельных или воздушных линий к подстанциям на напряжение 110...220 кВ, расположенным в центрах электронагрузок соответствующих групп потребителей, либо в виде магистральных воздушных линий от энергосистемы или подстанции промышленного узла с ответвлениями к подстанциям на напряжение 110...220 кВ, расположенным также в центрах нагрузок предприятий. Число укрупненных подстанций глубоких вводов на напряжение 110...220 кВ выбирают от двух до 10 и более в зависимости от концентрации электрических нагрузок.

Магистральные глубокие вводы экономически целесообразны при малозагрязненной окружающей среде и возможности размещения воздушных линий и подстанций на напряжение 110...220 кВ на территории предприятия возле соответствующих основных групп электроприемников.

Радиальные глубокие вводы (кабельные или воздушные) преимущественно применяют при сильнозагрязненной окружающей среде, соответствующем расположении подстанций и в случае стесненной территории.

Преимуществом радиальных схем является их простота и минимальное число аппаратов на подстанциях, что повышает надежность последних.

Возможность прохождения линий глубоких вводов (35 ... 220 кВ) предусматривают заранее при проектировании предприятия, учитывая при этом характер застройки площадки и прохождение различных коммуникаций. Большинство промышленных предприятий имеет электроприемники первой и второй категорий надежности (см. подразд. 2.3), поэтому их электроснабжение осуществляется не менее чем по двум линиям электропередачи. Наиболее целесообразны следующие две схемы: 1) линии питания закреплены на отдельных опорах и идут по разным трассам; 2) каждая подстанция питается от двух линий, подвешенных на одних и тех же опорах.

Питание электроприемников первой категории по одной двухцепной ЛЭП допускается в порядке исключения только при отсутствии потребителей, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова предприятия. Пропускную способность линий выбирают так, чтобы при выходе из строя одной из них оставшиеся обеспечивали питание электроприемников первой и второй категорий, необходимых для работы основных цехов предприятия.

При отсутствии точных данных о мощности электроприемников первой и второй категорий пропускную способность линий, остающихся в работе при аварийном режиме, рекомендуется выбирать такой, чтобы она обеспечивала 60...80 % всей расчетной нагрузки.

Для внутривзаводского питания электроэнергией промышленных предприятий применяют радиальные, магистральные и смешанные схемы.

Радиальные схемы получили наибольшее распространение. Магистральные схемы используются реже, в основном в тех случаях, когда электроприемники имеют большую мощность и расположены вблизи трасс, удобных для прокладки магистралей. Чаще их применяют в сочетании с радиальными.

2.7. Организация электроснабжения предприятия

Особенностью процесса производства, передачи и потребления электроэнергии является его непрерывность. Производство электроэнергии происходит одновременно с ее потреблением, поэтому электростанции, электрические сети и электроприемники потребителей связаны общностью режима.

Прием, преобразование и распределение электроэнергии происходят на подстанциях (см. подразд. 2.4).

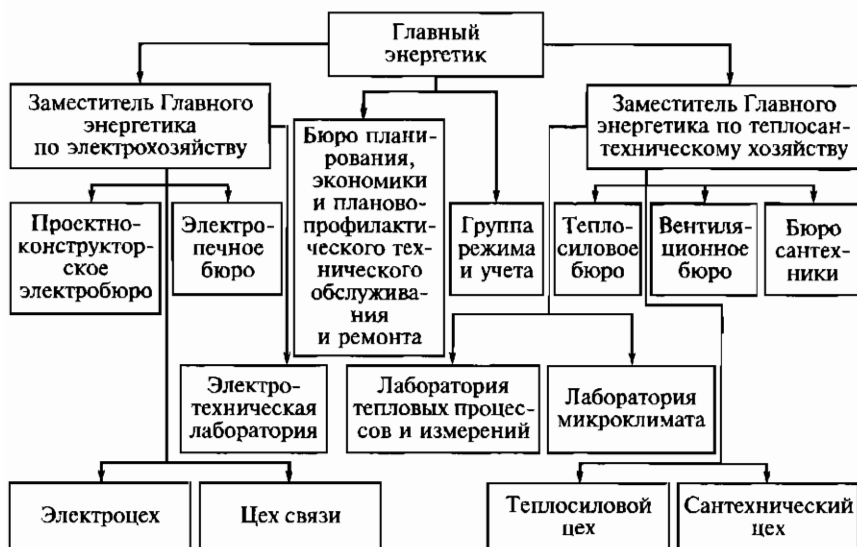


Рис. 2.4. Примерная структурная схема отдела Главного энергетика

Распределение поступающей на предприятие электроэнергии без ее преобразования (трансформации) выполняется в распределительных устройствах.

Электрические сети электроснабжения промышленных предприятий подразделяют по следующим признакам:

напряжению сети. Сети могут быть напряжением до 1 000 — низковольтные, или низкого напряжения (НН), и выше 1 000 В — высоковольтные, или высокого напряжения (ВН);

род тока. Сети могут быть постоянного и переменного тока. Электрические сети выполняют в основном по системе трехфазного переменного тока, что наиболее просто позволяет производить трансформацию электроэнергии. При большом числе однофазных приемников от трехфазных сетей осуществляются однофазные ответвления;

конструктивному исполнению. Линии могут быть воздушными, кабельными и состоящими из токопроводов, подстанции — открытыми и закрытыми.

Руководство всем энергетическим хозяйством предприятия осуществляет отдел Главного энергетика, который организует бесперебойное и рациональное снабжение производства всеми видами энергии, а также эксплуатацию электротехнического, теплосилового, сантехнического оборудования и сетей.

Примерная структурная схема отдела Главного энергетика показана на рис. 2.4.

Контрольные вопросы

1. Какие типы электростанций вы знаете?
2. Как классифицируют приемники электроэнергии?
3. Назовите основные показатели, характеризующие качество электроэнергии.
4. Для каких целей используют трансформаторные подстанции?
5. Как классифицируют подстанции?
6. Как осуществляют передачу электроэнергии от электростанций потребителям?

Глава 3

ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОМУ УСТРОЙСТВУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

3.1. Электротравматизм и его предотвращение

Самые совершенные условия труда и новейшие технические мероприятия по технике безопасности не смогут дать желаемые результаты, если рабочий не соблюдает правила техники безопасности, которые являются главным условием предупреждения производственного травматизма. Знание особенностей производственных процессов, конструкции применяемого оборудования и приспособлений, а также безопасных способов и приемов в работе создают условия для производительного труда без травматизма. Большое значение имеют инструктажи по технике безопасности. По характеру и времени проведения их подразделяют на вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и текущий.

Действующие с 01.06.2001 г. Межотраслевые правила по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок на территории Российской Федерации являются обязательными для выполнения всеми министерствами и ведомствами, предприятиями промышленности и транспорта, строительными организациями, коммунально-бытовыми, сельскохозяйственными и другими потребителями электроэнергии. Правила распространяются на все электроустановки потребителей за исключением воздушных линий электропередачи, на которые Госэнергонадзор считает возможным дополнительно распространить действующие Правила техники безопасности при эксплуатации распределительных устройств напряжением до 35 кВ и Правила техники безопасности при эксплуатации воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше. Кроме того, на синхронные компенсаторы, эксплуатируемые потребителями, распространяются требования, указанные в соответствующих главах правил технической эксплуатации, и правила безопасности (ПБ) при эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций.

Несоблюдение правил безопасности и неосторожное обращение с электротехническим оборудованием может привести к тяжелым поражениям электрическим током даже со смертельным исходом. В процесс эксплуатации электрические сети и электрооборудование предприятий находятся под наблюдением дежур-

ных электромонтеров и подвергаются периодическому осмотру, профилактическим испытаниям и ремонту. Рабочие других специальностей также проводят некоторые работы в электротехнических установках. При таких условиях возникает вероятность прикосновения человека к незащищенным электрическим сетям или токоведущим частям электрооборудования.

Различают два вида электропоражения: электрический удар и электрическую травму. При *электрическом ударе* ток поражает внутренние органы человека. Он может вызывать паралич нервной системы, прекращение кровообращения и дыхания. К *электрическим травмам* в результате действия электрического тока относятся ожоги кожи и тканей различных органов, в частности глаз, а также механические повреждения (ушибы, переломы, ранения), которые могут получить пострадавшие при падении, вызванном действием электрического тока.

Основными факторами, влияющими на степень поражения электрическим током, являются путь тока в теле человека (рис. 3.1), сила тока, а также продолжительность его протекания.

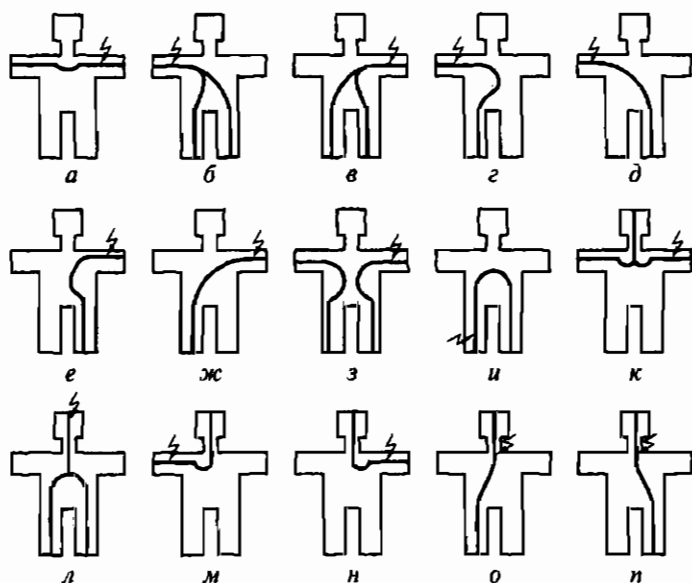


Рис. 3.1. Возможные пути прохождения тока через тело человека:

а — рука—рука; *б* — правая рука—обе ноги; *в* — левая рука—обе ноги; *г* — правая рука—правая нога; *д* — правая рука—левая нога; *е* — левая рука—левая нога; *ж* — левая рука—правая нога; *з* — обе руки—обе ноги; *и* — нога—нога; *к* — голова—обе руки; *л* — голова—обе ноги; *м* — голова—правая рука; *н* — голова—левая рука; *о* — голова—правая нога; *п* — голова—левая нога

Наиболее опасными являются случаи, когда ток проходит через голову (голова — рука, голова — нога) и грудную клетку (рука — рука, рука — нога), так как при этом поражаются мозг, сердце и органы дыхания.

Силу электрического тока, проходящего через тело человека, можно определить по закону Ома как отношение приложенного напряжения к сопротивлению тела человека. Сопротивление тела человека существенно зависит от состояния поверхности кожи в месте соприкосновения, общего физиологического и психологического состояния организма и т. д. Оно может изменяться от нескольких сотен до десятков тысяч ом. Если кожа плотная, смочена эмульсией или другими растворами, засорена токопроводящей пылью, то сопротивление резко снижается.

Наиболее опасен ток промышленной частоты (50 Гц). Токи высокой частоты обычно не вызывают электрического шока, но при длительном воздействии могут привести к ожогу отдельных частей тела или их перегреву. Раздражающее действие переменного тока промышленной частоты человек ощущает начиная со значений 0,6...1,5 мА, а постоянного тока — со значений 5...7 мА. Такие токи называют *ощутимыми*, или *пороговыми*. Серьезной опасности они не представляют, поскольку человек может без посторонней помощи оторваться от цепи. Если переменный ток достигает 5...10 мА, то раздражающее воздействие становится более ощутимым, появляется боль в мышцах, которая может привести к судорогам. При переменном токе 10...15 мА или постоянном токе 50...80 мА боль и судороги мышц рук и ног становятся такими сильными, что человек не в состоянии разжать руку, отбросить от себя провод, отойти от места поражения. Такие токи называют *пороговыми неотпускающими*.

При переменном токе промышленной частоты 25 мА и выше судорожное сокращение мышц начинает происходить в грудной клетке, что может привести к параличу дыхания. При 50 мА работа органов дыхания очень затрудняется, а при 100 мА и выше в течение 1...2 с поражается мышца сердца, что приводит к его фибрилляции, т. е. быстрым хаотическим сокращениям. Такие токи называют *фибрилляционными*. При постоянном токе фибрилляция возникает начиная со значения 300 мА. Сердце при фибрилляции перестает работать как насос, перекачивающий кровь, в организм поступает недостаточное количество кислорода, и происходит острое кислородное голодание, сопровождающееся остановкой дыхания и наступлением клинической (мнимой) смерти.

Продолжительность протекания тока через тело человека также влияет на тяжесть поражения, поскольку с течением времени сопротивление кожи падает. Для того или иного значения тока существует своя предельно допустимая продолжительность воздействия:

Ток, мА, не более ...	2	6	50	70	100	250
Продолжительность воздействия, с.....	выше 10	До 10	1,0	0,7	0,5	0,2

При сооружении электротехнических установок всегда учитывают условия, в которых им предстоит работать, и предусматривают мероприятия, предотвращающие возможность поражения электрическим током.

Безопасность эксплуатации электротехнических установок зависит от многих факторов: влажности помещения, его температуры, содержания токопроводящей среды (массы металлов, раствора кислот и солей) и т.д. Поэтому, например, при работе в резервуарах, где имеются большие поверхности хорошо проводящего металла, допустимое по условиям безопасности напряжение переносных ламп принято равным 12 В. В иных случаях, оговариваемых обычно в правилах эксплуатации, допускается напряжение 24 В.

Окружающая среда производственных и бытовых помещений, в которых находятся электрические провода и оборудование, может разрушительно действовать на изоляцию и тем самым увеличивать опасность поражения человека электрическим током.

Все помещения в зависимости от условий окружающей среды, проводимости полов, а также размещения электрооборудования

Таблица 3.1

Классификация помещений по степени опасности поражения людей электрическим током

Класс	Характеристика
С повышенной опасностью	Наличие одного из следующих признаков, обуславливающих повышенную опасность: сырость; токопроводящая пыль; токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.д.); высокая температура; возможность одновременного прикосновения человека, с одной стороны, к имеющим соединения с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам, с другой стороны — к металлическим корпусам электрооборудования
Особо опасные	Имеется хотя бы один из следующих признаков, обуславливающих особую опасность: особая сырость; химическая активная среда; наличие одновременно не менее двух признаков, обуславливающих повышенную опасность
Без повышенной опасности	Отсутствие признаков, обуславливающих повышенную или особую опасность

Классификация помещений по характеру окружающей среды

Класс	Характеристика
Нормальное	Сухое помещение, в котором отсутствуют признаки, свойственные жарким, пыльным помещениям и помещениям с химически активной средой
Сухое	Относительная влажность воздуха в помещении не превышает 60 %
Влажное	Пары или конденсирующаяся влага выделяются в помещении временно и в небольших количествах; относительная влажность воздуха в нем более 60, но не превышает 75 %
Сырое	Относительная влажность воздуха в помещении длительное время превышает 75 %
Особо сырое	Относительная влажность воздуха в помещении около 100 % (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой)
Жаркое	Температура воздуха в помещении длительное время превышает 30 °С
Пыльное*	По условиям производства технологическая пыль в помещении выделяется в таком количестве, что может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т. д.
С химически активной средой	По условиям производства в помещении содержатся (постоянно или длительно) пары или образуются отложения, разрушающе действующие на изоляцию и токоведущие части электрооборудования

* Пыльные помещения, в свою очередь, подразделяются на помещения с проводящей и непроводящей пылью.

и соединенных с землей металлических конструкций подразделяют на классы. Классификация помещений по степени опасности поражения людей электрическим током приведена в табл. 3.1, а по характеру окружающей среды — в табл. 3.2.

Выпускаемые электротехнической промышленностью России изделия и оборудование в соответствии с требованиями системы стандартов безопасности труда (ССБТ), также подразделяются на различные классы в зависимости от способа защиты человека от поражения электрическим током, степени защиты от соприкосновения с токоведущими и движущимися частями, а также от попадания внутрь оболочки посторонних твердых тел и воды.

3.2. Классификация защитных средств, периодичность их испытаний и осмотров

Персонал, обслуживающий электроустановки, должен быть снабжен всеми необходимыми защитными средствами (рис. 3.2).

Защитными называют такие средства, приборы, аппараты и приспособления, которые служат для защиты персонала, работающего вблизи находящихся под напряжением частей электротехнических установок.

Защитные средства подразделяются на две группы:

средства коллективной защиты персонала от поражения током высокого напряжения — указатели напряжения, токоизмерительные клещи, переносные ограждения, временные защитные заземляющие устройства и т. п.;

индивидуальные защитные средства, предохраняющие работника от воздействия дуги, продуктов горения и механических повреждений — защитные очки, брезентовые рукавицы, противогазы и т. п.

Электроразличные средства подразделяют на основные и дополнительные. *Основными* называют такие защитные средства,

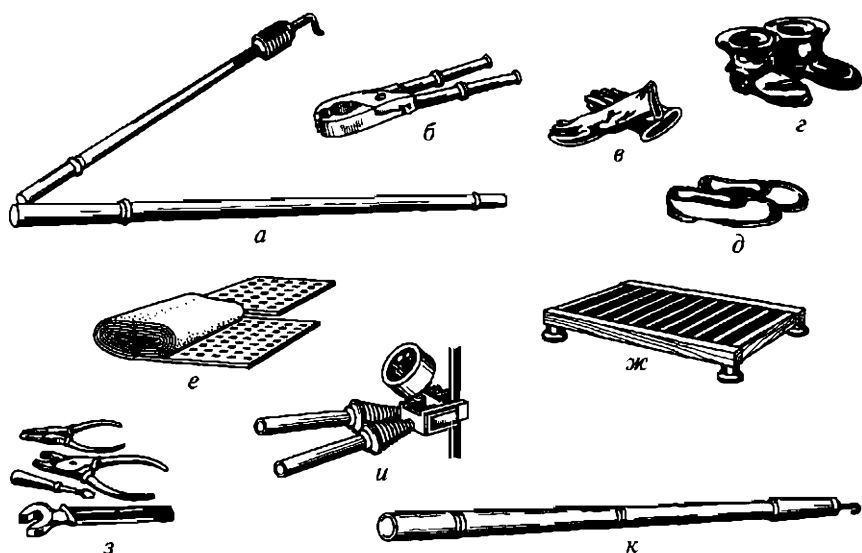


Рис. 3.2. Защитные средства, применяемые при обслуживании электроустановок:

а — изолирующие оперативные 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

изоляция которых надежно выдерживает рабочее напряжение установки. С их помощью можно прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением. *Дополнительные* защитные средства сами по себе не могут при определенном напряжении предохранять от поражения током. Они лишь усиливают действие основного защитного средства и обеспечивают защиту от напряжения прикосновения, шагового, а также от ожогов электрической дугой.

К основным изолирующим защитным средствам, применяемым при эксплуатации и обслуживании электроустановок напряжением выше 1 000 В относят: оперативные и измерительные штанги; изолирующие и токоизмерительные клещи; указатели напряжения; изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ, например изолирующие лестницы, изолирующие площадки, изолирующие тяги, непосредственно соприкасающиеся с проводом щитовые габаритники, захваты для переноски гирлянд, изолирующие штанги для укрепления зажимов и установки габаритников, изолирующие звенья телескопических вышек.

Основные защитные средства изготовляют из изоляционных материалов с достаточно устойчивыми диэлектрическими характеристиками (фарфор, бакелит, эбонит, гетинакс, древесно-слоистые пластики, пластические материалы и т.п.). Можно применять дерево, проваренное в льняном или других высыхающих маслах (применение для пропитки парафина и иных аналогичных веществ запрещается).

Материалы, поглощающие влагу (бакелит, дерево и др.), должны быть покрыты влагостойким лаком и иметь гладкую поверхность без трещин, отслоений и царапин. В электроустановках напряжением до 15 кВ разрешается применение штанг с фарфоровыми изоляторами в качестве изолирующей части и с удлинителями из сухого дерева или других изоляционных материалов.

К дополнительным изолирующим защитным средствам, применяемым при эксплуатации и обслуживании электроустановок напряжением выше 1 000 В, относят: диэлектрические перчатки и боты, диэлектрические резиновые коврики, изолирующие подставки, переносные заземления, ограждающие устройства, плакаты и знаки безопасности.

К основным изолирующим защитным средствам, применяемым при эксплуатации и обслуживании электроустановок напряжением до 1 000 В, относят: диэлектрические перчатки, инструмент с изолирующими рукоятками, изолирующие клещи, указатели напряжения, изолирующие штанги. Для проверки наличия напряжения в сети или электроустановках используют специальные указатели и сигнализаторы напряжения.

К дополнительным изолирующим защитным средствам, применяемым при эксплуатации и обслуживании электроустановок

напряжением до 1 000 В, относят: диэлектрические галоши, диэлектрические резиновые коврики, изолирующие подставки, переносные заземления, плакаты и знаки безопасности.

В каждом распределительном устройстве должен находиться комплект защитных средств, содержащий резиновые перчатки или рукавицы, резиновые боты или изолирующие подставки, резиновые коврики или дорожки, клещи для установки и снятия предохранителей, штанги, индикаторы напряжения, переносные заземления (закоротки), защитные очки.

При выдаче защитных средств в индивидуальное пользование делают запись в специальном журнале с указанием даты выдачи и наименования защитных средств. Рядом с записью должна стоять подпись получателя.

Защитные средства, закрепленные за распределительным устройством, должны храниться в специально отведенном месте при входе в него. Место хранения оборудуют крючками для развески штанг, переносных заземлений, предупредительных плакатов и шкафами для размещения перчаток, бот, ковриков, защитных очков, противогазов и указателей напряжения.

Нельзя хранить защитные средства вместе с другими инструментами.

Все защитные средства, как находящиеся в эксплуатации, так и содержащиеся в запасе, должны быть пронумерованы. Защитные средства, находящиеся в эксплуатации, необходимо испытывать со следующей периодичностью:

Диэлектрические перчатки	1 раз в 6 мес
Диэлектрические боты	1 раз в 3 года
Диэлектрические галоши	1 раз в год
Коврики резиновые диэлектрические	1 раз в 2 года
Изолирующие штанги	1 раз в 2 года
Измерительные штанги	Не реже 1 раза в год
Изолирующие клещи	1 раз в 2 года
Токоизмерительные клещи	1 раз в год
Указатели напряжения	1 раз в год
Указатели напряжения, работающие по принципу протекания активного тока	1 раз в год

Изолирующие подставки испытывают после изготовления и капитального ремонта.

3.3. Правила пользования защитными средствами

Электрозашитные средства нужно использовать по их прямому назначению и при напряжении не выше того, на которое они рассчитаны.

Все основные изолирующие защитные средства рассчитаны на применение в закрытых или открытых распределительных устройствах и на воздушных линиях электропередачи только в сухую погоду. Поэтому использование этих защитных средств в сырую погоду (во время дождя, снега, тумана, измороси) запрещается. В открытых распределительных устройствах в сырую погоду следует использовать изолирующие средства специальной конструкции, предназначенные для работы в таких условиях.

Перед каждым применением защитного средства персонал обязан убедиться в отсутствии у него внешних повреждений (резиновые перчатки проверить на отсутствие проколов), удалить с него пыль, проверить, при каком напряжении допустимо применение данного средства и не истек ли срок его периодического испытания. Пользоваться защитными средствами, срок испытания которых истек, запрещается, так как такие средства считаются непригодными.

Изолирующие оперативные штанги (рис. 3.2, а) используют для оперативной работы, выполнения измерений, очистки изоляции от пыли, установки габаритников и разрядников. Изолирующая оперативная штанга состоит из трех частей: рабочей, изолирующей и ручки-захвата. Рабочая часть имеет наконечник (головку) соответствующей формы, зависящей от назначения штанги. Применяются и универсальные штанги со сменными головками. В измерительных штангах прибор для измерения относится к рабочей части штанги. Изолирующей частью штанги является участок от рабочей части до границы захвата.

Штанги не заземляют за исключением случаев, когда сам принцип устройства штанги или условия работы требуют ее заземления. При работе с изолирующими оперативными штангами следует пользоваться диэлектрическими перчатками.

В процессе работы со штангой запрещается касаться ее изолирующей части за упорным (ограничительным) кольцом. В случае повреждения лакового покрытия штанги или при наличии других ее неисправностей работу следует прекратить, штангу отремонтировать и испытать.

Изолирующие клещи (рис. 3.2, б) применяют для операций с предохранителями, надевания и снятия изолирующих колпаков и других аналогичных работ. Изолирующие клещи состоят из трех основных частей: рабочей (губок), изолирующей (от губок до упора) и ручек-захватов (от упора до конца клещей). В цепях напряжением свыше 1 000 В при работе клещами нужно дополнительно пользоваться диэлектрическими перчатками.

Диэлектрические перчатки (рис. 3.2, в) могут использоваться для обслуживания электроустановки только при условии изготовления их в соответствии с требованиями государственного стандарта. Перчатки, предназначенные для других целей (работа с

химическими реактивами и т.д.), применять в качестве защитного средства при работе в электроустановках не допускается.

Диэлектрические перчатки, выдаваемые для обслуживания электроустановок, выпускаются нескольких размеров. Длина перчатки должна быть не менее 350 мм. Размер диэлектрических перчаток должен позволять надевать под них хлопчатобумажные или шерстяные перчатки для предохранения рук от холода при работе на открытом воздухе.

Диэлектрические боты и галоши (рис. 3.2, з, д) являются не только дополнительными защитными средствами, но и средствами защиты от шагового напряжения в электроустановках любого напряжения. Для обслуживания электроустановок допускается использовать только диэлектрические боты и галоши, изготовленные в соответствии с требованиями государственного стандарта. Диэлектрические боты и галоши по внешнему виду (цвет, отсутствие лакировки или специальные отличительные знаки) должны отличаться от бот и галош, предназначенных для других целей. Диэлектрические боты и галоши выпускают нескольких размеров, предусмотренных государственным стандартом.

Диэлектрические коврики (рис. 3.2, е) применяют в качестве дополнительного защитного средства при обслуживании закрытых электроустановок любого напряжения, операциях с приводами разъединителей и выключателей и работе с пускорегулирующей аппаратурой. В электроустановках напряжением свыше 1 000 В диэлектрические коврики можно заменять изолирующими подставками. В электроустановках напряжением до 1 000 В в качестве диэлектрических ковриков разрешается применять коврики, изготовленные из недиэлектрической резины, при условии, что они выдерживают испытательное напряжение.

Диэлектрические коврики изготавливают размерами не менее 50×50 см. Верхняя поверхность коврика должна быть рифленой.

Диэлектрические коврики являются изолирующим средством лишь в сухом состоянии.

Изолирующие подставки (рис. 3.2, ж) применяют при проведении операций с предохранителями, пусковыми устройствами электродвигателей, приводами разъединителей и выключателей в закрытых электроустановках любого напряжения.

Изолирующая подставка представляет собой настил, укрепленный на опорных изоляторах. Изоляторы могут быть фарфоровыми или из пластических материалов.

Инструменты с изолирующими ручками (рис. 3.2, з) применяют для обслуживания электроустановок напряжением до 1 000 В. Ручки инструмента должны иметь покрытие из влагостойкого нехрупкого изоляционного материала и упоры; длина ручек должна быть не менее 10 см.

Поверхность всех изолирующих частей инструмента должна быть гладкой, не иметь трещин, излома и заусениц. Изоляционное покрытие рукояток должно плотно прилегать к металлическим частям инструмента и полностью изолировать ту его часть, которая во время работы находится в руке монтера.

Токоизмерительные клещи (рис. 3.2, *и*) предназначены для измерения переменного тока в одиночных проводниках без нарушения их целостности. Токоизмерительные клещи для электроустановок напряжением свыше 1 000 В состоят из трех основных частей: рабочей, изолирующей (от рабочей части до упора) и ручек-захватов (от упора до конца клещей). Рабочая часть клещей состоит из разъемного магнитопровода с обмоткой и съемного или встроенного амперметра, укрепленного на сердечнике.

Токоизмерительные клещи для электроустановок напряжением до 1 000 В могут состоять из двух частей: разъемного магнитопровода и изолирующей части, являющейся одновременно корпусом прибора и ручкой-захватом. Клещи такой конструкции имеют измерительный прибор, встроенный в изолирующую часть, и одну ручку-захват для удержания клещей при измерении одной рукой.

Упор, который может быть образован соответствующим изгибом корпуса прибора или ручки-захвата, должен предотвращать во время измерения возможность прикосновения рукой к токоведущей части.

Указатели напряжения (рис. 3.2, *к*) являются переносными приборами, действие которых основано на свечении неоновой лампы при протекании через нее емкостного тока. При определении наличия или отсутствия напряжения указатели напряжения не должны заземляться. Исключение составляют указатели на напряжение 10 кВ, когда при работах с ними используются деревянные опоры. В этих случаях, если конструкция указателя не обеспечивает достаточного свечения лампы при наличии напряжения, указатель необходимо заземлить.

При пользовании указателем напряжения последний следует подносить к токоведущим частям электроустановки на расстояние, необходимое для появления свечения лампы. Прикосновение к токоведущим частям разрешается только в том случае, когда проверяемая часть электроустановки не находится под напряжением.

Для возможности наблюдения за свечением лампы при ярком дневном свете указатели напряжения должны снабжаться специальными затеняющими колпаками.

Защитные рукавицы из трудновоспламеняющейся ткани (льняного брезента и т.п.) применяются для предохранения рук при работах с расплавленным металлом или расплавленной кабельной массой. Размеры рукавицы должны позволять натягивать

ее на рукав верхней одежды. Рукавицы должны плотно облегать рукав одежды во избежание затекания расплавленного вещества. Длина рукавиц должна быть не менее 350 мм.

Защитные очки применяют в следующих случаях:

при смене предохранителей;
резке кабелей и вскрытии муфт на кабельных линиях, находящихся в эксплуатации;
пайке, сварке (на проводах, шинах, кабелях и др.), варке и разогревании мастик и заливке ими кабельных муфт, вводов и т.п.;
работе с электролитом и обслуживании аккумуляторной батареи;
проточке и шлифовании колец и коллекторов;
заточке инструмента и прочих работах, связанных с опасностью повреждения глаз.

Разрешается применять только те защитные очки, которые выполнены в соответствии с требованиями государственного стандарта.

Очки должны быть закрытого типа с боковыми стеклами и вентиляционными отверстиями небольших размеров. Вентиляционные отверстия должны быть защищены (например, чешуйками) таким образом, чтобы при сохранении вентиляции брызги жидкости или расплавленных веществ не могли проникать внутрь очковой камеры.

Между оправой и стеклами очков не должно быть щелей. Оправа должна быть металлической или фибровой и плотно прилегать к лицу, причем для защиты кожи лица края оправы должны быть обшиты мягкой кожей или тканью. Переносица очков должна быть эластичной, а для крепления очков на голове должны иметься ленты из плотной тесьмы или кожи с застежками либо резиновая стяжка. Стекла защитных очков должны быть прозрачными, тугоплавкими, устойчивыми к металлическим воздействиям и не иметь пороков (пузырьков, выпучиваний и т.п.). При продолжительной работе в защитных очках поверхность стекол, обращенную к глазам, нужно предварительно смазывать специальным составом, предохраняющим стекло от потения.

Переносные заземляющие устройства (рис. 3.3) являются наиболее надежным защитным средством при работе на отключенном электрооборудовании, кабельной или воздушной линии электропередачи в случае ошибочной подачи на них напряжения. С помощью специальных проводников и зажимов эти устройства замыкают токоведущие части накоротко, одновременно заземляя их. При ошибочной подаче напряжения в такую короткозамкнутую и заземленную линию безопасность людей, работающих с токоведущими частями электроустановки, обеспечивается автоматическим отключением электроустановки с помощью выключателя или в результате перегорания плавких вставок предохранителей.

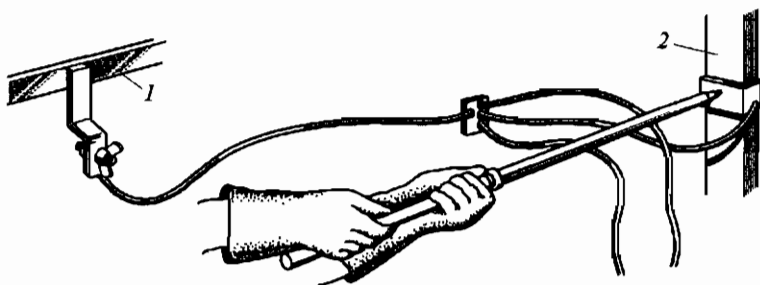


Рис. 3.3. Временное переносное заземляющее устройство:
1 — шина сети заземления; 2 — токоведущая часть электроустановки

Переносные заземляющие устройства изготовляют из гибкого медного провода с площадью поперечного сечения жил, рассчитанной на термическую устойчивость при прохождении токов короткого замыкания, но не менее 25 мм^2 . Этот провод имеет три специальных зажима в виде струбцин для присоединения их к трем фазам отключенной электроустановки и кабельный наконечник или струбцину для присоединения к шине заземления.

Одним из важнейших условий безопасного выполнения работ является обязательное наличие ограждений вокруг опасной зоны. Опасные зоны могут быть постоянными и временными. К постоянным относят опасные зоны действия некоторых машин и механизмов.

Временными считают опасные зоны, возникающие на период продолжительностью до одних суток. К ним относят места подъема или опускания крупных металлоконструкций или оборудования, места высоковольтных испытаний и др. Постоянные опасные зоны ограждают инвентарной обноской в виде штaketного барьера, окрашенного в красный цвет. На таких ограждениях через каждые $5 \dots 10 \text{ м}$ по периметру обязательно должны висеть запрещающие знаки.

Для временных опасных зон применяют легкие переносные ограждения. В качестве временных ограждений применяют щиты (ширмы), изолирующие накладки и колпаки ограждения клетки, габаритники.

Переносные щиты изготовляют сплошными высотой $1,7 \text{ м}$ из сухого дерева без металлических креплений. Они должны быть устойчивы, прочны и окрашены масляной краской. Решетчатые щиты допускаются только для ограждения проходов, входов в камеры и т. п.

Щиты следует устанавливать так, чтобы расстояние от них до токоведущих частей электроустановки было не менее $0,35 \text{ м}$ в установках напряжением до 15 кВ включительно и $0,6 \text{ м}$ в установках

напряжением свыше 15 до 35 кВ. Для установки щитов вблизи неотключенных токоведущих частей необходимо пользоваться диэлектрическими перчатками и изолирующими клещами.

К защитным средствам относятся и специальные плакаты, служащие для предупреждения об опасности приближения к частям, находящимся под напряжением, указания на подготовку к работе места, напоминания о необходимости принятия мер безопасности или запрещения подачи напряжения на данный участок установки т.д. Плакаты бывают стационарные и переносные; по назначению они подразделяются на предупреждающие, запрещающие, предписывающие и указательные.

3.4. Защитное заземление

Для обеспечения безопасности обслуживания электроустановок их заземляют. *Защитным заземлением* электрической установки называют преднамеренное соединение ее с заземляющим устройством, представляющим собой совокупность заземлителя и заземляющих проводников. *Замыканием на землю* называют случайное электрическое соединение находящихся под напряжением частей электроустановки с неизолированными от земли конструктивными частями или непосредственно с землей. Замыкание в машинах, аппаратах, линиях на их же заземленные конструкции называют *замыканием на корпус*.

Нейтрали генераторов и трансформаторов можно соединять с заземляющим устройством либо непосредственно, либо через аппараты с малым сопротивлением. Такие нейтрали называют *глухозаземленными*. Нейтрали, не присоединенные к заземляющим устройствам непосредственно или присоединенные к ним через аппараты с большим сопротивлением (например, трансформаторы напряжения), называют *изолированными*.

В электроустановках с глухозаземленной нейтралью при замыканиях на заземленные части должно быть обеспечено надежное автоматическое отключение поврежденных участков сети с наименьшим временем отключения. Поэтому в таких электроустановках напряжением до 1 000 В обязательно должна быть металличе-

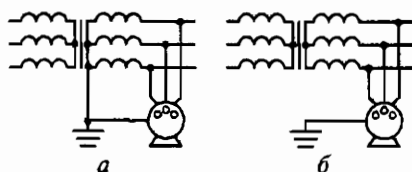


Рис. 3.4. Схемы заземления в сетях напряжением до 1 000 В:

а — с глухозаземленной нейтралью; б — с изолированной нейтралью

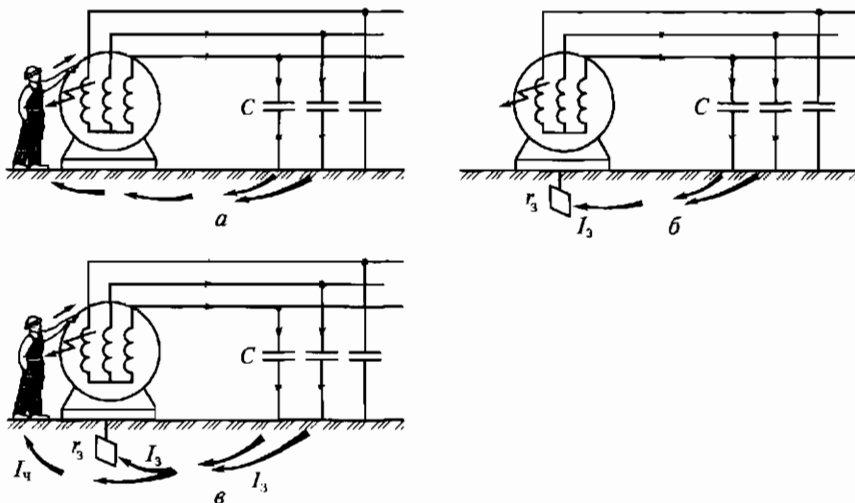


Рис. 3.5. Схемы, поясняющие принцип действия защитного заземления: *а* — прикосновение человека к корпусу незаземленного электродвигателя с поврежденной изоляцией; *б* — пробой изоляции одной фазы у заземленного электродвигателя; *в* — прикосновение человека к корпусу заземленного электродвигателя с поврежденной изоляцией

ская связь с глухозаземленной нейтралью корпусов электрооборудования (рис. 3.4, *а*).

В электроустановках с изолированной нейтралью и с компенсацией емкостных токов напряжением выше 1 000 В должна быть предусмотрена возможность выявлять замыкания на землю и быстро отыскивать места этих замыканий с помощью устройств контроля изоляции, секционирования сети, а в необходимых случаях автоматически отключать поврежденные участки. В этих электроустановках осуществляется непосредственная металлическая связь корпусов электрооборудования с землей (рис. 3.4, *б*), имеющая целью максимально уменьшить разность потенциалов, под которую может попасть человек, одновременно соприкасающийся и с землей, и с корпусом.

Электроустановки напряжением до 1 000 В допускаются как с глухозаземленной, так и с изолированной нейтралью, а электроустановки постоянного тока — с глухозаземленной или изолированной средней точкой. В четырехпроводных сетях переменного тока или в трехпроводных сетях постоянного тока обязательно должно выполняться глухое заземление нейтрали.

Чтобы понять принцип действия защитного заземления рассмотрим схемы, приведенные на рис. 3.5. На них буквой *С* обозначена емкость фаз кабельной или воздушной сети относительно земли. При значительной протяженности сети емкостной ток

достигает относительно большой величины, существенно превосходящей величину активного тока утечки. Человек, прикоснувшийся к корпусу незаземленного электродвигателя, у которого произошло замыкание на корпус одной из фаз статорной обмотки, попадает под линейное напряжение (рис. 3.5, а). Тело человека оказывается включенным параллельно емкости C поврежденной фазы. Ток через емкостное сопротивление двух неповрежденных фаз будет проходить по телу человека. Для устранения такой опасности корпус двигателя следует надежно заземлить. В этом случае при пробое изоляции одной из фаз на корпус двигателя (рис. 3.5, б) последний оказывается по отношению к земле под напряжением

$$U_3 = I_3 r_3.$$

Если к корпусу такого двигателя прикоснется человек (рис. 3.5, в), он попадет под напряжение

$$U_q = I_q r_q = I'_3 r_3$$

и через тело человека будет проходить ток

$$I_q = I'_3 r_3 / r_q,$$

где I'_3 — ток, проходящий через заземляющее устройство; r_3 — сопротивление заземляющего устройства; r_q — сопротивление тела человека.

При выборе заземляющего устройства его сопротивление рассчитывают так, чтобы напряжение U_q было небольшим, а ток I_q — безопасным для жизни человека.

В электроустановках напряжением выше 1 000 В с изолированной нейтралью (сети напряжением 6...35 кВ) защитное заземление должно иметь достаточно малое сопротивление растеканию тока замыкания на землю, чтобы обеспечить допустимое напряжение на заземлителе при прохождении тока однофазного замыкания и, следовательно, допустимое напряжение прикосновения. Обычно на подстанциях напряжением 6...35/0,4 кВ выполняют общее заземляющее устройство как для сети напряжением выше 1 000 В, так и для сети напряжением до 1 000 В. В этом случае сопротивление заземляющего устройства должно быть

$$r_3 \leq 125 / I_3,$$

где I_3 — расчетный ток замыкания на землю, А.

Если заземляющее устройство предназначается только для электроустановки напряжением выше 1 000 В, то

$$r_3 \leq 250/I_3.$$

В сетях напряжением до 1 000 В с изолированной нейтралью заземляющее устройство должно иметь сопротивление не более 4 Ом, а в установках мощностью до 100 кВ·А — 10 Ом.

В электроустановках напряжением выше 1 000 В с эффективно заземленной нейтралью (сети напряжением 110 кВ и выше) в соответствии с рекомендациями Правил устройства электроустановок (ПУЭ) r_3 не должно превышать 0,5 Ом.

Поражение человека может произойти в результате возникновения заряда статического электричества на различных металлических частях машин и оборудования. Под *статическим электричеством* понимают потенциальный запас электрической энергии, образующейся на оборудовании или конструкциях из-за их трения друг о друга, о металл либо в результате индукционного влияния сильных электрических разрядов, например разрядов молнии. Заряды статического электричества образуются также при трении (перевозке или перекачке) органических жидкостей (бензин, бензол), являющихся диэлектриками (т.е. непроводниками электричества), о стенки металлических труб и сосудов.

Статические заряды могут образоваться и в помещениях с большим количеством пыли органического происхождения. Электрический потенциал заряда статического электричества часто достигает до нескольких десятков тысяч вольт, и искровой разряд при таком потенциале может стать причиной взрыва и пожара. Для предотвращения искровых разрядов статического электричества проводят ряд мероприятий, которые снижают электрические потенциалы до безопасных значений (устройство усиленной вентиляции и повышение влажности воздуха до 80 %) или исключают искрение даже при наличии высоких электрических потенциалов (например, снятие потенциала с ремня передачи путем устройства заземленных металлических щеток или превращения ремня в проводник).

Средствами защиты от статического электричества являются заземляющие устройства, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы.

Отвод статического электричества, накапливающегося на людях (вследствие движения по токонепроводящему покрытию пола в белье и одежде из шелка, шерсти или искусственных волокон), осуществляют путем устройства токопроводящих полов или заземленных зон. Используют также антистатическую обувь и спецодежду в виде антиэлектрического халата. Для извещения персонала о появлении электростатического заряда, а также для быст-

рого снижения его уровня в момент возникновения применяют сигнализаторы статического электричества со световой мигающей и звуковой сигнализацией.

Заземлению подлежат следующие части силового электрооборудования:

- корпуса электрических машин, трансформаторов и аппаратов;
- приводы электрических аппаратов;

- вторичные обмотки измерительных трансформаторов;

- каркасы распределительных щитов, шкафов и пультов управления;

- металлические конструкции распределительных устройств, металлические кабельные конструкции;

- металлические корпуса кабельных муфт, металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей, металлические оболочки проводов, стальные трубы для проводов электросети и другие металлические конструкции, связанные с установкой электрооборудования;

- металлические корпуса передвижных электроприемников.

Заземлению не подлежит электрооборудование, которое благодаря своему расположению и способу крепления имеет надежный контакт с другими заземленными металлическими частями. К нему относятся:

- оборудование, установленное на заземленных металлических конструкциях (при этом на опорных поверхностях должны быть предусмотрены зачищенные и незакрашенные места);

- корпуса электроизмерительных приборов, реле и других устройств, установленных на щитах, пультах и в шкафах;

- съёмные или открывающиеся части на металлических заземленных каркасах любых электроконструкций.

Вместо заземления отдельных электродвигателей и аппаратов на станках и других механизмах допускается непосредственное заземление станин станков и механизмов при обеспечении надежного контакта между корпусом электрооборудования и станиной.

Если выполнение заземления или защитного отключения, удовлетворяющего всем требованиям ПУЭ, невозможно по условиям технологического процесса (например, в зоне обслуживания электролизных ванн алюминиевых и других заводов) либо представляет значительные трудности по каким-либо причинам, то взамен его допускается обслуживание электрооборудования с изолирующих площадок. Последние должны быть выполнены так, чтобы прикосновение к представляющим опасность незаземленным частям было возможно только с этих площадок. Кроме того, должна быть исключена возможность одновременного прикосновения к незаземленным частям электрооборудования и к частям зданий или оборудования, имеющим соединение с землей.

3.5. Осмотр электроустановок и переключения в их схемах

Работники из числа оперативного персонала, обслуживающие электроустановки единолично, должны иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже IV при электроустановках напряжением выше 1 000 В и не ниже III при установках напряжением до 1 000 В.

Квалификационные группы персонала по электробезопасности труда приведены в табл. 3.3.

При осмотре электроустановки напряжением свыше 1 000 В единолично нельзя заходить за ограждения, входить в камеры распределительных устройств (РУ). Камеры следует осматривать с порога или с места перед барьером. При необходимости осмотр камер закрытых распределительных устройств с входом за ограждение разрешается одному лицу с квалификационной группой не ниже IV при условии, что в проходах расстояние от пола составляет: до нижних фланцев изоляторов — не менее 2 м, до неогражденных токоведущих частей — не менее 2,75 м при напряжении до 35 кВ и 3,5 м при напряжении 110 кВ. Если расстояния менее указанных, то заход за ограждения разрешается только в присутствии второго лица с квалификационной группой не ниже III.

Во время осмотра не разрешается выполнять какую-либо работу. При осмотре распределительных устройств необходимо закрывать дверь в камеру РУ.

При обнаружении замыкания на землю нельзя приближаться к месту замыкания на расстояние менее 4...5 м в закрытых и менее 8...10 м в открытых РУ. Приближение к этому месту на более близкое расстояние допускается только для выполнения операций с коммутационной аппаратурой при ликвидации замыкания на землю, а также при необходимости оказания первой помощи пострадавшим. В этих случаях следует пользоваться защитными средствами и руководствоваться правилами оказания первой помощи.

При осмотре распределительных устройств, щитов, шинопроводов, троллеев, сборок напряжением до 1 000 В не разрешается снимать предупредительные плакаты и ограждения, проходить за них, касаться токоведущих частей и производить их обтирку или чистку, устранять обнаруженные неисправности.

Оперативному персоналу, обслуживающему производственное электрооборудование (электродвигатели, генераторы, электропечи, ванны и др.) и электротехническую часть различного технологического оборудования напряжением до 1 000 В, разрешается единолично открывать для осмотра дверцы щитов пусковых устройств, пультов управления и т.д. При этом следует соблюдать осторожность.

Квалификационные группы персонала по электробезопасности труда

Группа	Необходимые знания и навыки	Профессия, должность	Стаж работы по обслуживанию электроустановок	Минимальный возраст
I	Представление об опасности электрического тока и мерах безопасности при работе на обслуживаемом участке, наличие навыков оказания первой помощи	Электротехнический персонал, не прошедший проверки знаний по ПБ; персонал, работающий с электроинструментом; водители автомашин и автокранов; уборщики помещений электроустановок	Не нормируется	18
II	Техническое ознакомление с электроустановками, отчетливое представление об опасности электрического тока и приближения к токоведущим частям, знание основных мер предосторожности при работах в электроустановках, наличие навыков оказания первой помощи	Практиканты институтов, техникумов и специализированных колледжей	Не нормируется	Не нормируется
		Электромонтеры, электрослесари, связисты, мотористы электродвигателей	Не менее 1 мес	18
		Машинисты электротранспорта, кранов, электросварщики	То же	18
		Электрики без специального образования	Не менее 6 мес	18
III	Знание элементарных основ электротехники, устройства и правил обслуживания электроустановок, отчетливое представление об опасности при работах в электроустановках	Электромонтеры, электрослесари, связисты, оперативный персонал электрических подстанций, оперативно-ремонтный персонал электроустановок	Не менее 3 мес для лиц с неполным средним образованием, прошедших специальное обучение, а также для лиц, окончивших специализированные колледжи	18

Группа	Необходимые знания и навыки	Профессия, должность	Стаж работы по обслуживанию электроустановок	Минимальный возраст
IV	Знание электротехники в объеме специализированного профессионально-технического колледжа, отчетливое представление об опасности при работах в электроустановках	Электромонтеры, электрослесари, связисты, оперативный персонал электрических подстанций, оперативно-ремонтный персонал цеховых электроустановок	Не менее одного года при наличии III квалификационной группы. Не менее 6 мес для лиц с неполным средним образованием, прошедших специальное обучение, а также для лиц, окончивших специализированные колледжи	18
V	Знание схем и оборудования участка, ПБ в общей и специальных частях, а также правил пользования защитными средствами, применяемыми в электроустановках, и сроков их испытаний, умение организовывать безопасное производство работ и вести надзор за ними	Электромонтеры, электрослесари, мастера, техники и инженеры-практики	Не менее 5 лет Не менее 3 лет для лиц с неполным средним образованием, прошедших специальное обучение, а также для лиц, окончивших специализированные колледжи	23 21
		Мастера, техники, инженеры (с законченным средним или высшим техническим образованием)	Не менее 6 мес	19

Примечание. Для обслуживающих установки напряжением свыше 1000 В учитывается стаж работы только с этими установками (по удостоверениям о проверке знаний).

Все переключения в схемах электроустановок напряжением до 1 000 В, а также все простые (т. е. переключения в схемах одного присоединения) и сложные переключения в РУ напряжением 6(10) кВ, полностью оборудованных блокировочными устройствами, которые предотвращают неправильные операции с разъединителями, единолично производит работник из числа оперативно-дежурного персонала без бланков переключений, с записью в оперативный журнал. Сложные переключения в схемах электроустановок напряжением выше 1 000 В, если РУ не оборудованы блокировочными устройствами или оборудованы ими не полностью, производит оперативно-дежурный персонал по бланку переключения; в операции участвуют обязательно два лица.

При выполнении переключения по бланку работник, получивший распоряжение о производстве операции, должен заполнить бланк переключения с перечислением операций в порядке очередности их производства. Бланк подписывают работник, производящий операции, и работник, осуществляющий контроль. Бланк должен находиться на месте производства переключения.

Перед выполнением переключений по бланку одним работником бланк прочитывают по телефону вышестоящему лицу, отдавшему распоряжение о переключении, после чего дежурный записывает фамилию этого лица в графу «Контролирующее лицо».

В бланке переключений необходимо указывать коммутационные операции с выключателями и разъединителями, операции с устройствами защиты и автоматики, а также операции по наложению и снятию заземления в точной последовательности их выполнения. Проверочные операции указывать не требуется.

При производстве переключений в электросетях число заданий, выдаваемых одной бригаде, не ограничивается. На каждое задание перед выездом бригады должен быть выписан отдельный бланк переключений. Работник, производящий переключения, обязан получить по телефону от дежурного по сети разрешение на выполнение задания непосредственно перед началом операции.

Все переключения и операции по установке заземлений, необходимые для подготовки рабочего места в самом распределительном или трансформаторном, разрешается производить допускающему к работе (согласно наряду) совместно с производителем работ.

Старший по смене (или лицо, обслуживающее электроустановку) должен вести письменный (в оперативном журнале) учет переносных заземлений и перед подачей напряжения на участок, бывший в ремонте, проверять (как на месте, так и по записям, числу и номерам оставшихся в РУ комплектов), сняты ли переносные заземления, не забыты ли какие-нибудь из них.

В электроустановках и на подстанциях с постоянным дежурством персонала подача напряжения на оборудование, бывшее в ремонте или на испытании, может быть произведено только после приемки его дежурным персоналом от ответственного руководителя работы.

В электроустановках без постоянного дежурства персонала порядок приемки оборудования после ремонта или испытания устанавливается местными инструкциями с учетом особенностей электроустановки и требований правил безопасности.

Если отключение цехового электрооборудования производилось по устной или письменной заявке цехового персонала для производства каких-либо работ, следующее включение этого оборудования может быть произведено только по требованию лица, давшего заявку на отключение, или же уполномоченного им в данный момент его заменяющего.

Перед пуском электрооборудования, отключавшегося по заявке цехового персонала, оперативный персонал обязан его осмотреть, убедиться в готовности к подаче напряжения и предупредить работающих на нем людей о предстоящем включении.

Порядок оформления заявок на отключение электрооборудования цеха должен быть утвержден лицом, ответственным за его эксплуатацию и согласован с руководителем цеха.

Разъединителями допускается отключать и включать:
ток замыкания на землю;

уравнительный ток до 70 А воздушных и кабельных линий напряжением 10 кВ и ниже;

нагрузочный ток линий до 15 А при напряжении 10 кВ и ниже при условии, что операция производится трехполюсными разъединителями с механическим приводом.

3.6. Производство работ в действующих электроустановках

В процессе обслуживания электроустановок проводят профилактические ремонты, испытания изоляции электрических машин, аппаратов, кабелей, внутрицеховых электросетей, наладку электроприводов, релейной защиты и т.п. Кроме того, возможны небольшие по объему работы по предупреждению и ликвидации аварий и мелких неполадок.

По условиям электробезопасности к находящимся под напряжением токоведущим частям относят действующие электроустановки, а также подготовленные к эксплуатации токоведущие части электроустановок, которые в любой момент могут оказаться под напряжением.

Работы, выполняемые в действующих электроустановках, подразделяют на три категории:

выполняемые со снятием напряжения;

выполняемые без снятия напряжения на токоведущих частях, находящихся под напряжением и вблизи этих частей;

выполняемые без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением.

При работах, выполняемых со снятием напряжения в электроустановке (или части ее), со всех токоведущих частей (в том числе с линейных и кабельных вводов) должно быть снято напряжение и не должно быть ни одного незапертого входа в соседнюю электроустановку, находящуюся под напряжением.

При работах без снятия напряжения на токоведущих частях, находящихся под напряжением, и вблизи этих частей необходимо принятие технических или организационных мер (непрерывный надзор и др.), предотвращающих возможность приближения людей к токоведущим частям на опасные расстояния, а также использование изолирующих защитных средств и приспособлений.

Вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением, без снятия напряжения можно выполнять работы, при которых исключено случайное приближение к токоведущим частям на опасное расстояние людей и используемых ими ремонтной оснастки и инструмента и не требуется принятия технических или организационных мер (например, непрерывного надзора) для предотвращения такого приближения.

До начала ремонтных или наладочных работ и в процессе их проведения ответственные лица и исполнители должны выполнять технические и организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность персонала. К техническим мероприятиям относят: отключение установки с проведением мероприятий, исключающих ошибочную подачу напряжения к месту работы, установку ограждений с вывешиванием плакатов, проверку отсутствия напряжения и наложение заземления.

К организационным мероприятиям относят: оформление наряда или распоряжения; допуск к работе; надзор во время работы; оформление перерывов в работе, переходов на другое рабочее место; окончание работ.

Все работы, проводимые в электроустановках без наряда, выполняют или по распоряжению лиц, имеющих на это полномочия (с оформлением в оперативном журнале), или в порядке текущей эксплуатации (с последующей записью в оперативном журнале).

Распоряжение на производство работ имеет разовый характер и выдается только на одну работу. Распоряжение действует в течение одной смены. Если меняются условия проведения работы, отдается новое распоряжение, которое заново оформляется в оперативном журнале.

По распоряжению выполняют:

работы без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением, продолжительностью не более одной смены;

внеплановые работы, вызванные производственной необходимостью, продолжительностью до 1 ч;

работы со снятием напряжения с электроустановок напряжением до 1 000 В продолжительностью не более одной смены.

Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках по распоряжению, те же, что и при работах по наряду. Работы, производство которых предусмотрено по распоряжению, могут выполняться и по наряду. Лицо, отдающее распоряжение, назначает производителя работ (наблюдающего), определяет возможность безопасного проведения работ и указывает необходимые для этого технические и организационные мероприятия.

Устное распоряжение передается непосредственно или с помощью средств связи и записывается принимающим распоряжение в оперативный журнал. При этом должны быть указаны: фамилия, инициалы и должность лица, отдавшего распоряжение; место и наименование работы; срок ее выполнения; фамилия, инициалы, квалификационная группа производителя работы и членов бригады. В журнале также делается отметка об окончании работы.

Оперативный персонал в случае производственной необходимости может производить небольшие по объему кратковременные (продолжительностью до 1 ч) работы со снятием напряжения, выполняемые с наложением заземлений. К таким работам относятся: присоединение или отсоединение кабелей электродвигателей; переключение ответвлений на силовом трансформаторе; подтяжка и зачистка единичных контактов на шинах и оборудовании; доливка масла в маслonaполненные вводы и устранение течи масла из них.

Оперативным персоналом могут также выполняться отдельные работы без снятия напряжения на токоведущих частях, находящихся под напряжением, и вблизи этих частей, не требующие установки заземлений. К ним относятся: чистка и мелкий ремонт арматуры кожуха, маслоуказательных стекол, определение штангой места вибрации шин; смена предохранителей; единичные операции по контролю изоляторов и соединительных зажимов штангой и т. п. Такие работы выполняют два человека: непосредственный исполнитель и работник из числа оперативного персонала с квалификационной группой не ниже IV, который осуществляет постоянный контроль за работающим.

В порядке текущей эксплуатации могут производиться:

работы без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением;

работы со снятием напряжения в электроустановках напряжением до 1 000 В.

К организационным мероприятиям, обеспечивающим безопасность работ, которые проводятся в порядке текущей эксплуатации электроустановок, относится составление ответственным за электрохозяйство лицом перечня таких работ для всего предприятия. В перечне указывают категории работ, фамилии исполнителей и виды разрешений, по которым эти работы должны выполняться.

Контрольные вопросы

1. Перечислите факторы, влияющие на тяжесть поражения электрическим током.

2. Назовите защитные средства, используемые при эксплуатации и обслуживании электроустановок, и укажите назначение каждого из них.

3. Какие существуют защитные средства от поражения статическим электричеством?

4. Как производят осмотр электроустановок?

5. Какие работы со снятием напряжения и наложением заземления может выполнять оперативный персонал в действующих электроустановках?

6. Какие работы без снятия напряжения может выполнять оперативный персонал в действующих электроустановках?

Глава 4

СЛЕСАРНЫЕ И СЛЕСАРНО-СБОРОЧНЫЕ РАБОТЫ

4.1. Типовые слесарные операции, применяемые инструмент и приспособления. Рабочее место электромонтера

Обработку металлов, выполняемую с помощью ручного или механизированного слесарного инструмента, называют *слесарными работами*. Обычно они дополняют станочную механическую обработку или завершают изготовление изделий.

В электромашиностроении роль слесарных работ очень велика. Ни одна электрическая машина, ни одно комплектное распределительное устройство или прибор не могут быть собраны и отрегулированы без участия слесарей. Слесарные работы различных видов объединяет единая технология выполнения операций, к которым относят разметку, рубку, правку, гибку, резку, опилование, сверление, зенкование, зенкерование, развертывание отверстий, нарезание резьбы, клепку, шабрение, распиливание, припасовку, притирку, доводку, пайку, лужение и склеивание. Отдельные слесарные операции выполняются на строгальных, шлифовальных, доводочных и некоторых других станках.

Заготовки, используемые при техническом обслуживании и ремонте электрооборудования, в зависимости от назначения детали обрабатываются частично, полностью или применяются без обработки. При обработке с поверхности заготовки удаляют слой металла, в результате чего ее размер уменьшается. *Припуском* на обработку называют разность между размерами заготовки до и после ее обработки.

Операцию нанесения на обрабатываемую заготовку разметочных линий (рисок), которые определяют контур будущей детали или места, подлежащие обработке, называют *разметкой*. Точность разметки может составлять сотые доли миллиметра. Разметку выполняют, используя разметочные плиты, подкладки, поворотные приспособления, домкраты и др. Для плоскостной разметки применяют *чертилки (иглы)*, изготавливаемые из инструментальной стали У10 или У12. Для разметки хорошо обработанной стальной поверхности используют чертилки из латуни, на алюминиевые поверхности риски наносят остро заточенным карандашом. Чертилки бывают круглыми, с отогнутым концом, со вставленной иглой и карманные (с убирающимся стержнем).

По предварительно размеченным линиям, чтобы они не стирались при обработке, с помощью кернера наносят углубления (керны) (рис. 4.1). Кернер представляет собой стальной стержень диаметром 8, 10 или 12 мм и длиной соответственно 100, 125 или 160 мм, имеющий боек со сферической поверхностью. Для пространственной разметки заготовки используют рейсмас.

Перед разметкой заготовку очищают от пыли, грязи, окалины и продуктов коррозии стальной щеткой, осматривают, обнаруженные раковины, трещины и другие дефекты по возможности устраняют; используя чертеж детали, намечают план ее разметки. Далее выбирают базовые поверхности заготовки, от которых следует откладывать размеры в процессе разметки, подготавливают поверхность к окрашиванию (мелом, разведенным в воде, сухим мелом, раствором медного купороса, быстросохнущими лаками и др.). При нанесении разметочных рисок сначала проводят горизонтальные, затем вертикальные линии, после этого наклонные линии, дуги, закругления и окружности. Для разметочных работ используют кернеры, специальные молотки (Гаврилова или Дубровина), шаблоны, образцы и другие инструменты и приспособления.

Слесарную операцию, при которой с поверхности заготовки удаляют слой металла или заготовку разрезают на части с помощью режущего и ударного (слесарного молотка) инструмента, называют *рубкой металла*. Перед рубкой заготовку закрепляют в

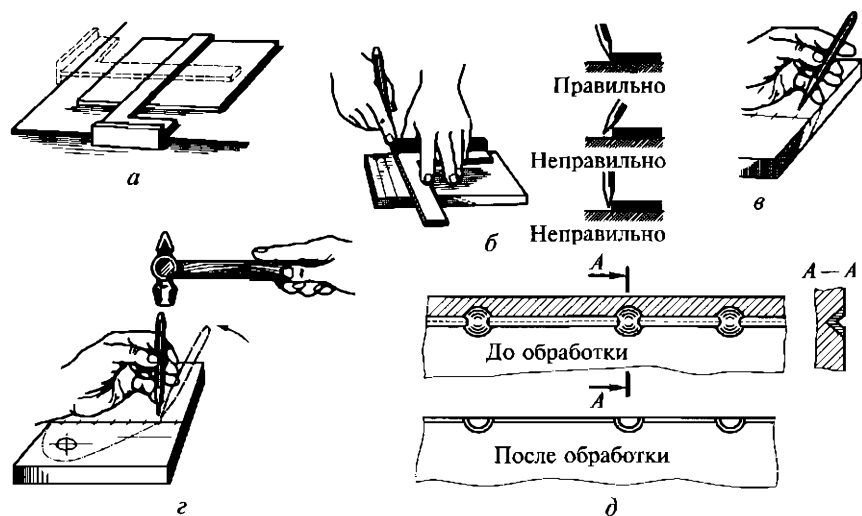


Рис. 4.1. Нанесение рисок и накернивание разметочных линий:

а — нанесение перпендикулярных рисок; б — нанесение параллельных рисок; в — установка кернера; г — кернение; д — вид разметки до и после обработки

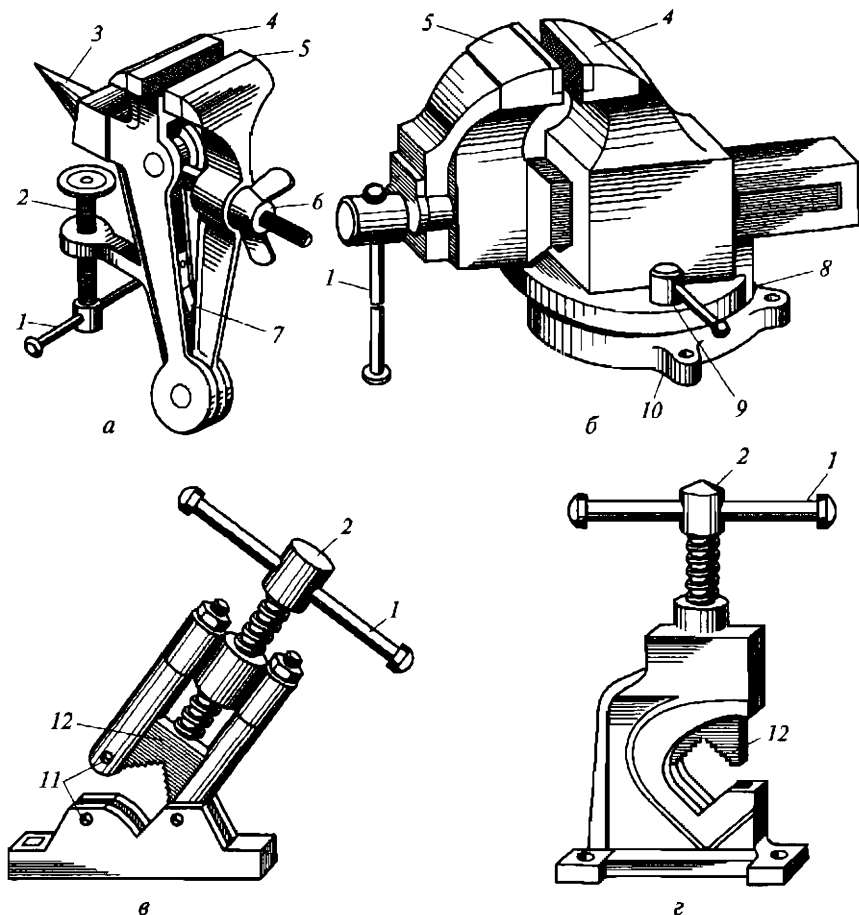


Рис. 4.2. Зажимы для обрабатываемых изделий:

а — ступовые тиски; *б* — поворотные тиски; *в* — откидной двухколонный прижим; *г* — одноколонный прижим; 1 — рычаг; 2 — прижимной винт; 3 — корпус; 4 — неподвижная губка; 5 — подвижная губка; 6 — барашек; 7 — пружина; 8 — поворотный круг; 9 — винт; 10 — нижняя плита; 11 — отверстия; 12 — зажимная призма

тисках (рис. 4.2). Крупные заготовки рубят на плите или наковальне. Точность обработки при рубке может достигать 0,4... 1 мм. За один рабочий ход зубилом при чистовой рубке снимают слой металла толщиной 0,5... 1 мм, а при черновой рубке — 1,5... 2 мм. Для рубки используют зубило, крейцмейсель, канавочник. Зубила изготовляют из инструментальной стали (У7А, У8А, 7ХФ, 8ХФ) длиной 100, 125, 160 и 200 мм и шириной рабочей части соответственно 5, 10, 16 и 20 мм. Крейцмейсели — зубила с более узкой режущей кромкой — изготовляют из тех же материа-

лов, что и обычные зубила, с такими же углами заострения режущих частей. Канавки, представляющие собой специальные крейцмейсели, служат для вырубления профильных канавок полукруглых, двугранных и других форм.

Для ударных работ применяют слесарные молотки с круглыми или квадратными бойками массой от 200 до 1 000 г.

При рубке используют наиболее тяжелые и прочные тиски, зубило держат левой рукой за среднюю часть. При точных работах по зубилу наносят удары молотком за счет изгиба кисти правой руки. При срубании слоя металла средней толщины удары по зубилу наносят за счет сгибания правой руки в локте. При снятии толстого слоя металла применяют плечевой удар. Сила удара должна соответствовать характеру работы. Наиболее трудной операцией является рубка по разметочным рискам. Предварительно на заготовку наносят риски на расстоянии 1,5... 2 мм одна от другой. На торцах делают фаски (скосы) под углом 45°. Это облегчает установку зубила и предотвращает откалывание края заготовки при рубке хрупких металлов.

При рубке заготовок из сплавов цветных металлов и меди рекомендуется режущую часть зубила смачивать мыльной водой, а при рубке алюминия — скипидаром. К ручному механизированному рубильному инструменту относят пневматические и электрические молотки.

Слесарные операции по выправке металла, заготовок и деталей, имеющих вмятины, выпучины, коробления, волнистость и искривления, называют *правкой* и *рихтовкой*. Эти операции имеют одинаковое назначение, но отличаются приемами выполнения и используемыми инструментами и приспособлениями (рис. 4.3).

Металл подвергают правке как в холодном, так и в горячем состоянии ручным способом на стальных или чугунных плитах или наковальнях. При машинной правке используют прессы или правильные вальцы.

Для правки закаленных деталей используют *рихтовальные бабки*. Правку производят с помощью молотков с круглыми гладкими полированными бойками. Правку деталей и заготовок из цветных металлов или сплавов выполняют с помощью молотков со вставными бойками из мягких металлов.

При правке тонкого листового и полосового металла применяют деревянные или металлические бруски — *гладилки*. Кривизну деталей проверяют на глаз или по зазору между деталью и плитой, на которую она уложена.

При правке полосового металла его располагают на плите выпуклостью вверх и молотком наносят удары по выпуклым частям. После закалки стальные детали часто коробятся. Для устранения искривлений детали рихтуют. Точность рихтовки может достигать 0,01... 0,05 мм.

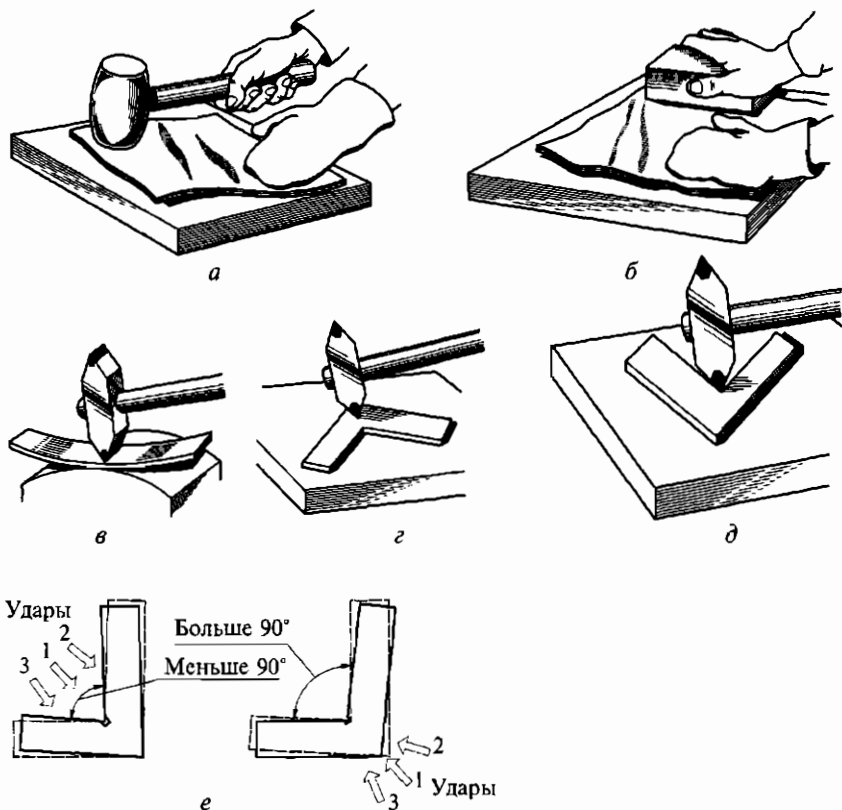


Рис. 4.3. Правка тонких листов и рихтовка закаленных деталей:

а — правка деревянным молотком (киянкой); *б* — правка металлическим бруском — гладилкой; *в* — рихтовка закаленных деталей на бабке; *г*, *д* — рихтовка угольника соответственно по внутреннему и наружному углу; *е* — места нанесения удара при рихтовке

Правку короткого пруткового материала производят на призмах, простых прокладках или правильных плитах, нанося удары молотком по искривлениям и выпуклым местам. Валы диаметром до 30 мм выправляют с помощью ручных прессов.

Способ обработки металла давлением, при котором заготовке придается изогнутая форма, называют *гибкой*. Это одна из наиболее распространенных слесарных операций. Сущность гибки заключается в том, что одна часть заготовки перегибается по отношению к другой на заданный угол (рис. 4.4).

Сортовой и полосовой металл с разными радиусами кривизны гнут на трех- и четырехроликовых станках. Трубы изгибают по дугам различного радиуса в холодном и горячем состоянии. Трубы

диаметром до 15 мм в холодном состоянии гнут с помощью различных приспособлений (плит с отверстиями, в которые вставляют штыри, служащие упорами при гибке), а диаметром до 40 мм (с большими радиусами кривизны) — с помощью простых ручных приспособлений с неподвижной оправкой. Медные и латунные трубы перед гибкой в холодном состоянии подвергают отжигу при температуре 600... 700 °С. При гибке в холодном состоянии медные трубы заполняют канифолью, а в нагретом — песком.

Гибку стальных труб в горячем состоянии применяют при диаметре их более 50 мм. Трубу перед гибкой заполняют песком, один конец закрывают заглушкой, другой — пробкой с отверстием для выхода газов при нагревании. Гнуть трубу надо при одном нагревании по шаблону, в трубном прижиме.

Операцию отделения частей (заготовок) от сортового или листового проката называют *резкой металла*. Резку со снятием стружки можно выполнять ручной ножовкой, а также на круглопиль-

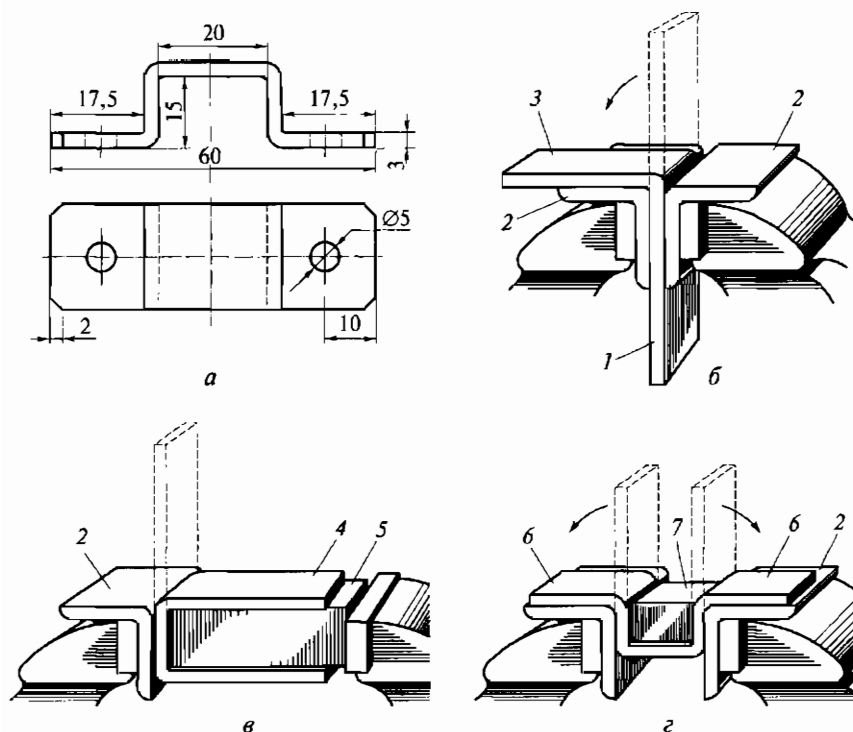


Рис. 4.4. Гибка прямоугольной скобы из полосового металла:

a — чертеж скобы; *б, в* — операции гибки концов скобы; *г* — формирование скобы; *1* — заготовка; *2* — угольники для защиты рубок; *3, 4* — концы скобы; *5, 7* — большой и малый бруски оправки; *6* — лапка скобы

ных и токарно-отрезных станках. Без снятия стружки металлопрокат разрезают с помощью ручных или механических ножниц.

Для разрезания толстых листов полосового, профильного или круглого металла, прорезания пазов, вырезки и обрезки заготовок по контуру применяют ручную слесарную ножовку. Разрезаемый материал прочно закрепляют в тисках. При резке ручной ножовкой в работе должно участвовать не менее двух третей зубьев ножовочного полотна. Механизированную резку производят с применением электрических, пневматических ножовок и ножниц, дисковых пил и другого специального оборудования.

Слесарную операцию по обработке металлических заготовок или деталей со снятием небольшого слоя металла напильниками вручную или на опилочных станках называют *опиливанием*. Эта операция широко применяется в электромашиностроении при пригоночных работах, монтаже, сборке электрических машин, коммутационных аппаратов, распределительных устройств, подготовке кромок деталей под сварку. Напильники изготавливают из стали У10А или У13А в виде стальных брусков определенного профиля и длины, на поверхности которых нарезают (насекают) острозаточенные зубцы, имеющие в сечении форму клина. Напильники бывают общего и специального назначения, машинные. К ним также относятся надфили и рашпили. Заготовку, подлежащую опиливанию, очищают металлической щеткой от пыли, грязи, окалины, закрепляют горизонтально в тисках на 8... 12 мм выше уровня губок, опиливаемой поверхностью вверх.

При опиливании нужно строго координировать усилия нажима, т. е. при увеличении нажима правой рукой на напильник во время рабочего хода одновременно уменьшать нажим левой рукой.

Контроль опиленных поверхностей осуществляют линейками, угольниками, поверочными плитами.

Применение электронапильников повышает производительность труда примерно в 5—6 раз по сравнению с ручным опиливанием.

Для повышения эффективности опиливания широко используют различные раздвижные рамки, наметки, копиры и другие приспособления. При опиливании в раздвижной рамке заготовку закладывают по риску в рамку и зажимают болтами. Затем рамку зажимают в тисках и обрабатывают заготовку до тех пор, пока напильник не коснется верхней плоскости рамки. При применении универсальных наметок, представляющих собой два бруска прямоугольного сечения, один из которых соединен жестко с направляющими планками, а другой передвигается вдоль них параллельно, сначала в тиски устанавливают раздвижную рамку, а затем заготовку. После совмещения разметочной линии с верхней плоскостью рамки заготовку вместе с рамкой зажимают в тисках и опиливают.

Заготовки, имеющие криволинейный профиль, часто опиляют по копиру (кондуктору) — эталону обрабатываемой детали, рабочие поверхности которого выполнены с точностью 0,05...0,1 мм, закалены и отшлифованы. Опиливаемую заготовку вместе с копиром зажимают в тисках и напильником удаляют выступающие части заготовки. Если требуется высокая точность обработки, то опиленную бархатным напильником поверхность дополнительно шлифуют полотняной или бумажной шкуркой и абразивными брусками.

Для зачистки и полирования опиленных поверхностей шлифовальными шкурками используют универсальные переносные машинки, например ИЭ-6103, ИЭ-8201А, ИП-2015, ИП-2203 и др.

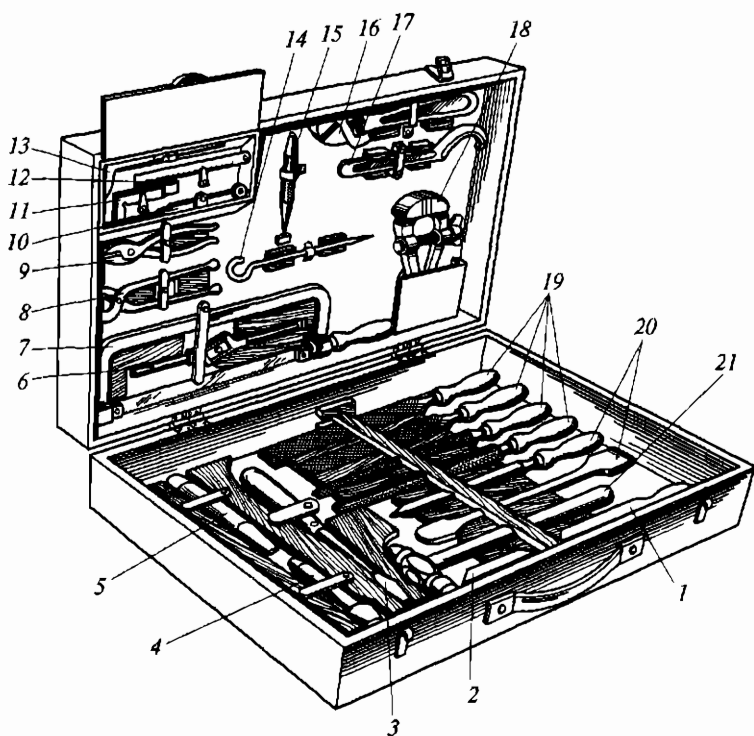


Рис. 4.5. Типовой набор слесарных инструментов:

1 — щетка; 2 — скребок для очистки напильников; 3 — отвертка; 4 — крейцмейсель; 5 — зубило; 6 — клупп — инструмент для ручного нарезания резьбы; 7 — ножовка; 8 — клещи; 9 — плоскогубцы; 10 — разметочный циркуль; 11 — угольник; 12 — линейка; 13 — штангенциркуль; 14 — чертилка; 15 — кернер; 16 — раздвижной ключ; 17 — накидной ключ для крупных гаек; 18 — ручные тиски; 19 — напильники; 20 — шаберы; 21 — молоток

При выполнении слесарных работ широкое применение находят типовые наборы слесарного инструмента (рис. 4.5).

Применение при электроремонтных и электромонтажных работах ручных машин (сверлильных, шлифовальных, гайковертов, шуруповертов, перфораторов и т.д.) улучшает условия труда и существенно увеличивает его производительность.

По степени защиты от поражения электрическим током ручные электрические машины выпускают I, II и III классов.

К I классу относят машины на номинальное напряжение выше 42 В (но до 250 В), имеющие основную (рабочую) изоляцию или хотя бы одну деталь, отделенную от доступных для прикосновения деталей только основной изоляцией.

Ко II классу относят машины на номинальное напряжение выше 42 В, не имеющие устройства для заземления, у которых все детали, находящиеся под напряжением, отделены от доступных для прикосновения металлических деталей основной и дополнительной (двойной) изоляцией.

К III классу относят машины на номинальное напряжение до 42 В, получающие питание от автономного источника тока или понижающего трансформатора (преобразователя).

Организация рабочего места электромонтера-ремонтника, выполняющего слесарно-сборочные работы, зависит от вида узлов, подвергаемых сборке, типа сборки, а также от характера производства. Основным оборудованием рабочего места электромонтера-сборщика являются верстак, рабочий стол и (в большинстве случаев) специальный стенд. К вспомогательному оборудованию относятся тумбочки, этажерки, стеллажи, платформы и поппитры для технической документации, тара. При работах практически всегда используются подъемно-транспортные машины.

Приспособления для различных сборочных и доделочных работ (удаление заусенцев, зашлифовывание фасок, скосов), тару с мелкими деталями располагают на верстаках, а также на небольших стеллажах. Верстаки и рабочие столы должны иметь жесткую и прочную конструкцию, исключающую возможность вибрации и качки. При сборке электрических измерительных приборов, приборов защиты сетей или светильников на рабочих местах устанавливают стенды для их проверки.

Свободная зона вокруг собираемых изделий должна иметь радиус не менее 1 м, расстояние от стен помещения должно быть не менее 1,5 м; при этом должен обеспечиваться незатрудненный подход ко всем видам как основного, так и вспомогательного оборудования. Все предметы на рабочем месте электромонтера, выполняющего слесарно-сборочные работы, должны быть в пределах досягаемости (рис. 4.6). Для вызова мастера желательно иметь устройство сигнализации. Правильная организация рабочего мес-

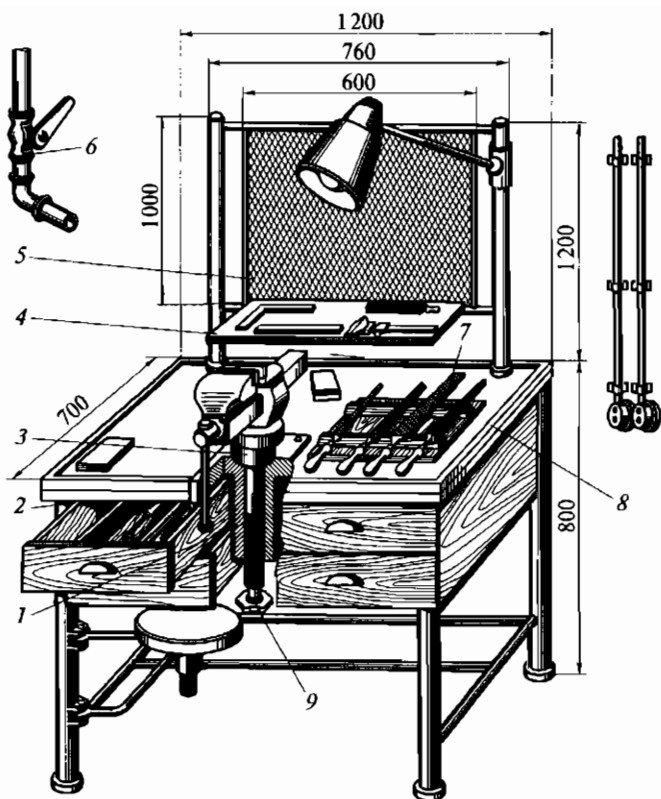


Рис. 4.6. Расположение инструментов и оборудования на слесарном одноместном верстаке с поворотными тисками, регулируемым по высоте: 1 — винт; 2 — каркас; 3 — гайка; 4 — полка; 5 — экран; 6 — труба подвода сжатого воздуха; 7 — планшет для инструмента; 8 — рамка; 9 — маховичок

та обеспечивает рациональные движения работающего и сокращает до минимума затраты времени на отыскание и использование инструментов и материалов.

На рабочем месте цехового дежурного электромонтера должны находиться: технологическая оснастка, организационная оснастка, должностная инструкция, электрические схемы основных электроустановок, схемы электропитания цеха или участка, эксплуатационный журнал, инструкция по технике безопасности, графики осмотров и сменно-часовой, указатель-календарь местонахождения электромонтера.

Технологическая оснастка рабочего места цехового электромонтера должна включать в себя: электродрель, малый, средний и большой съёмники, пневмомашину, быстроходный настольный сверлильный станок, слесарные тиски.

Организационная оснастка рабочего места цехового электромонтера должна содержать:

верстак, состоящий из двух тумб, столешника, настольного шкафчика с запасными деталями и телефонами, настольного распределительного щита с подведенным напряжением 380 В и снимаемым напряжением 6, 12, 24, 36, 127 и 220 В, сигнализационного пульта, позволяющего нажатием кнопки из цеха вызывать электромонтера;

передвижной стол, используемый при разборке, очистке и сборке электроустановок. Стол установлен на колеса с подшипниками качения и может служить транспортным средством для перевозки грузов массой до 100 кг;

шкаф-стеллаж, предназначенный для хранения крупных приспособлений и запасных инструментов, используемых при ремонте;

переносную сумку, используемую дежурным электромонтером для переноски инструментов и измерительных приборов;

стул-табурет, состоящий из опорно-поворотной части, сиденья и подвижных опор. Конструкция должна учитывать индивидуальные особенности работника и обеспечивать наиболее удобную рабочую позу.

У работающих около станков электромонтеров обшлага рукавов должны быть застегнуты, а волосы убраны под головной убор.

Уходя с рабочего места, электромонтер должен фиксировать свое временное местонахождение в календаре-указателе.

Если в цехе работают несколько электромонтеров, эксплуатационный (оперативный) журнал ведет старший из них или же каждый электромонтер ведет свой журнал по обслуживаемому им участку. Энергетик цеха и мастер должны ежедневно просматривать записи в журнале, расписываться в нем и принимать необходимые меры для устранения выявленных неисправностей в работе электроустановок.

4.2. Типовые соединения, применяемые в электротехнических изделиях

Соединения деталей в электротехнических изделиях могут быть разъемными и неразъемными. Разъемные соединения можно без повреждения разобрать на отдельные детали и вновь собрать. Такие соединения выполняют с помощью болтов, шпилек, винтов, штифтов, шплинтов, шпонок, а также резьбовых соединений труб с фитингами. Разъемные соединения бывают подвижными, если допускают взаимные перемещения деталей (винты домкратов, прессов, шпоночные и т. п.), и неподвижными (соединения с помощью болтов, фитингов и т. п.). В неразъемных соединениях де-

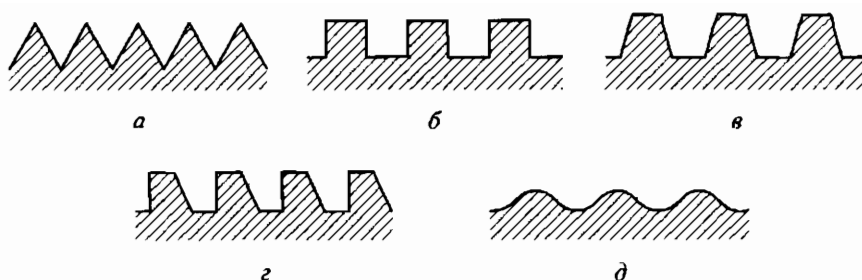


Рис. 4.7. Профили треугольной (а), прямоугольной (б), трапецидальной (в), упорной (г) и круглой (д) резьб

тали соединены сваркой, заклепками, пайкой, склеиванием или запрессовыванием.

Разъемные соединения. В электромашиностроении широко применяют *резьбовые соединения*, в которых отдельные их части крепятся с помощью стандартизированных крепежных деталей на резьбе.

Резьбой называют чередующиеся выступы и впадины на стержне или в отверстии детали, расположенные по винтовой линии. Если стержень ввинчивают в отверстие по направлению часовой стрелки, резьба является правой, а если против часовой стрелки — левой. Более распространена правая резьба.

Контур сечения резьбы плоскостью, проходящей через ось детали, называют *профилем резьбы*. В зависимости от профиля различают резьбы треугольные, прямоугольные, трапецидальные, упорные и круглые (рис. 4.7). Резьбу треугольного профиля нарезают обычно на деталях, предназначенных для скрепления. Такую резьбу называют *крепежной*. Резьбы других профилей относятся к *ходовым*. Они служат для преобразования вращательного движения в поступательное при работе прессов, домкратов и других механизмов.

Расстояние между двумя смежными витками, измеренное вдоль оси резьбы, называют *шагом резьбы* (рис. 4.8). Расстояние, на которое переместится стержень при его полном обороте в резьбе неподвижного отверстия, называют *ходом резьбы*.

Метрической называют резьбу, в основу профиля которой положен равносторонний треугольник (теоретический профиль) с углом при вершине $\alpha = 60^\circ$. Вершины профиля срезаны на $H/8$, а впадины плоско срезаны или закруглены на $H/6$, где H — высота исходного профиля.

При обозначении метрической резьбы с крупным шагом на чертежах перед числовым значением ее наружного диаметра (в миллиметрах) ставят букву М, например М12. При обозначении резьбы с мелким шагом помимо наружного диаметра указы-

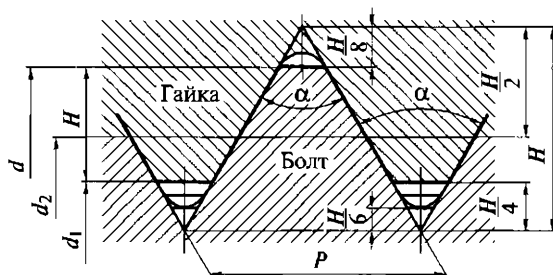


Рис. 4.8. Профиль резьбы:

d , d_1 , d_2 — соответственно наружный, внутренний и средний диаметры; P — шаг; H — высота исходного профиля; α — угол при вершине профиля

вают также и величину шага, например М12×1,5, поскольку у мелкой резьбы шаг может быть различным при одном и том же наружном диаметре резьбы.

У *трубной цилиндрической резьбы* профиль представляет равнобедренный треугольник с углом $\alpha = 55^\circ$, а вершины и впадины закруглены на $1/6$ высоты исходного профиля. Такая резьба обозначается на чертежах числовым значением условного диаметра в дюймах. Трубные резьбы зазоров не имеют.

Профиль *трапецидальной резьбы* представляет собой равнобедренную трапецию, боковые стороны которой образуют угол 30° . Трапецидальная резьба для каждого диаметра имеет три различных шага.

Профилем *упорной резьбы* служит неравнобочная трапеция, одна сторона которой наклонена под углом 3° (рабочий профиль), а другая — под углом 30° (угол профиля). Вершины профиля плоско срезаны, а впадины закруглены. Для каждого диаметра упорной резьбы установлены три различных шага. Упорную резьбу применяют в тех случаях, когда винт должен передавать усилие в одном направлении, например в тисках.

Изображение и обозначение резьбы на чертежах устанавливает ГОСТ 2.311—68.

На чертеже стержня резьбу изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру. Тонкую сплошную линию проводят на всю длину резьбы (без сбега). На проекции стержня на плоскость, перпендикулярную его оси, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, равную $3/4$ окружности и разомкнутую в любом месте.

Резьбу в отверстиях на разрезах и сечениях вдоль оси изображают сплошными основными линиями по внутреннему (меньшему) диаметру и тонкими сплошными линиями — по наружному диаметру. Тонкую сплошную линию наносят на расстоянии

не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы.

На стержне и в отверстии границу резьбы показывают в конце полного профиля резьбы сплошной основной линией. Границы резьбы проводят до линии наружного диаметра.

Фаски на стержнях и в отверстиях с резьбой на видах, перпендикулярных оси стержня или отверстия, не показывают. На разрезах резьбовых соединений в отверстиях показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня; на стержне изображение резьбы остается без изменений.

Наиболее распространенными стандартизированными крепежными деталями являются болты, винты, шпильки и гайки.

В комплект болтового соединения входят болт, шайба и гайка. Болт представляет собой деталь, изготовленную из цилиндрического стержня, на одном конце которого имеется головка, а на другом — резьба для наворачивания гайки. Резьбу выполняют способом нарезки или накатки. По степени точности изготовления различают болты нормальной и повышенной точности. Болты с шестигранной головкой могут иметь метрическую резьбу с крупным или мелким шагом.

На рис. 4.9 показан пример болтового соединения и даны соотношения размеров в зависимости от номинального диаметра d резьбы болта.

В комплект шпилечного соединения входят шпилька, гайка и шайба.

Шпилька (рис. 4.10, *a*) представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах. Один конец (посадочный) шпильки ввинчивают в глухое отверстие с резьбой — гнездо (рис. 4.10, *б*), а другой вводят в отверстие без резьбы присоединяемой детали и крепят гайкой с шайбой (рис. 4.10, *в*). Длину резьбы на верхнем конце шпильки l_0 (см. рис. 4.10, *a*) принимают равной $(1,5 \dots 2)d$. В зависимости от материала, из которого изготовлены детали, длину l_1 ввинчиваемого конца шпильки принимают равной: d — для стали и бронзы; $1,35d$ — для чугуна; $2d$ — для мягких сплавов. Рабочей длиной шпильки считают длину l свободного конца. На концах шпильки делают конические фаски с углом 45° .

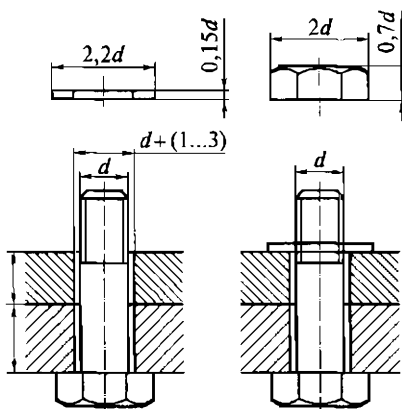


Рис. 4.9. Болтовое соединение

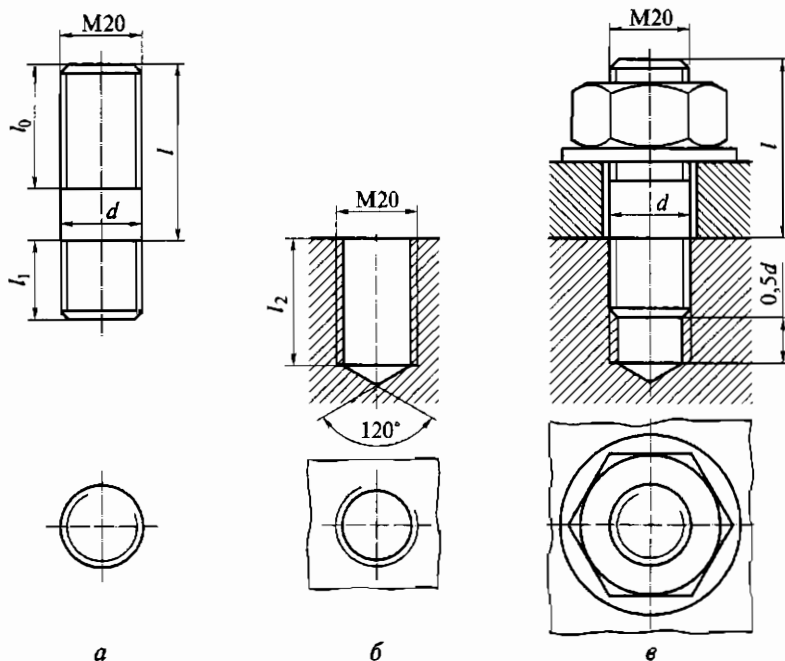


Рис. 4.10. Шпильчатое соединение:
a — шпилька; *б* — гнездо; *в* — соединение

Глубину гнезда для шпильки l_2 (см. рис. 4.10, *б*) с учетом неполной резьбы (сбег) в конце гнезда принимают на $0,5d$ больше длины посадочного конца. Гнездо заканчивается коническим углублением в форме конца сверла.

При винтовом соединении (рис. 4.11) необходимо соблюдать соотношения размеров винтов и углублений для головок

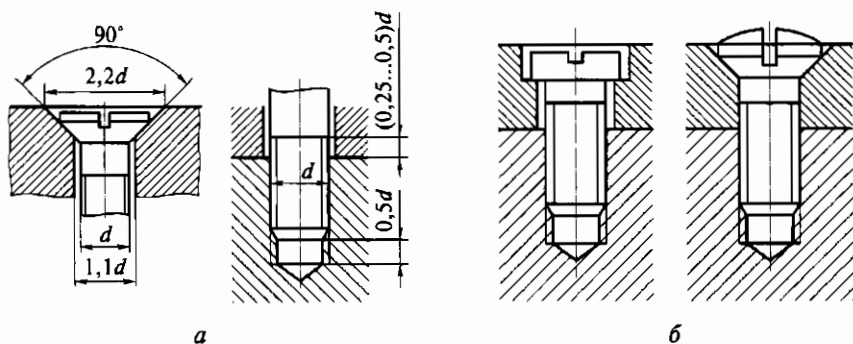


Рис. 4.11. Винтовое соединение:
a — соотношение основных размеров; *б* — формы головок под отвертку

винтов. Размер запаса резьбы определяют в зависимости от ее номинального диаметра d .

В цехах промышленных предприятий провода и кабели распределительных электросетей часто прокладывают в трубах.

Разъемные трубные соединения на резьбе выполняют с помощью специальных деталей — фитингов (муфты, кресты, тройники, угольники), которые позволяют при необходимости производить частичную замену таких соединений. В зависимости от разницы диаметров соединяемых труб, вида соединений (прямое или угловое), а также числа соединяемых труб (две, три или четыре) применяют фитинги различных размеров и форм (рис. 4.12).

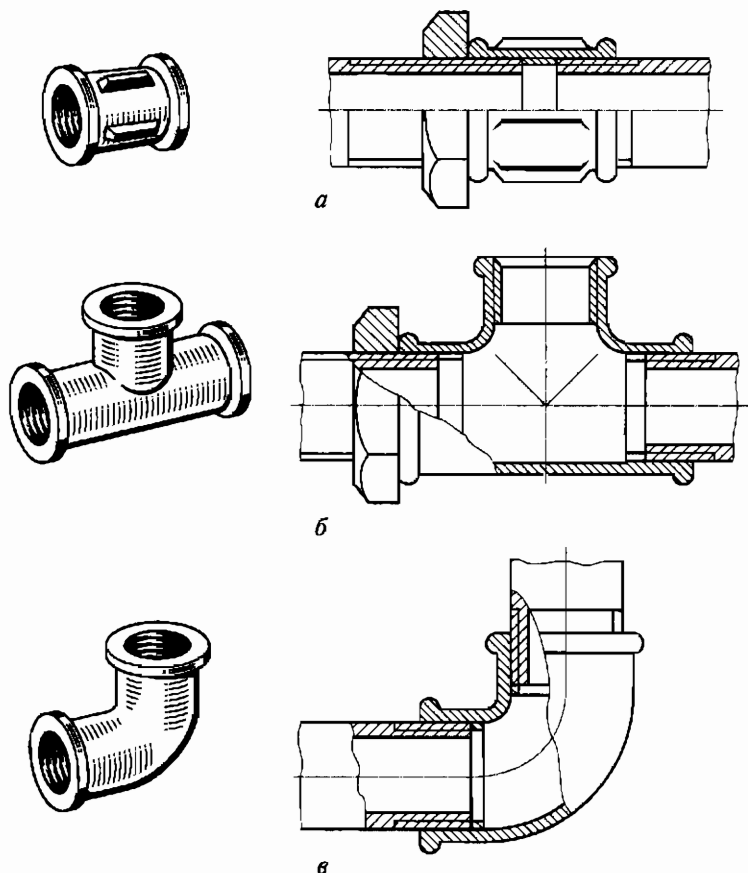


Рис. 4.12. Фитинги и их условные изображения на чертежах вместе с соединяемыми трубами:

a — муфта; b — тройник; v — угольник

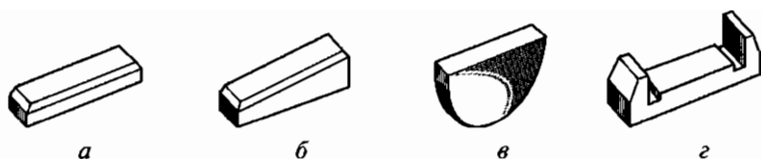


Рис. 4.13. Призматическая (а), клиновая (б), сегментная (в) и специальная (г) шпонки

Часто при сборке изделий принимают меры к стопорению деталей резьбовых соединений. Вызвано это тем, что от толчков и сотрясений, которые неизбежны при работе любой машины, может произойти самоотвинчивание этих деталей.

Шпоночные соединения получили широкое распространение в электромашиностроении в связи с простотой и надежностью конструкции, низкой стоимостью и удобством сборки и разборки. Шпонка представляет собой металлическую или деревянную деталь, которую устанавливают в пазах двух соприкасающихся деталей для предотвращения их относительного вращения или сдвига. Она служит для передачи вращающего момента в соединении вала со шкивом, зубчатым колесом, маховиком и другими деталями, вращающимися вместе с валом. При работе шпонка подвергается деформациям изгиба, среза и сжатия.

В электромашиностроении применяют различные типы шпонок (рис. 4.13). Основные из них стандартизированы.

Государственным стандартом предусмотрены два исполнения шпоночных соединений по глубине установки шпонки в вал и ступицу. Если ступица изготовлена из чугуна и других материалов более низкой прочности, чем материал вала, применяют первое исполнение с глубокой установкой шпонки в ступицу, в остальных случаях применяют второе исполнение.

В **шлицевых (зубчатых) соединениях** ступицы с валом вместо шпонок используются шлицы — выступы-зубья на валу, входящие во впадины соответствующей формы в ступице. Эти соединения можно рассматривать как многошпоночные, в которых шпонки выполнены заодно с валом.

Шлицевые соединения по сравнению со шпоночными обладают более высокой нагрузочной способностью благодаря значительно большей рабочей поверхности и относительно равномерному распределению давления по высоте зуба. Кроме того, они обеспечивают лучшее центрирование сопрягаемых деталей.

Наибольшее распространение получили шлицы прямоугольной (прямобоковой), эвольвентной и треугольной форм (рис. 4.14). Шлицы на валах фрезеруют или нарезают на зубообрабатывающих станках методом обкатки, а пазы в отверстиях получают долблением или протягиванием.

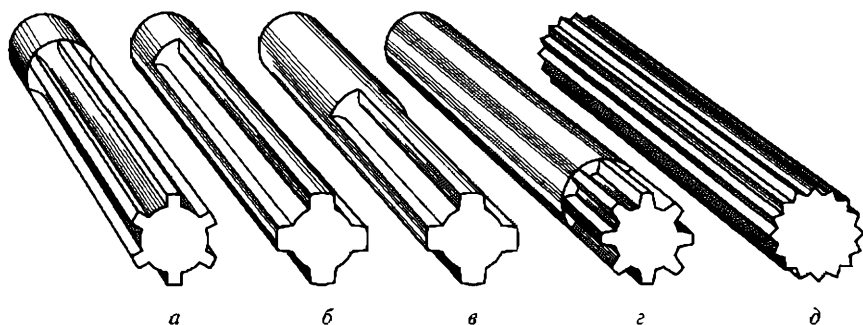


Рис. 4.14. Шлицы прямоугольной (прямобочной) (а—в), эвольвентной (г) и треугольной (д) форм

Основным элементом *штифтового соединения* является штифт — стальной цилиндрический, конический или фасонный стержень, который забивают в сквозные отверстия соединяемых деталей (рис. 4.15). Штифты бывают гладкими, с насечкой или выдавленными канавками, цилиндрическими пружинными, вальцованными из ленты и т.д. Конические штифты выполняют с конусностью 1 : 50.

Цилиндрические штифты ставят в отверстия с натягом. В движущихся соединениях концы цилиндрических штифтов расклепывают. Большим недостатком цилиндрических штифтов является ослабление посадки при повторных сборках и разборках. В основном цилиндрические штифты применяют как установочные для повышенной фиксации соединяемых деталей и в тех случаях, когда возникает необходимость предохранить соединяемые детали от боковых смещающих усилий, действующих в противоположные стороны.

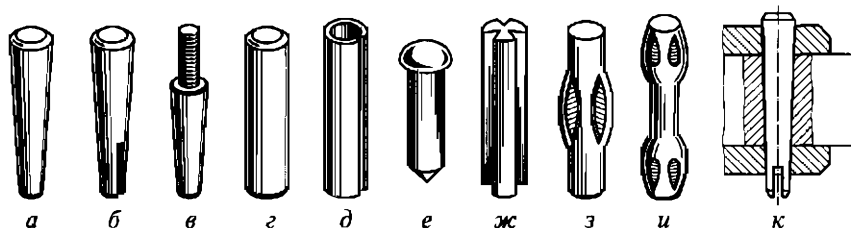


Рис. 4.15. Виды штифтов (а—и) и пример изображения на чертеже соединения коническим штифтом (к):

а — конический гладкий; б — конический с разводным конном; в — конический с резьбой; г — цилиндрический; д — цилиндрический пружинный; е — цилиндрический с головкой; ж — с продольной насечкой; з — с насечкой посередине; и — с насечкой на концах

Цилиндрические и конические штифты изготавливают из конструкционных сталей.

Неразъемные соединения. К ним относят соединения, выполненные клепкой, сваркой, пайкой, склеиванием или горячей посадкой.

Клепаные соединения образуются с помощью заклепок. Заклепка (рис 4.16, а) представляет собой стержень круглого сечения, один конец которого имеет сферическую, коническую или иную форму. Стержень заклепки вставляют в сквозное отверстие скрепляемых деталей до упора головкой (рис 4.16, б). Свободный конец, который должен выходить за пределы детали примерно на $1,5d$, расклепывают, придавая ему форму сферической (полукруглой) или конической (потайной) головки. Форма головки определяет название заклепки, диаметр стержня определяют по формуле

$$d = \sqrt{2(\delta_1 + \delta_2)},$$

где δ_1, δ_2 — толщины склепываемых листов.

Длину стержня заклепки l выбирают с учетом толщины деталей и припуска ($1,3d$).

Один или несколько рядов заклепок образуют заклепочный шов (рис. 4.17). Заклепки в ряду размещают на одинаковом расстоянии одну от другой, называемом шагом t . Линии, по которым располагают центры заклепок, называются рисками, а расстояние S между соседними рисками — дорожкой.

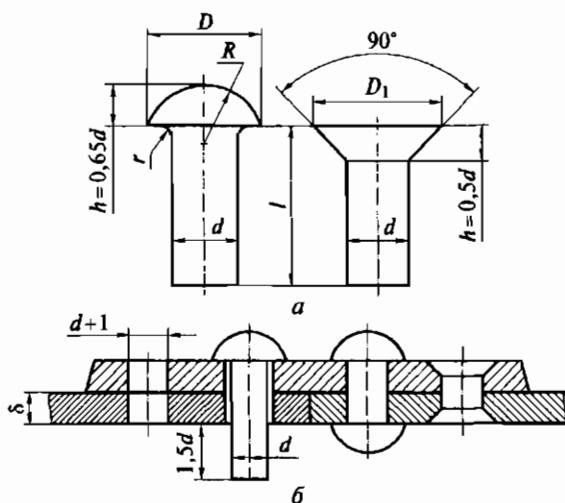
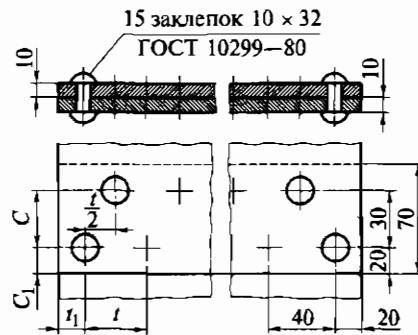


Рис. 4.16. Заклепки с полукруглой и потайной головками (а) и клепаное соединение (б)

Рис. 4.17. Изображение заклепочных швов на чертеже



Соединения деталей с помощью заклепок могут быть выполнены встык с накладкой (см. рис. 4.16, б) или внахлестку (см. рис. 4.17). Швы бывают с рядовым и шахматным (см. рис. 4.17) расположением заклепок.

Сварные соединения выполняют нагреванием мест соединения деталей до температуры плавления или заполнением зазора между деталями расплавленной присадкой. После остывания получают сварной шов необходимой прочности. Если сварной шов расположен с одной стороны соединения, то его называют односторонним, а если с двух сторон — двусторонним. Шов выполняют непрерывным по всей длине или прерывистым, т.е. разделенным на отдельные участки одинаковой длины равными промежутками.

Прерывистые двусторонние швы могут иметь цепное расположение (отдельные участки шва находятся один против другого) или шахматное (промежутки одной стороны находятся напротив сварных участков шва с другой). Иногда шов выполняют в виде отдельных сварных точек.

По форме поперечных сечений различают нормальные, выпуклые (усиленные) и вогнутые швы. Поперечное сечение нормального шва напоминает по форме равнобедренный треугольник. Выпуклый (усиленный) шов имеет выпуклость — высоту усиления. Вогнутый шов отличается от нормального наличием впадины.

В зависимости от назначения сварного соединения для усиления шва применяют различные варианты скоса кромок свариваемых элементов: без скоса кромок, со скосом одной кромки, с криволинейным скосом одной кромки, со скосом двух кромок, с криволинейным скосом двух кромок, с двумя симметричными скосами одной кромки, с двумя несимметричными скосами одной кромки, с двумя симметричными скосами двух кромок, с двумя несимметричными скосами двух кромок. Как правило, между кромками сваренных элементов должен быть зазор 1...5 мм.

Классификация основных видов сварки приведена на рис. 4.18.

Соединения пайкой и склеиванием часто встречаются в продукции электромашиностроения, изделиях кабельного и электролам-

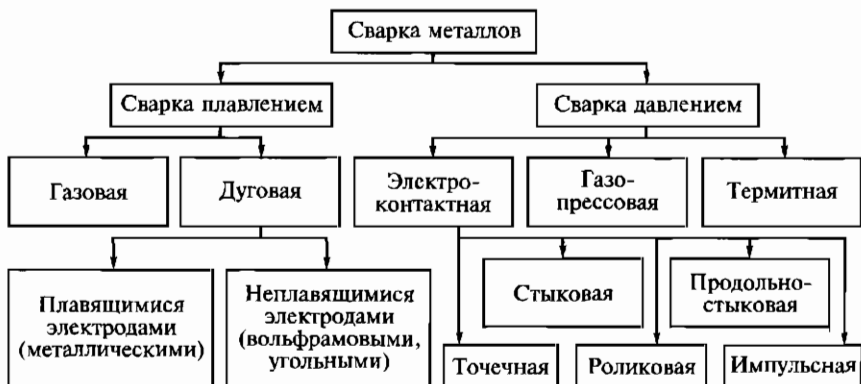


Рис. 4.18. Классификация видов сварки

пового производства, аппаратах защиты, управления и др. Пайка представляет собой процесс соединения металлов, находящихся в твердом состоянии, посредством расплавленного присадочного материала, называемого припоем. Для припаивания медных жил, а также проводников заземления к броне и свинцовой оболочке кабелей используют паяльную пасту, состоящую из следующих компонентов (в массовых частях): канифоли — 10, животного жира — 3, хлористого аммония — 2, хлористого цинка — 1, воды или этилового спирта (ректификат) — 1.

Склеивание — это процесс соединения деталей различными видами клея в зависимости от склеиваемых материалов.

Различают следующие виды соединений пайкой или склеиванием (рис. 4.19) внахлестку, встык, встык со скосом (в ус). Швы, полученные пайкой или склеиванием, условно изображены сплошной утолщенной линией.

Для склеивания различных пластмассовых (кроме полиэтилена и фторопласта), фарфоровых, стеклянных и металлических деталей, пакетов электротехнической стали трансформаторов, листов сердечников якорей и статоров используют клеи БФ.

Применяя минеральные наполнители (тальк, кварцевая мука, каолин, литопон, окись цинка и др.), на клеях БФ можно изгото-

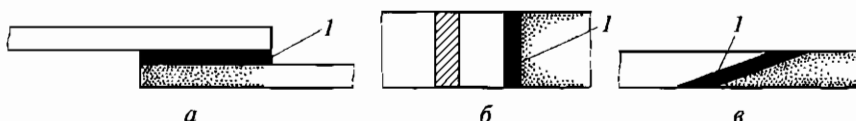


Рис. 4.19. Виды соединения деталей пайкой или склеиванием:

a — внахлестку; *б* — встык; *в* — встык со скосом; *1* — припой или слой клея

вить различные электроизоляционные замазки, которые после соответствующего прогрева приобретают хорошую механическую прочность. Клеевой шов после отверждения обладает электроизоляционными свойствами. Клей БФ-2 дает жесткий нагрево- и кислотостойкий шов, а клей БФ-4 — эластичный ненагревостойкий, но щелочестойкий шов.

Перед склеиванием поверхности протирают ацетоном, ацетатами или спиртом. Поверхности металлов, фенопластов, аминопластов и кожи предварительно зачищают наждачной бумагой, затем покрывают клеем 2 раза. После каждого покрытия склеиваемые элементы выдерживают в течение 1 ч для просушки клеевого слоя. Оптимальная толщина клеевого шва — 0,15...0,25 мм.

Для надежного соединения склеиваемые детали прижимают друг к другу и выдерживают под давлением 0,5...1,5 МПа при температуре 150 °С в течение 0,5...1,0 ч.

Для склеивания холодным способом резины с резиной, а также резины с металлами, стеклом и другими материалами применяют клей № 88Н. Склеиваемые поверхности зачищают наждачной бумагой, протирают бензином и просушивают в течение 5...10 мин. Поверхности металлов покрывают клеем 2 раза. После первого покрытия их выдерживают для подсушки 7...10 мин, после второго покрытия — 2...8 мин. На резину наносят один слой клея и выдерживают 2...8 мин для подсушки. Склеиваемые детали прижимают друг к другу и выдерживают в течение суток. Клеевой шов получается эластичным.

Клей хранят в герметически закрытой таре, соблюдая правила хранения огнеопасных материалов.

4.3. Методы и средства контроля размеров и качества сборки

Измерительные инструменты в зависимости от метода контроля можно разделить на три группы.

К первой группе относятся инструменты, предназначенные для непосредственного измерения размеров: стальные линейки, штангенциркули, микрометры, угломеры, индикаторные инструменты и др.

Во вторую группу входят инструменты, предназначенные для контроля размеров детали: предельные калибры, скобы и пробки, контрольные плитки, различные эталоны и др.

К третьей группе принадлежат инструменты, с помощью которых одновременно осуществляют измерение и контроль: кронциркули, нутромеры и различные шаблоны (радиусомеры, резбомеры, щупы и др.).

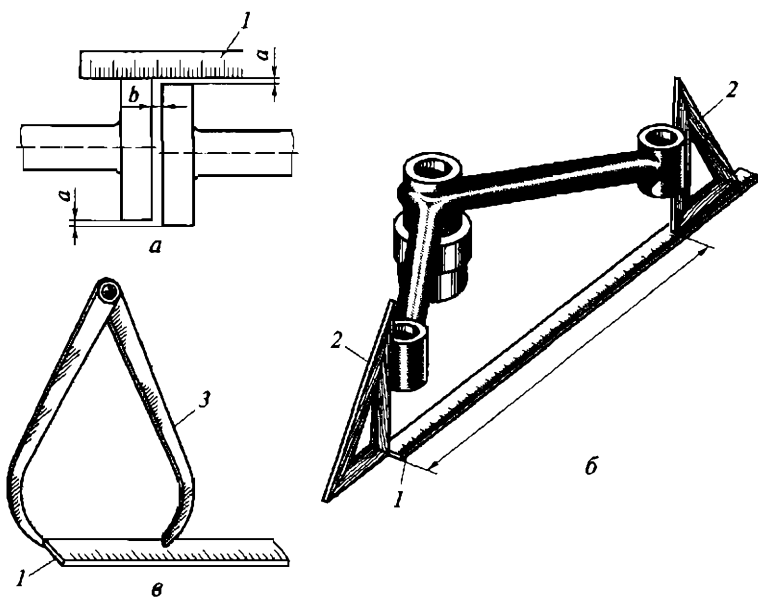


Рис. 4.20. Измерение размеров детали:

a — непосредственно стальной линейкой; *b* — линейкой с помощью угольников; *в* — линейкой и кронциркулем; 1 — линейка; 2 — угольник; 3 — кронцикуль

Линейные размеры детали можно измерить с точностью до 1 мм стальной линейкой непосредственно (рис. 4.20, *a*) или с помощью, например, угольников (рис. 4.20, *б*), когда концевые точки измерения лежат на разных уровнях.

Кронцикуль и нутромер используют для получения размеров соответственно наружных и внутренних поверхностей деталей. Кронциркулем или нутромером сначала лишь фиксируют нужный размер, а затем определяют его с помощью линейки (рис. 4.20, *в*).

Штангенциркуль является наиболее распространенным измерительным инструментом, обеспечивающим точность измерения в пределах от 0,1 до 0,02 мм. Штангенциркуль с точностью измерения до 0,1 мм изображен на рис. 4.21. Он имеет штангу 4 с миллиметровой шкалой делений и парой измерительных губок 3, на которую надета рамка 1 с другой парой измерительных губок 2. Рамку можно передвигать по штанге и в любом положении закреплять винтом 5. Верхняя и нижняя части передней поверхности рамки скошены. На скошенную нижнюю часть рамки 1 нанесено десять делений, ценой по 0,1 мм. Эту шкалу 6 называют нониусом. К задней стороне рамки наглухо прикреплена узкая линейка 7, которая при перемещении рамки свободно скользит по пазу штанги 4. Линейку 7 называют глубиномером.

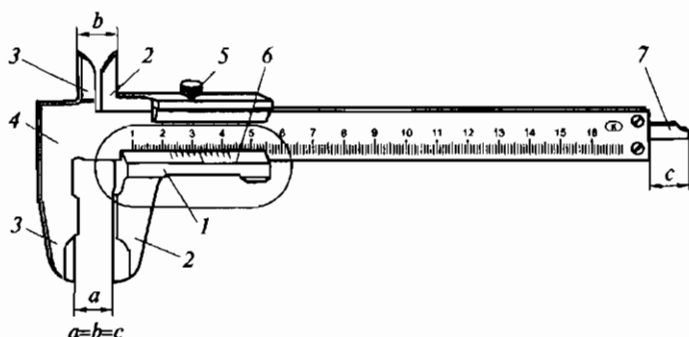


Рис. 4.21. Штангенциркуль:

1 — рамка; 2, 3 — губки; 4 — штанга; 5 — винт; 6 — нониус; 7 — глубиномер

При любом положении рамки расстояния между измерительными кромками губок и длина выдвинутой части глубиномера одинаковы ($a = b = c$).

Если губки штангенциркуля соприкасаются, то первое слева (нулевое) деление (штрих) нониуса b совпадает с нулевым штрихом шкалы штанги 4, а торец глубиномера 7 — с торцом штанги.

Чтобы найти значение размера, замеренного штангенциркулем, смотрят сначала, на каком месте шкалы штанги находится нулевой штрих нониуса. Это позволяет определить, сколько целых миллиметров содержится в зафиксированном размере. Для нахождения размера с точностью до 0,1 мм ищут на шкале нониуса тот штрих, который точно совпадает с каким-нибудь из штрихов на шкале штанги. Например, если нулевой штрих нониуса находится между штрихами шкалы штанги, соответствующими 17 и 18 мм, а с одним из штрихов на шкале штанги совпадает штрих нониуса, соответствующий 0,4 мм, то искомый размер будет 17,4 мм.

Разновидностями штангенциркуля являются штангенрейсмус, используемый для обмера криволинейных поверхностей деталей, и штангензубомер.

Штангензубомер (рис. 4.22) применяют для измерения не-

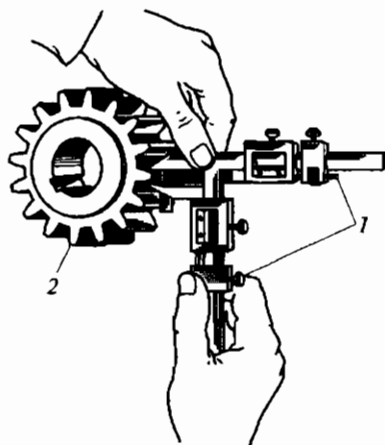


Рис. 4.22. Штангензубомер:

1 — двойной штангенциркуль; 2 — измеряемая деталь

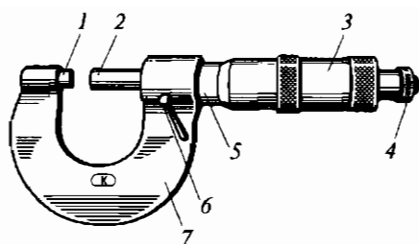


Рис. 4.23. Микрометр:

1 — пятка; 2 — микрометрический винт; 3 — барабан; 4 — трещотка; 5 — стебель; 6 — стопор; 7 — скоба

которых параметров зубчатых колес (толщины и высоты зуба, длины общей нормали и др.) и обмера сложных профилей. Он представляет собой двойной штангенциркуль, штанги которого взаимно перпендикулярны и имеют шкалы с ценой деления 0,5 мм, а цена деления нониусов составляет 0,02 мм.

Для измерения ширины профиля (например, зуба зубчатого колеса) на определенной его высоте пользуются одновременно горизонтальной штангой и высотной линейкой.

Микрометр (рис. 4.23) обеспечивает точность измерения до 0,01 мм. Его скоба 7 неподвижно соединена со стеблем 5, на котором имеется шкала, состоящая из риски, нанесенной по образующей стебля, и штрихов, перпендикулярных риске и нанесенных над ней и под ней. Под риской штрихи расположены через 1 мм, над риской — точно посередине между нижними штрихами. Расстояние по риске между любым нижним штрихом и соседним с ним верхним равно 0,5 мм.

Подвижным упором является конец микрометрического винта 2, стопор 6 служит для зажима винта в нужном положении. Барабан 3 представляет собой муфту, надетую на стебель; левая часть его сточена на конус, по образующим которого сделано 50 равномерно расположенных штрихов. За один полный оборот барабана микрометрический винт и вместе с ним барабан продвигаются по оси на 0,5 мм.

Деталь при измерениях микрометром помещают между пяткой 1 и концом микрометрического винта 2. Поворачивая барабан, приближают конец микрометрического винта к детали настолько, чтобы винт почти касался ее. После этого движение микрометрического винта осуществляют трещоткой 4.

Микрометрический нутромер (рис. 4.24, а) может иметь пределы измерений от 50... 75 до 400... 1 000 мм. Его трубка 3 соединена одним концом с удлинителями 2, к крайнему из которых прикреплен измерительный наконечник 1. Внутри другого конца трубки закреплен стебель (на рис. 4.24 не показан) микрометрической головки 4, на котором плавно вращается барабан. На стебле и барабане головки нанесены деления.

При измерении диаметра отверстия, например в ступице полумуфты 5 (рис. 4.24, б) нутромер устанавливают под прямым

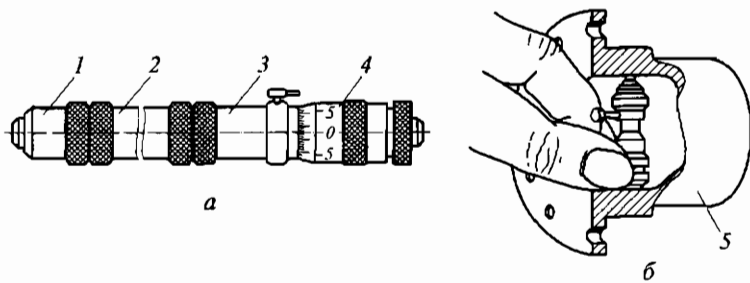


Рис. 4.24. Микрометрический нутромер (а) и определение им посадочных размеров ступицы полумуфты электродвигателя (б):

1 — измерительный наконечник; 2 — удлинитель; 3 — трубка; 4 — микрометрическая головка; 5 — полумуфта

углом к оси отверстия, так как при незначительном его наклоне измерения будут неверны. После установки нутромера в рабочее положение и соприкосновения измерительных поверхностей его микрометрической головки и измерительного наконечника с внутренней поверхностью ступицы полумуфты совмещают нулевой штрих на барабане микрометрической головки с продольным штрихом на ее стебле. Результаты измерений дополнительно контролируют, замеряя внутренний диаметр ступицы в конце отверстия прецизионным штангенциркулем.

Индикаторные контрольно-измерительные инструменты (в различных специальных вариантах исполнения), обеспечивающие быстрое и точное определение размера, широко применяются при контроле электротехнических изделий.

На рис. 4.25 показан индикатор, предназначенный для выявления мелких углублений и возвышений на плоской поверхности (с точностью до 0,01 мм), а также для измерения величины биения круглых поверхностей при их вращении вокруг оси.

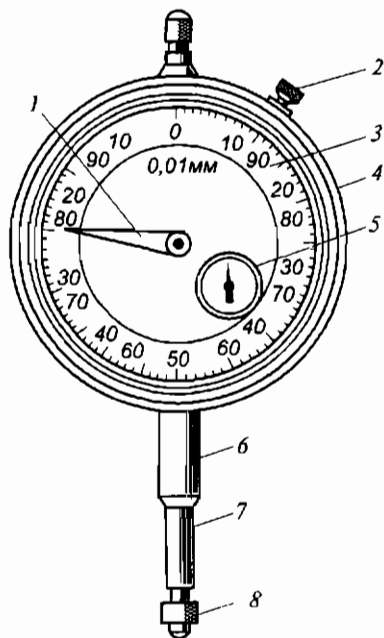


Рис. 4.25. Индикатор:

1 — стрелка; 2 — стопор; 3 — шкала; 4 — ободок; 5 — указатель частоты вращения; 6 — гильза; 7 — измерительный стержень; 8 — наконечник

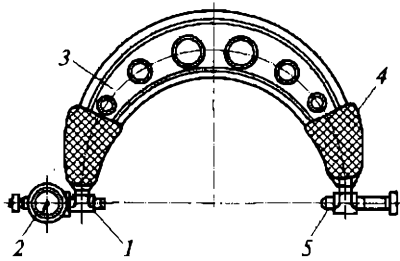


Рис. 4.26. Скоба с отсчетным устройством:

1, 5 — подвижная и неподвижная пятки; 2 — отсчетное устройство; 3 — корпус; 4 — накладка

Предельные калибры используются в практике слесарно-сборочных работ для контроля сопрягаемых размеров деталей в пределах заданной точности.

С помощью калиброванной цилиндрической пробки проверяют диаметры отверстий. Один из концов пробки имеет диаметр, равный наибольшему предельному диаметру проверяемого отверстия, и, следовательно, является непроходной стороной данного калибра. Другой удлиненный конец пробки имеет диаметр, равный наименьшему предельному диаметру этого же отверстия, и является проходной стороной. Проходная сторона пробки обычно делается съемной.

Скобы (рис. 4.26) широко применяются для контроля диаметров стержней, валов, осей при их изготовлении. Расстояние между пятками 1 и 5 скобы равно наибольшему допустимому диаметру оси, таким образом, скоба является калибром.

Шаблоны используются для определения и контроля размеров отдельных элементов деталей. Для измерения радиусов закругления выступов, впадин, галтелей служат радиусные шаблоны (рис. 4.27). Их прикладывают к измеряемому элементу детали, а место контакта просматривают на просвет. Если зазора (просвета) нет, то радиус соответствует значению, указанному на шаблоне.

Для определения угла профиля и шага резьбы применяются резьбовые шаблоны (рис. 4.28). С помощью набора шаблонов с надписью М60 определяют шаг метрической резьбы, с надписью Д55 — число ниток (выступов) на длине в один дюйм ($1'' = 25,4 \text{ мм}$)

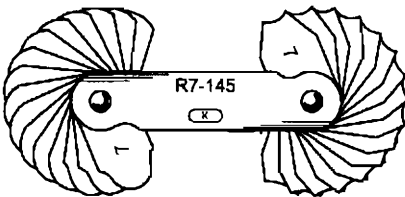


Рис. 4.27. Радиусные шаблоны

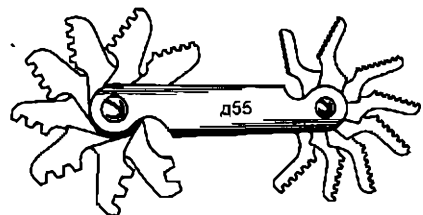


Рис. 4.28. Резьбовые шаблоны

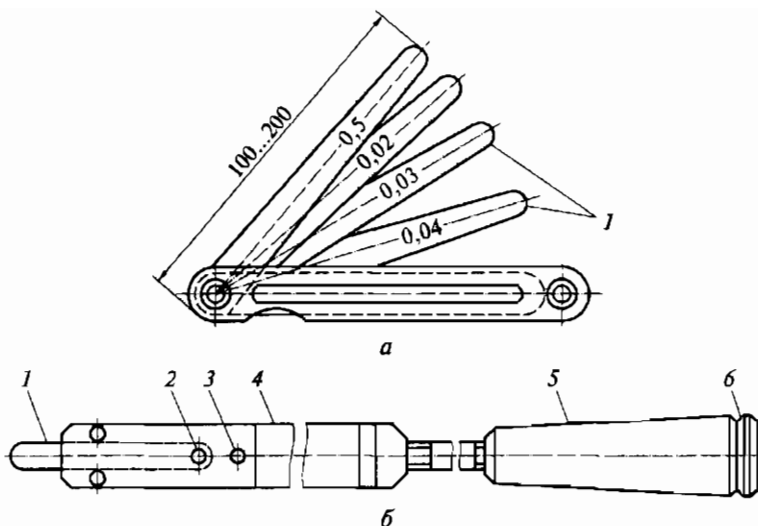


Рис. 4.29. Пластинчатые щупы:

a — раздвижной; *б* — со сменными пластинами; 1 — калиброванные пластины; 2 — штифт; 3 — винт; 4 — накладка-прижим; 5 — ручка; 6 — пробка

дюймовых и трубных резьб. Шаг резьбы на стержне и в отверстии определяют путем подбора такого шаблона, который своими зубьями плотно входит во впадины резьбы. Число, указанное на подобранном шаблоне, соответствует шагу в миллиметрах для метрических резьб или числу ниток, приходящихся на один дюйм длины, для дюймовых и трубных резьб.

Замерив диаметр резьбы (наружный на стержне или внутренний в резьбовом отверстии) и определив шаг (или число ниток), по соответствующим таблицам резьб можно уточнить, стандартная это резьба или специальная.

Щупы (рис. 4.29), представляющие собой наборы пластинок различной толщины, используются для определения (или контроля) зазора между сопрягаемыми (смежными) деталями.

4.4. Размерная слесарная обработка деталей

Часто при ремонте и техническом обслуживании электрооборудования электромонтеры выполняют в деталях или заготовках отверстия для крепежных болтов, заклепок, шпилек, под нарезание резьбы, развертывание, зенкерование и т. п. Операцию по созданию отверстий в материале путем снятия стружки режущим инструментом — сверлом, совершающим относительно своей оси вращательные и поступательные движения, называют *сверлением*.

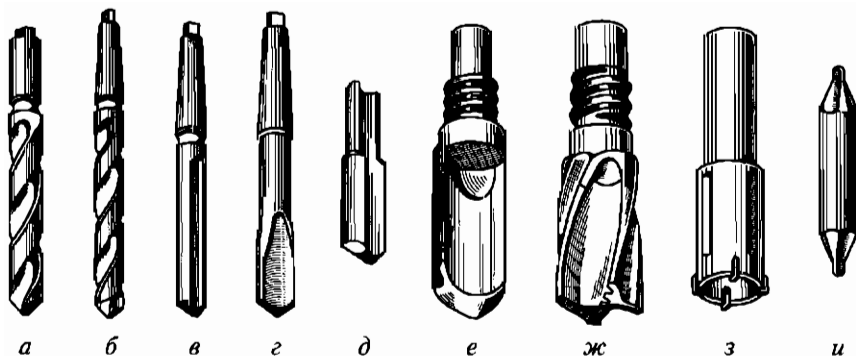


Рис. 4.30. Виды сверл:

а, б — спиральные; *в* — с продольными канавками; *г* — перовое; *д* — специальное; *е* — для глубокого сверления однокромочное с внутренним отводом стружки; *ж* — то же, но двухкромочное; *з* — для кольцевого сверления; *и* — центровочное

Если отверстие в сплошном материале предварительно получено штамповкой, ковкой или литьем, то для увеличения его размера выполняют *рассверливание*.

Операции сверления и рассверливания позволяют получать отверстия с точностью обработки по десятому качеству. В тех случаях, когда точность обработки должна быть еще более высокой, отверстия после сверления дополнительно зенкеруют и развертывают. Точность сверления существенно повышается при применении приспособления, называемого кондуктором, тщательном регулировании станка, правильном выборе и заточке сверла.

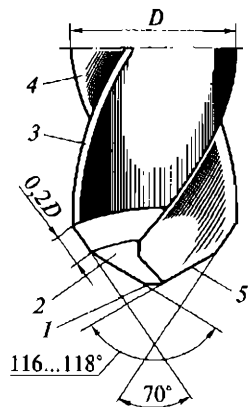
Сверла изготавливают из быстрорежущей Р6М5, легированной 9ХС и углеродистой У10А сталей, а также комплектуют пластинками из твердых сплавов ВК6, ВК8 и Т15К6. Различные виды сверл показаны на рис. 4.30.

Чаще других при сверлении отверстий используются спиральные сверла. Конструктивно они состоят из рабочей части и хвостовика. Рабочая часть (рис. 4.31) представляет собой цилиндр с двумя винтовыми канавками *4* для отвода стружки во время работы сверла и режущей поверхностью в виде двух лезвий (зубов). Вдоль винтовых канавок сверла на цилиндрической поверхности расположены две узкие полоски *3*, называемые ленточками. Они уменьшают трение о стенки отверстия и способствуют устойчивости сверла во время работы. Для получения отверстий в стали применяют сверла с углом наклона канавки 18... 30°, в латуни и бронзе — 22... 25°, в вязких металлах — 40°, в алюминии, дюралюминии и электролите — 45°.

Передняя режущая поверхность сверла (зуба) образуется спиральной канавкой, задняя — боковой поверхностью конуса.

Рис. 4.31. Конструкция рабочей части спирально-го сверла:

1 — поперечная кромка (перемычка); 2 — передняя поверхность; 3 — ленточка; 4 — канавка; 5 — режущая кромка



Хвостовики спиральных сверл бывают цилиндрическими или коническими. Сверла диаметрами от 20 до 80 мм чаще имеют хвостовики в виде конуса Морзе, а сверла диаметром до 20 мм — хвостовики цилиндрической формы. Рабочая часть сверла соединяется с хвостовиком шейкой, диаметр которой меньше диаметра рабочей части.

При сверлении и рассверливании отверстий в стали, чугуне, мраморе, стекле и других твердых материалах следует применять сверла, оснащенные пластинками из твердых сплавов, при сверлении отверстий в вязких металлах — сверла с винтовыми канавками, в хрупких материалах — сверла с прямыми канавками. При сверлении неглубоких отверстий используют сверла с косыми канавками, а при сверлении глубоких — сверла с отверстиями для подвода охлаждающей жидкости к режущим кромкам. При сверлении жаропрочных сталей рекомендуется применять твердосплавные монолитные сверла. Если технологическим процессом предусматривается последовательное выполнение операций сверления и зенкования, сверления и развертывания, сверления и нарезания резьбы, то лучше использовать комбинированные сверла (сверло-зенковка, сверло-развертка, сверло-метчик). Для получения в заготовках и деталях центровых отверстий применяют центровочные сверла. При сверлении неотчетственных отверстий диаметром до 25 мм широко используют перовые сверла наиболее простые в изготовлении. Они имеют форму лопатки (режущая часть) с хвостовиком. Перовые сверла бывают с одно- и двусторонними режущими кромками.

Для сверления отверстий в стали угол заточки одностороннего перового сверла должен быть 75...90°, а в цветных металлах — 45...60°. Угол заточки двустороннего перового сверла составляет 120...130°.

При сверлении отверстий в металлах и сплавах для повышения стойкости режущего инструмента рекомендуется применять охлаждающие жидкости: мыльную эмульсию, смесь спирта со скипидаром, керосин с сурепковым маслом, смесь минерального и жирных масел.

Затупившиеся сверла затачивают на специальных заточных станках. Операцию сверления выполняют в основном на сверлильных станках, а в случаях расположения отверстий в труднодоступных местах — с помощью дрелей, ручных электрических и пневматических сверлильных машинок, трещоток или коловоротов. Ручные дрели применяют для сверления отверстий диаметром до 10 мм, трещотки — до 30 мм, сверлильные электрические машинки легкого типа — до 9 мм, среднего типа — до 15 мм, тяжелого типа — до 80 мм. Для сверления отверстий в деталях, изготовленных из алюминиевых сплавов и мягких сталей, применяют сверлильные пневматические ручные машинки с частотой вращения шпинделя до $3\,500\text{ мин}^{-1}$, а в деталях из легированных сталей — до $1\,000\text{ мин}^{-1}$.

Наибольшее распространение получили ручные сверлильные пневматические машинки Д-2 и РС-8, настольный вертикально-сверлильный станок 2М112, универсальный вертикально-сверлильный станок 2Н125Л и радиально-сверлильный станок 2Н55.

Установка и крепление деталей на станке существенно влияют на точность сверления. Как правило, детали, предназначенные для сверления, устанавливают на столе сверлильного станка и закрепляют на нем с помощью прихватов с болтами, машинных тисков, призм, угольников, кондукторов или других специальных приспособлений. Процесс сверления по кондуктору включает в себя предварительную очистку стола станка от грязи и стружек, подбор сверла необходимого размера и установку его в шпиндель станка. Кондуктор опорной частью плотно прижимают левой рукой к поверхности стола, а правой плавно подводят сверло через втулку.

В зависимости от формы хвостовика сверла в сверлильных станках крепят одним из следующих способов: в сверлильном патроне; в коническом отверстии шпинделя; в переходных конических втулках. Одиночные отверстия сверлят по разметке. Сверление отверстий на заданную глубину выполняют по втулочному упору на сверле или измерительной линейке, закрепленной на станке.

Для сверления точных отверстий операцию выполняют за два рабочих хода: сначала сверлом, диаметр которого на 1 мм меньше нужного диаметра отверстия, а затем сверлом заданного диаметра.

Операцию по увеличению диаметра предварительно просверленных отверстий, улучшению качества их поверхности, обработке цилиндрических и конических необработанных отверстий, полученных в деталях при литье, ковке или штамповке, называют *зенкерованием*. Эта операция может быть завершающей при выполнении отверстия или же промежуточной, предшествующей операции развертывания.

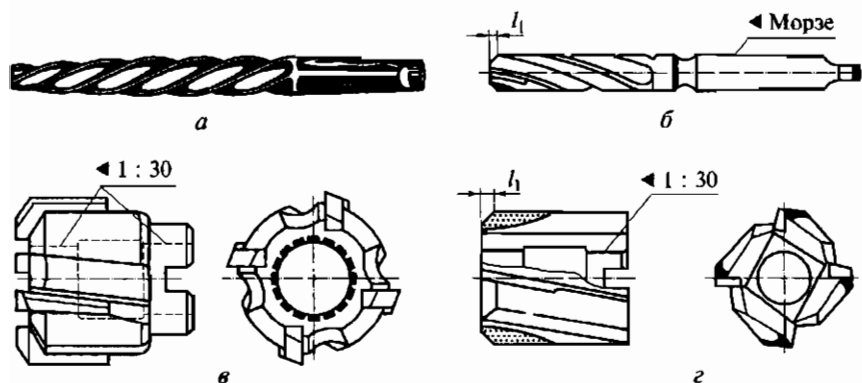


Рис. 4.32. Виды зенкеров:

а — цельный с коническим хвостовиком; *б* — то же, но оснащенный пластина из твердых сплавов; *в* — насадной со вставными ножами; *г* — насадной с пластинами из твердых сплавов

Зенкерование осуществляют с помощью зенкера — режущего инструмента, который работает так же, как и сверло, и напоминает его по внешнему виду. Он состоит из режущей (рабочей) части, шейки, хвостовика и лапки, но в отличие от сверла имеет три-четыре режущие кромки. Зенкеры из быстрорежущей стали изготавливают цельными с коническим хвостовиком (рис. 4.32, *а*, *б*) для предварительной обработки или насадными (рис. 4.32, *в*, *г*) для окончательной обработки отверстий. Насадные зенкеры длиной 40...65 мм с четырьмя зубьями и напаянными пластинами из твердых сплавов ВК6, ВК8, Т14К8, Т15К6 применяют для обработки отверстий диаметром 34...80 мм. Цельные зенкеры с коническими хвостовиками и рабочей частью длиной 80...200 мм с тремя зубьями используют для обработки отверстий диаметром 10...40 мм.

Для охлаждения зенкеров при зенкеровании отверстий в деталях из стали, меди, латуни, дюралюминия применяют мыльную эмульсию.

Операцию обработки специальным инструментом — **з е н к о в к о й** — конических или цилиндрических углублений и фасок просверленных отверстий под головки болтов, винтов и заклепок называют **зенкованием**. Основным конструктивным отличием зенковки от зенкера является наличие зубьев на торце и направляющих цапф, с помощью которых она вводится в предварительно просверленное отверстие.

Операцию обработки бобышек под шайбы, гайки, упорные кольца называют **цекованием**. Ее выполняют **цековками** — насадными головками, имеющими торцевые зубья. Цекование, как и зенкование, производят на сверлильных станках.

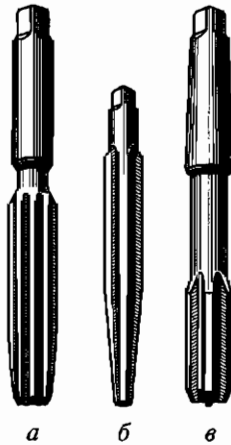


Рис. 4.33. Виды разверток:

a, б — ручные цилиндрическая и коническая; *в* — машинная цилиндрическая

Операцию чистовой обработки отверстий по седьмому — девятому квалитетам с помощью развертки называют *развертыванием*. Развертка (рис. 4.33) представляет собой специальный режущий инструмент, позволяющий производить чистовую обработку отверстий вручную, на сверлильном или токарном станке. Конические и цилиндрические развертки изготовляют комплектами из двух или трех штук. Первая развертка используется как черновая, вторая — получистовая, третья — чистовая. Развертыванию всегда предшествуют операции сверления или зенкерования отверстий.

Нарезание резьбы является очень распространенной слесарной операцией. Для получения резьбы на деталях используют сверлильные, резьбонарезные и токарные станки. Часто резьбу нарезают вручную или получают накатыванием с помощью накатных плашек, роликов и накатных головок. Внутреннюю

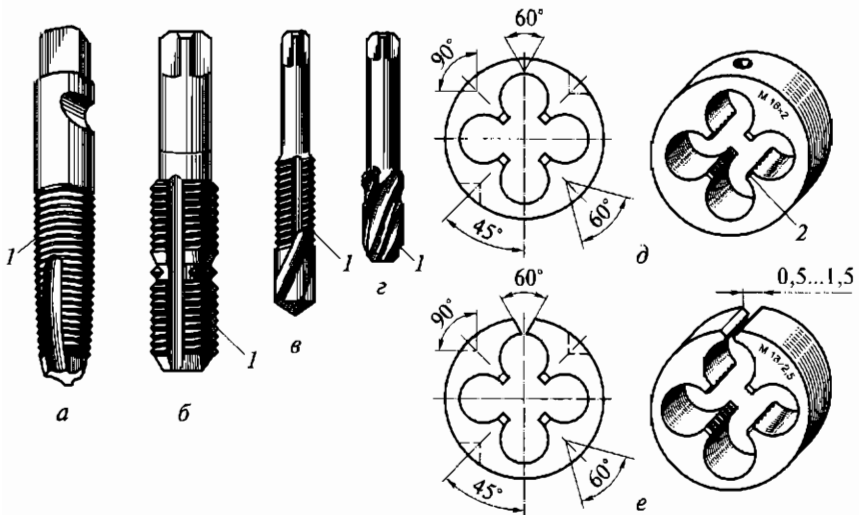


Рис. 4.34. Специальные метчики и плашки для нарезания резьбы:

a — бесканавочный метчик; *б* — комбинированный метчик; *в* — метчик-сверло; *г* — метчик с винтовыми канавками; *д* — цельная плашка; *е* — разрезная плашка; *1* — резьба; *2* — заборная часть

резьбу нарезают метчиками (рис. 4.34, *a—e*), наружную — плашками (рис. 4.34, *d, e*), прогонками или другими инструментами.

В сквозных и глухих отверстиях резьбы всех размеров нарезают вручную, если шаг их не превышает 3 мм, и машинным способом, если шаг больше 3 мм.

Метчики для машинно-ручного нарезания метрической, трубной и дюймовой резьб изготавливают трех видов: одинарные (всех размеров), двойные (комплект из двух штук) для диаметра резьбы 1...52 мм, тройные (комплект из трех штук) для диаметра 24...52 мм.

Для нарезания метрических резьб диаметром 0,25...0,9 мм в сквозных и глухих отверстиях электроприборов применяют машинные метчики с цилиндрическим хвостовиком.

Метчики одного и того же номинального диаметра с мелким и крупным шагом имеют одинаковые размеры присоединительных элементов (хвостиков).

Для нарезания метрических резьб в сквозных отверстиях и гайках на сверлильных станках следует применять гаечные метчики со шлифованным профилем. Машинно-ручные и конические метчики диаметром 12 мм и более и гаечные метчики диаметром 10 мм и более изготавливают сварными. У метчиков с рабочей частью, выполненной из стали Р9Ф5, износостойкость в 2 раза выше, чем у метчиков из стали Р18 или Р6М5. Хвостовики метчиков изготавливают из стали 45 или 40Х.

Для нарезания наружных правых и левых метрических резьб диаметром 1...76 мм, правых и левых трубных цилиндрических резьб диаметром от 1/16" до 2", дюймовых конических резьб от К1/16" до К2" и трубных конических резьб от R1/16" до R2" применяют круглые плашки, изготавливаемые из стали 9ХС или ХВСГ.

Для метрических резьб точность элементов нарезаемой резьбы плашками должна соответствовать требованиям ГОСТ 16093—81, а для трубных резьб — ГОСТ 6357—81.

Для нарезания резьбы среднего класса точности на слесарных участках промышленных предприятий применяют винторезные самооткрывающиеся головки с круглыми гребенками. Они позволяют нарезать наружную метрическую и дюймовую резьбы с номинальным диаметром 4...60 мм и шагом до 4 мм. Тип головки и ее размер выбирают в соответствии с применяемым оборудованием. Круглые гребенки изготавливают из быстрорежущей стали Р18 или Р6М5.

Операцию по снятию с поверхности деталей очень тонких частиц металла режущим инструментом — шабером — называют *шабрением*. За один рабочий ход шабером снимают слой металла толщиной 0,005...0,07 мм в целях обеспечения плотного прилегания сопрягаемых поверхностей и герметизации соединения. При



Рис. 4.35. Шабрение плоских деталей «от себя» (а) и «на себя» (б), шабрение канавок (в), выполнение отделочных операций(г)

холостом ходе шабер приподнимают. Ручное шабрение (рис. 4.35) является очень трудоемким процессом, поэтому в последнее время его заменяют обработкой на станках.

Шабер представляет собой металлический стержень с режущей кромкой. По форме режущей части шаберы подразделяют на плоские, фасонные, трех- и четырехгранные, по конструкции — на цельные и со вставными пластинками, с односторонними и двусторонними режущими концами.

Плоские шаберы используют при шабрении плоских поверхностей, трех- и четырехгранные — вогнутых и цилиндрических поверхностей, фасонные — труднодоступных фасонных поверхностей. Угол заострения режущей части шабера для стали принимают равным $75 \dots 90^\circ$.

Для выявления мест шабрения деталь осторожно укладывают на окрашенную плиту и медленно передвигают, а затем снимают и осматривают. Серые (неокрашенные) пятна на поверхности детали — это наиболее выступающие места, которые в первую очередь подлежат удалению шабером.

Вместо шабрения часто применяют *шлифование* на специальных станках, но наиболее прогрессивной операцией является *тонкое фрезерование*, при котором вместо шабера используют одностороннюю фрезу.

Обработку отверстий с целью придания им нужной формы называют *расточиванием*. Эту операцию производят, как правило, на станках с ЧПУ различной формы.

Операцию обработки одной детали по другой с целью выполнения соединения называют *пригонкой*.

Операцию обработки, при которой детали соединяют практически без зазора (причем это состояние сохраняется и при перекалках), называют *припасовкой*. При слесарно-сборочных, ремонтных работах, окончательной обработке деталей, полученных штамповкой, эту операцию выполняют вручную.

Операцию обработки деталей, работающих в паре, для обеспечения наилучшего контакта их рабочих поверхностей, называют *притиркой*.

Контроль линейных размеров обрабатываемых деталей производят с помощью контрольно-измерительных инструментов, рассмотренных в подразд. 4.3.

Контрольные вопросы

1. Какие работы называют слесарными?
2. Что называют припуском на обработку?
3. Перечислите слесарные операции, которые часто приходится выполнять электромонтеру-ремонтнику.
4. Чем отличается правка от рихтовки?
5. Какие слесарные инструменты должны находиться на рабочем месте электромонтера?
6. Какие виды сверл вы знаете?
7. Какие виды соединения деталей применяют в электроустановках?
8. Как нарезают внутреннюю и наружную резьбы?
9. Какими способами гнут трубы?
10. Что представляют собой операции пригонки, припасовки, притирки?

ДОПУСКИ, ПОСАДКИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

5.1. Шероховатости поверхностей

Реальной поверхностью детали называют поверхность, которая ее ограничивает и отделяет от окружающей среды. В отличие от номинальной (изображенной на чертеже) реальная поверхность детали, даже очень хорошо обработанная (зеркальная поверхность), имеет неровности — выступы и впадины. У некоторых изделий эти неровности заметны невооруженным глазом, а у других их можно различить, только рассматривая поверхность через лупу.

Оценку неровностей производят либо путем сравнения с эталонами, либо специальными приборами — профилографами-профилометрами.

В зависимости от отношения шага неровностей S к высоте неровностей H поверхности условно подразделяют на три группы: с макрогеометрическими отклонениями ($S/H > 1\ 000$); волнистые ($S/H = 50 \dots 1\ 000$); шероховатые ($S/H < 50$).

Шероховатостью называют совокупность микронеровностей на поверхности детали. Шероховатость поверхности оценивают по ее профилю, который образуется в сечении этой поверхности плоскостью, перпендикулярной к номинальной (рис. 5.1, а). Параметры шероховатости определяют в пределах базовой длины L , которая отсчитывается по средней линии профиля. Стандартом установлено шесть параметров шероховатости поверхности:

- среднее арифметическое отклонение профиля R_a ;
- высота неровностей профиля по десяти точкам R_z ;
- наибольшая высота неровностей профиля R_{\max} ;
- средний шаг неровностей профиля S_m ;
- относительная опорная длина профиля t_p ;
- средний шаг неровностей по вершинам S .

Средним арифметическим отклонением профиля поверхности R_a называют среднее значение расстояний от различных точек профиля до его средней линии (рис. 5.1, б):

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i,$$

где n — число выбранных точек на базовой длине; Y_i — расстояние от i -й точки до базовой линии, измеренное по нормали, проведенной к средней линии через эту точку.

Высотой неровностей профиля R_z называют среднюю высоту неровности, измеренную по пяти точкам выступов и впадин (рис. 5.1, в):

$$R_z = \frac{H_1 + H_3 + H_5 + H_7 + H_9 - (H_2 + H_4 + H_6 + H_8 + H_{10})}{5}$$

Наибольшей высотой неровностей профиля R_{\max} называют расстояние между линией выступов профиля и линией впадин профиля в пределах базовой линии (см. рис. 5.1, в).

Шагом неровностей профиля называют длину отрезка средней линии профиля, в пределах которой имеется неровность профиля.

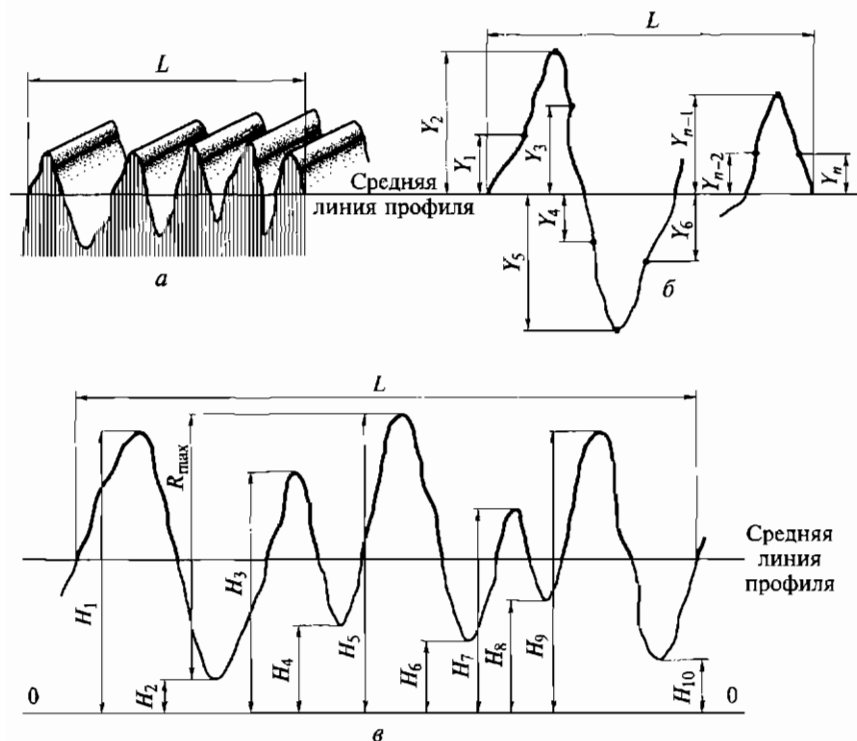


Рис. 5.1. Микронеровности (шероховатость) поверхности в пределах базовой линии L (а) и расстояния до различных точек профиля, позволяющие определить среднее арифметическое отклонение профиля R_z (б), а также высоту неровностей профиля R_z (в)

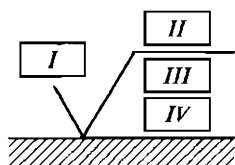


Рис. 5.2. Обозначение шероховатости на чертежах: *I* — параметр шероховатости; *II* — вид обработки и другие дополнительные указания; *III* — базовая длина; *IV* — обозначение направления неровностей

Среднее значение шагов неровностей профиля в пределах базовой длины называют средним шагом неровностей профиля S_m .

Среднее значение шагов выступов профиля в пределах базовой длины называют средним шагом неровностей по вершинам S .

При сравнении размеров опорных поверхностей, обработанных различными методами, пользуются понятием относительной опорной длины профиля l_p , которая равна отношению опорной длины профиля к базовой длине L .

В зависимости от параметров шероховатости поверхности качество (точность) ее обработки подразделяют на качества (классы).

В Российской Федерации при стандартизации шероховатости поверхности используется система отсчета M , в которой в качестве базовой линии принята средняя линия профиля, т.е. линия имеющая форму номинального профиля и проведенная так, что в пределах базовой длины среднее квадратическое отклонение профиля до этой линии минимально.

Шероховатость каждой поверхности должна быть обозначена соответствующими знаками на чертежах изделия (рис. 5.2).

Направления неровностей на поверхностях обозначают следующими знаками: продольное \parallel , поперечное \perp , наклонное перекрещивающее \times , кругообразное M , радиальное C или R .

5.2. Допуски и посадки

Когда ведут речь о допусках и посадках, наружные (охватываемые) элементы деталей называют *валами*, а внутренние (охватывающие) элементы — *отверстиями* (рис. 5.3).

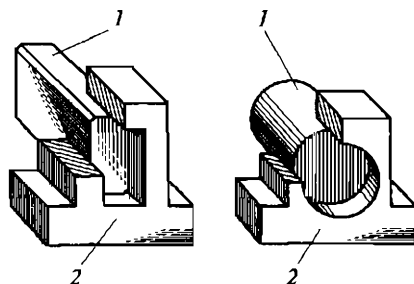


Рис. 5.3. Охватываемые и охватывающие элементы деталей:

1 — охватываемый элемент (вал); *2* — охватывающий элемент (отверстие)

Числовое значение линейной величины (например, диаметра вала, длины ступицы и т.п.) в принятых единицах измерения называют *размером*. Размер, установленный путем измерения конкретной линейной величины детали с допустимой погрешностью, называют *действительным размером*.

Два граничных допустимых размера, между которыми должен находиться или любому из которых может быть равен действительный размер, называют *предельными размерами*. Меньший из двух предельных размеров называют наименьшим, а больший — наибольшим предельным размером (рис. 5.4).

Размер, относительно которого определяют предельные размеры, называют *номинальным размером*. Он служит началом отсчета отклонений.

Под *предельным отклонением* подразумевают алгебраическую разность между предельным и номинальным размерами.

Алгебраическую разность между наибольшим предельным и номинальным размерами называют *верхним предельным отклонением*, а между наименьшим предельным и номинальным размерами — *нижним предельным отклонением*.

Отклонения обозначают строчными и прописными латинскими буквами: верхнее отверстия — ES;

верхнее вала — es;

нижнее отверстия — EI;

нижнее вала — ei.

Линия, соответствующая номинальному размеру, от которой определяют отклонения размеров при графическом изображении допусков и посадок, называется *нулевой линией*.

Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называют *допуском* T.

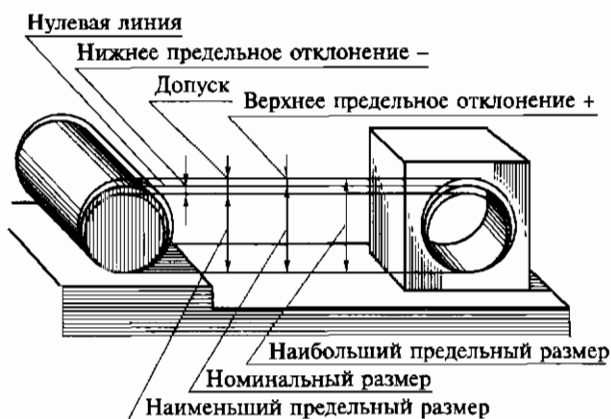


Рис. 5.4. Поле допусков и предельные отклонения размеров

Зону, ограниченную верхним и нижним отклонениями, называют *полем допуска*.

Верхнее или нижнее предельное отклонение, используемое для определения положения поля допуска относительно нулевой линии, называют *основным отклонением*.

Единица допуска i , мкм, являющаяся мерой точности, представляет собой множитель в формулах допусков системы, зависящий от номинального значения размера D , мм:

$$i = 0,45\sqrt[3]{D} + 0,001D.$$

При диапазоне D от 1 до 500 мм допуск T можно подсчитать по формуле

$$T = \alpha i,$$

где α — безразмерный коэффициент.

Числовые значения допусков стандартизованы путем установления следующих 13 интервалов размеров: до 3; 3...6; 6...10; 10...18; 18...30; 30...50; 50...80; 80...120; 120...180; 180...250; 250...315; 315...400; 400...500.

Для каждого интервала принята постоянная величина i , а значит, и допуски T .

Совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров, называют *квалитетом*. Квалитет отражает точность технологического процесса. Для размеров деталей до 500 мм установлены 19 квалитетов: IT01; IT0; IT1; IT2, ..., IT17 (здесь IT — International Tolerance — международный допуск).

В качестве примера рассмотрим схему расчета допусков диаметров развертки в зависимости от поля допуска на обрабатываемое отверстие T (рис. 5.5).

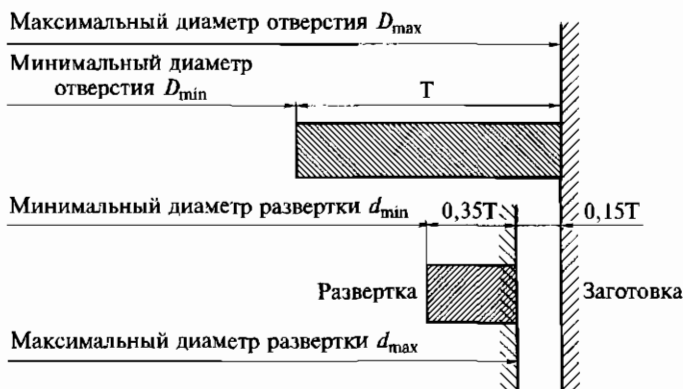
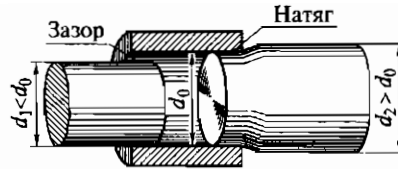


Рис. 5.5. Схема расчета полей допусков диаметров развертки

Рис. 5.6. Посадки с зазором и с натягом



Максимальный диаметр развертки должен быть равен максимальному диаметру отверстия минус $0,15T$: $d_{\min} = d_{\max} - 0,35T$.

Минимальный размер развертки должен быть равен максимальному диаметру развертки минус $0,35T$: $d_{\min} = d_{\max} - 0,35T$.

Значения $0,15T$ и $0,35T$ округляют в сторону бóльших значений на $0,001$ мм.

Пусть надо рассчитать максимальный и минимальный диаметры развертки для обрабатываемого отверстия $20H7$ ($20^{+0,021}$ мм).

Номинальный диаметр отверстия $20,000$ мм; максимальный диаметр отверстия, соответствующий заданному допуску $H7$ ($0,021$ мм), $20,021$ мм.

Тогда $0,15T = 0,15 \cdot 0,021 = 0,00315$ мм $\approx 0,004$ мм;

$0,35T = 0,35 \cdot 0,021 = 0,00735 \approx 0,008$ мм.

Отсюда максимальный диаметр развертки $d_{\max} = 20,021 - 0,004 = 20,017$ мм; минимальный диаметр развертки $d_{\min} = 20,017 - 0,008 = 20,009$ мм.

При соединении двух деталей, одна из которых является валом, а другая — отверстием, образуется посадка, определяемая разностью их размеров до сборки, т.е. величиной получающихся зазоров или натягов в соединении (рис. 5.6). Посадка характеризует степень сопротивления деталей взаимному смещению. В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия и вала посадка может быть с зазором, с натягом или переходной.

Общий для соединяемых отверстия и вала номинальный размер называют *номинальным размером посадки*.

Сумму допусков отверстия и вала, составляющих соединение, называют *допуском посадки*. Разность размеров отверстия и вала, если размер вала меньше размера отверстия, называют *зазором*.

Разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия, называют *натягом*.

Посадку, при которой в соединении обеспечивается зазор, называют *посадкой с зазором*. Посадку, при которой происходит натяг в соединении, называют *посадкой с натягом*.

Посадку, при которой может получиться как натяг, так и зазор, называют *переходной посадкой*.

Указанные три вида посадок, в свою очередь, подразделяются на 13 подвидов:

посадки с зазором (подвижные) — на скользящую (С), движения (Д), холдовую (Х), легкоходовую (Л), широкоходовую (Ш).

При повышенном тепловом режиме применяют тепловую ходовую посадку (ТХ);

переходные посадки на глухую (Г), тугую (Т), напряженную (К) и плотную (П);

посадки с натягом (неподвижные) — на горячую (ГР), пресовую (Пр) и легкопрессовую (Пл).

Кроме того, установлены специальные посадки для шпоночных соединений (ПШ и ПШр) для деревянных изделий (дПр, дТ и др.), подшипников качения (Гп, Нп, Сп и др.).

При одной и той же посадке допуски для деталей, например, электродвигателя или выключателя должны быть гораздо меньше, чем скажем, для деталей бетономешалки. Поэтому каждая из указанных ранее посадок имеет различные качества.

Для точного изготовления деталей машин применяют две системы технологической обработки: вала и отверстия. При системе отверстия (условно обозначается буквой А) охватываемую поверхность — отверстие детали — обрабатывают без учета того или иного вида посадок (учитывают только размер отверстия и качество). Требуемую посадку получают путем точной обработки вала. При системе вала (условно обозначают буквой В) охватываемую поверхность детали — вал — обрабатывают без учета того или иного вида посадок (учитывают только размер вала и качество). Требуемую посадку получают путем точной обработки отверстия.

5.3. Отклонения от формы и отклонения расположения поверхностей

Отклонением от формы называют отклонение формы реальной поверхности или профиля от формы номинальной поверхности или номинального профиля.

Отклонением расположения называют отклонение реального расположения рассматриваемого элемента от его номинального расположения.

Под допусками формы и расположения понимают наибольшие допускаемые значения отклонений от формы и расположения. Различают следующие виды отклонений от формы поверхностей:

отклонение от плоскостности, т. е. наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до номинальной плоскости в пределах нормируемого участка;

отклонение от цилиндричности, т. е. наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до номинального цилиндра в пределах нормируемого участка;

отклонение от круглости, т. е. наибольшее расстояние от точек реального профиля до номинальной окружности;

отклонение от профиля продольного сечения, т. е. наибольшее расстояние от точек, образующих реальную поверхность, до соответствующей стороны номинального профиля в пределах нормируемого участка.

К основным видам отклонений расположения поверхностей относят:

отклонение от параллельности плоскостей, т. е. разность наибольшего и наименьшего расстояния между плоскостями в пределах нормируемого участка;

отклонение от перпендикулярности плоскостей;

отклонение наклона одной плоскости относительно другой плоскости;

отклонение от симметричности плоскостей относительно базового элемента.

К основным видам отклонений расположения поверхностей и осей относят:

отклонение от перпендикулярности плоскости по отношению к оси;

отклонение от прямолинейности оси относительно плоскости в заданном направлении;

отклонение наклона оси относительно плоскости.

К основным видам отклонений расположения осей относят:

отклонение от параллельности прямых, лежащих в одной плоскости;

отклонение от параллельности осей в пространстве;

отклонение от параллельности осей в общей плоскости;

перекос осей;

отклонение наклона осей относительно оси;

отклонение от соосности относительно оси базовой поверхности.

К основным видам суммарных отклонений формы и расположения поверхностей относят:

полное радиальное биение;

полное торцевое биение;

суммарное отклонение параллельности и плоскостности;

суммарное отклонение перпендикулярности и плоскостности;

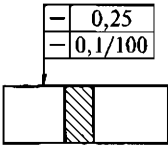
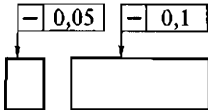
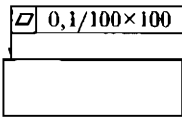
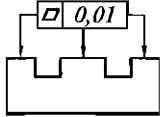
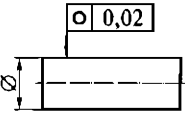
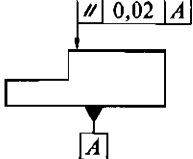
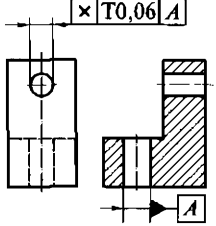
суммарное отклонение от номинального наклона и плоскостности.

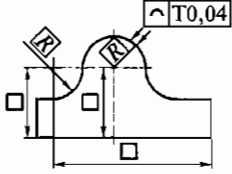
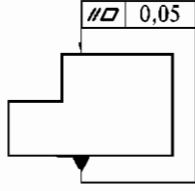
К основным видам суммарных отклонений формы и расположения профилей относят: радиальное и торцевое биения; биение в заданном направлении и др.

В зависимости от соотношения между допуском размера и допусками формы и расположения устанавливают следующие уровни относительной геометрической точности:

A — нормальная относительная геометрическая точность (допуски формы и расположения в среднем составляют 60 % от допуска размера);

**Обозначения на чертежах допусков отклонения от формы
и расположения поверхностей**

Вид допуска	Эскиз	Пояснение обозначения
Допуск прямолинейности		Допуск прямолинейности поверхности составляет 0,25 мм на всей длине и 0,1 мм на длине 100 мм
		Допуск прямолинейности поверхности в поперечном направлении составляет 0,05 мм, в продольном — 0,1 мм
Допуск плоскостности		Допуск плоскостности поверхности составляет 0,1 мм на площади 100×100 мм
		Допуск плоскостности каждой поверхности составляет 0,01 мм
Допуск круглости		Допуск круглости вала составляет 0,02 мм (так же указывается допуск круглости отверстия)
Допуск параллельности		Допуск параллельности поверхности относительно поверхности A составляет 0,02 мм
Допуск пересечения осей		Допуск пересечения осей отверстий T составляет 0,06 мм

Вид допуска	Эскиз	Пояснение обозначения
Допуск формы заданного профиля		Допуск формы заданного профиля Т составляет 0,04 мм
Суммарный допуск параллельности и плоскостности		Суммарный допуск параллельности и плоскостности поверхности относительно основания составляет 0,05 мм

Примечание. Перед числовыми значениями допуска в рамках следует ставить: символ \varnothing , если круговое или цилиндрическое поле допуска указывают его диаметром; символ R , если круговое или цилиндрическое поле допуска указывают радиусом; символ T , если допуски симметричности, пересечения осей, формы заданного профиля и заданной поверхности, а также позиционные допуски указывают в диаметральном выражении.

B — повышенная относительная геометрическая точность (40 %);
 C — высокая относительная геометрическая точность (25 %).

Для цилиндричности, круглости и профиля продольного сечения относительные геометрические точности для A , B , C составляют соответственно 30, 20 и 12 % от допуска размера, так как эти отклонения относят к радиусу.

Требования к отклонениям от формы и расположения поверхностей деталей и их числовые значения регламентированы чертежом детали. Условные обозначения на чертежах допусков отклонения от формы и расположения поверхностей показаны в табл. 5.1.

5.4. Погрешности и методы их измерения

Размеры, форма и расположение поверхностей деталей, получаемые при обработке, определяют фактические зазоры и натяги в изделиях и соединениях, а следовательно, напрямую влияют на качество продукции.

Под *погрешностью обработки* понимают отклонение полученного при обработке значения геометрического или другого пара-

метра от заданного. *Абсолютную погрешность* выражают в единицах измерения рассматриваемого параметра:

$$\Delta X = X_d - X_n,$$

где X_d , X_n — соответственно действительное (полученное) и номинальное (заданное) значения параметра.

Если поле допуска относительно номинального значения параметра расположено несимметрично, то вместо номинального принимают среднее значение параметра.

Отношение абсолютной погрешности к заданному значению параметра называют *относительной погрешностью*. Она представляет собой безразмерную величину, т.е. выражается числовым значением $\Delta X/X_n$ или в процентах $(\Delta X/X_n) 100 \%$.

Количественно точность обработки и сборки характеризуется обратной величиной модуля относительной погрешности $|\Delta X/X_n|^{-1}$.

Конструктивные допуски и технические требования к изготовлению деталей назначают с учетом особенностей работы изделия при эксплуатации. Отклонение действительных параметров детали от номинальных определяют методом либо прямых, либо косвенных измерений. При этом под измерением понимают опыт, в результате которого находят количественную характеристику параметра с погрешностью, не превышающей допустимую.

Если искомую величину находят непосредственным измерением, метод называют *прямым*, а если на основании расчета — *косвенным*. На результат измерения может влиять погрешность средств измерения. Если эти средства используются в нормальных условиях, погрешность называют *основной*, если в условиях, отличающихся от нормальных, — *дополнительной*.

К нормальным для измерения условиям относятся:

температура окружающей среды 20°C ;

атмосферное давление $101\,324,72 \text{ Па}$ (760 мм рт. ст.);

относительная влажность воздуха 58% ;

направление линии измерения линейных размеров до 160 мм у наружных поверхностей вертикальное, а в остальных случаях — горизонтальное;

действие внешних сил равно нулю.

Метод измерений, при котором значение параметра определяют непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора, называют методом *непосредственной оценки*.

Если измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой, то метод называют *сравнительным*.

Метод измерения выбирают исходя из соотношения диапазонов средства измерения и значений измеряемой величины. Случайные и неучтенные систематические погрешности измерения называют *допускаемой погрешностью измерения*. Случайная погреш-

ность измерения обычно не превышает 0,6 допускаемой погрешности измерения.

Погрешность измерения складывается из погрешностей метода измерения, средств измерения и отсчета. Погрешность метода измерения включает в себя температурные погрешности базирования измеряемого изделия, погрешности усилий измерения и др. При выборе средств измерения следует учитывать, что погрешность измерения определяется как сумма систематических и случайных составляющих. За величину основной погрешности средства измерения следует принимать предельные погрешности показаний прибора.

Для измерения углов методом сравнения используют угловые меры.

Для измерения и контроля параметров отклонения формы и расположения часто применяют показывающие приборы с индуктивными (модели 212—214, 276, 75500 и др.) и механотронными (модель БВ-3040) преобразователями.

Для измерения параметров шероховатости поверхности применяют профилограф-профилометр модели 201. Эти параметры можно контролировать и путем сравнения с образцами.

Концевые меры длины (поверочные линейки типов ЛТ, ЛЧ, ШП, ШД, ШМ, УТ, ЛД) являются исходными измерительными средствами в машиностроении. С их помощью проверяют и градуируют инструменты и приборы. Рабочие размеры концевых мер находятся в пределах 0,1...1 000 мм с градацией через 0,001; 0,01; 0,1; 0,5; 10; 25 и 50 мм. Меры длины комплектуют в наборы, содержащие от 10 до 112 шт. В зависимости от точности изготовления концевые меры подразделяют на четыре класса: 0, 1, 2 и 3. Характеристики комплектов плоскопараллельных концевых мер длины регламентированы стандартом.

Призматические угловые меры применяют для точных измерений и проверки угловых шаблонов, шкал, угломерных инструментов и приборов. Они представляют собой стальные пластины треугольной или четырехугольной формы толщиной 5 мм. Треугольные меры имеют один рабочий угол α , который может составлять от 10 до 79°, а четырехугольные — четыре рабочих угла (α , β , γ , δ) от 80 до 100°.

Для проверки прямых углов используют угольники на 90°. Лекальные угольники имеют скошенные грани, что облегчает контроль на просвет.

Синусные линейки используют для точных измерений углов косвенным методом: сначала определяют линейные отклонения, а затем с помощью тригонометрических вычислений преобразуют их в угловые величины. Погрешности измерения угла с помощью синусной линейки составляют: $\pm 1,5''$ для угла до 4°; $\pm 2''$ — до 10°; $\pm 2,5''$ — до 20°; $\pm 3,5''$ — до 30°; $\pm 6''$ — до 45°.

Для контроля углов применяют механические универсальные угломеры. Для измерения малых угловых отклонений от горизонтального или вертикального положения приборов, устройств, элементов конструкций используют уровни. Брусковые уровни предназначены для контроля горизонтального расположения поверхностей, а рамные — горизонтального и вертикального. Цена деления рамных и брусковых уровней составляет $0,02 \dots 0,2$ мм/м.

Контрольные вопросы

1. На какие группы подразделяют отклонения формы поверхностей?
2. Что такое шероховатость поверхности?
3. Что называют шагом неровностей профиля?
4. Что такое допуск?
5. Что называют допуском посадки?
6. Какую посадку называют натягом?
7. Какие угловые меры вы знаете?

Глава 6

СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕХНИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

6.1. Понятия о механизмах и механических передачах

Раздел механики, в котором изучаются геометрические свойства механического движения тел без учета их массы и действующих на них сил, называют *кинематикой*. Механическое движение есть перемещение тел в пространстве и во времени.

Машиной принято называть механическое устройство, выполняющее движения для преобразования энергии материалов или информации. Во всякой машине имеется исполнительный (рабочий) орган, который приводится в действие двигателем через систему механизмов.

Механизмом называют определенную совокупность подвижных и неподвижных тел, которые обеспечивают передачу и преобразование движений и сил для выполнения машиной полезной работы.

Тела, входящие в механизм, называют *звеньями*. Звено может состоять из одной или нескольких неподвижно соединенных между собой деталей.

Подвижное соединение двух звеньев в механизмах называют *кинематической парой*.

Механизмы, служащие для передачи движения, как правило, с преобразованием скорости и соответственным изменением вращающего момента, называют *передачами*.

Широкое распространение передач в машиностроении обусловлено тем, что в абсолютном большинстве случаев режим работы машины-орудия не совпадает с оптимальными скоростями двигателя. Передачи позволяют понижать (реже повышать) скорость, осуществлять ее ступенчатое или бесступенчатое регулирование в широком диапазоне, изменять направление движения, преобразовывать один вид движения в другой, приводить в движение несколько механизмов от одного двигателя.

Различают передачи механические, гидравлические, пневматические и электрические.

Из механических передач (рис. 6.1) наибольшее распространение получили передачи вращательного движения, так как они обеспечивают равномерное движение и просты по конструкции. Передачу вращательного движения от одного вала к другому и преоб-

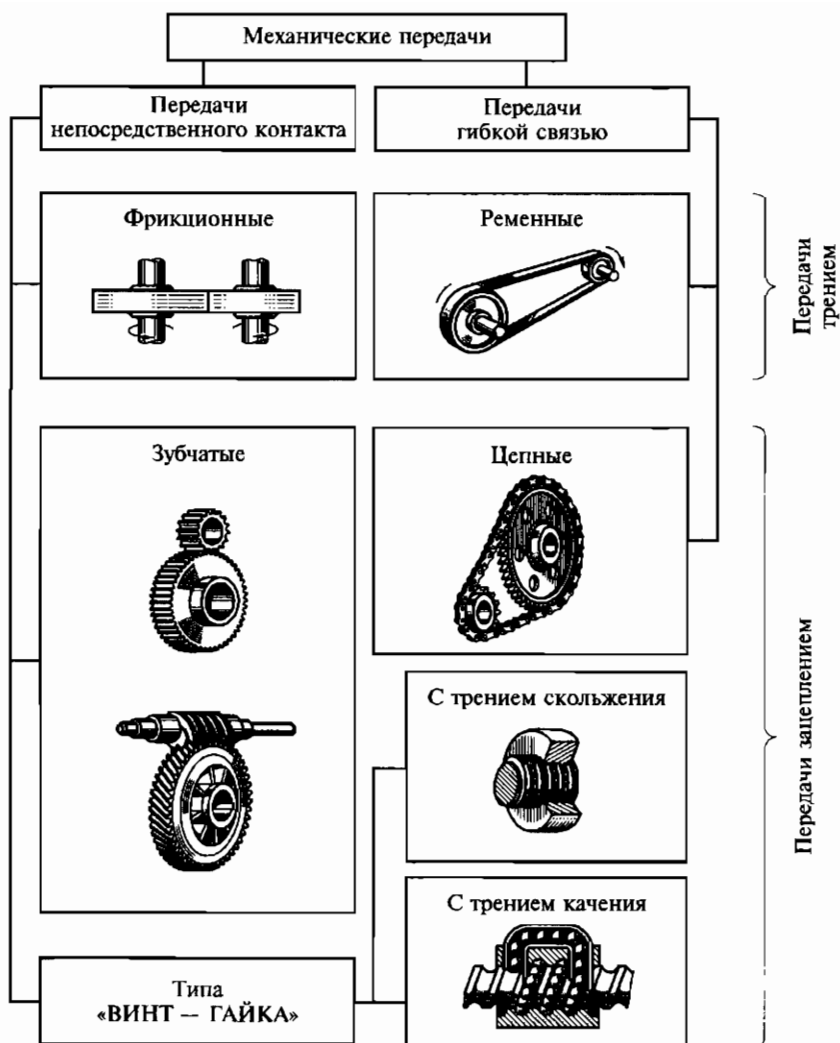


Рис. 6.1. Виды механических передач

разование вращательного движения в поступательное (или наоборот) осуществляют с помощью различных устройств, конструкции которых зависят от взаимного расположения валов и передаваемых мощностей.

Механизм, состоящий из двух катков, рабочие поверхности которых плотно соприкасаются друг с другом с помощью специальных пружин, называют *фрикционной передачей*.

При параллельном расположении осей валов рабочие поверхности катков будут цилиндрическими. Если оси валов пересека-

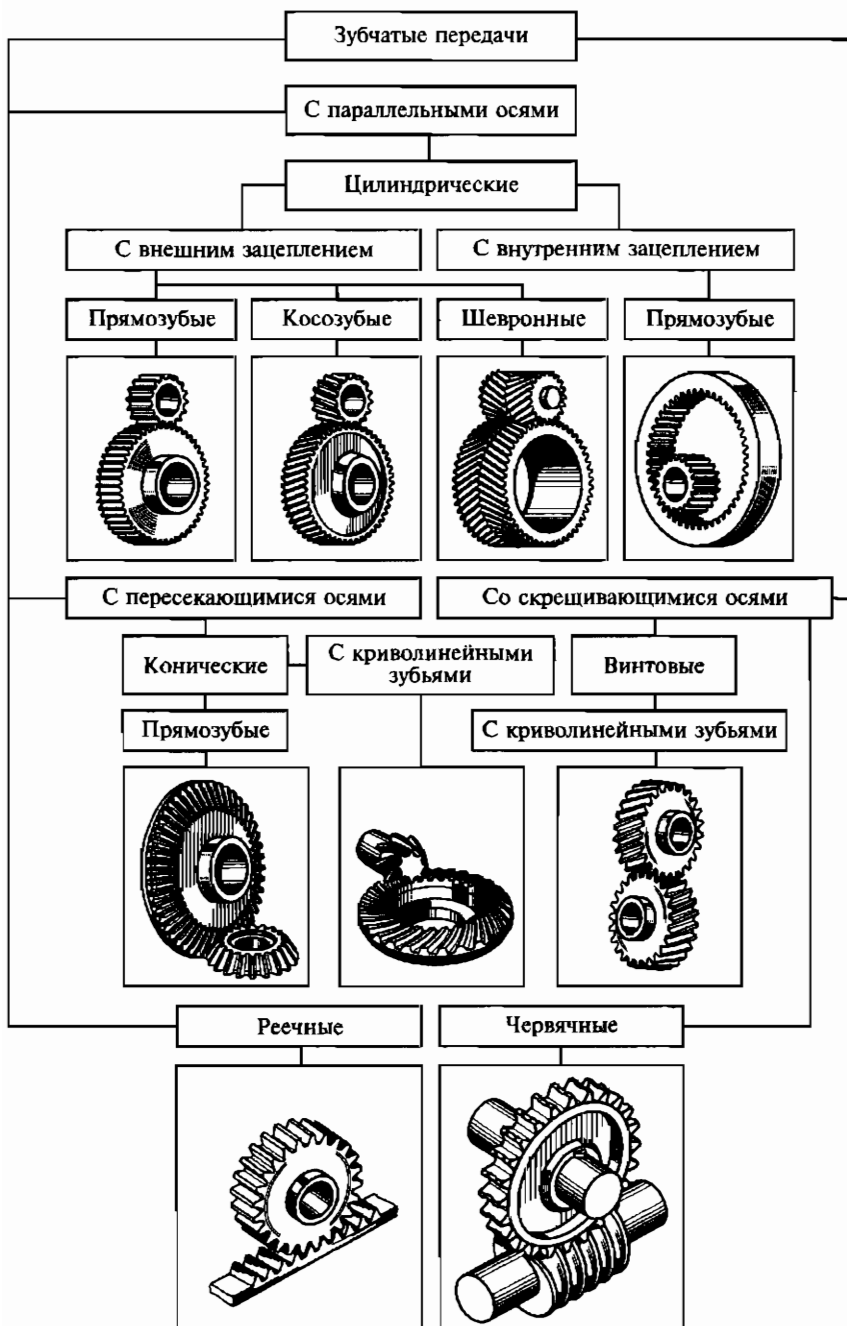


Рис. 6.2. Основные виды зубчатых передач

ются, применяют конические катки. Вращение от одного катка (ведущего) другому (ведомому) передается силой трения.

Механизм, состоящий из двух шкивов, на которые с некоторым натяжением надеты один или несколько гибких ремней с той или иной формой поперечного сечения, называют *ременной передачей*. При вращении ведущего шкива ремни передают вращение ведомому шкиву за счет силы трения, т. е. ременная передача работает как фрикционная. Ее применяют в тех случаях, когда расстояние между валами значительно и по конструктивным (или технологическим) соображениям осуществить фрикционную передачу не представляется возможным.

Механизм, состоящий из зубчатых колес, или из зубчатого колеса и рейки, или из червяка червячного колеса, называют *зубчатой передачей*.

Механизм, состоящий из ведущей и ведомой звездочек, на зубья которых надета замкнутая цепь, называют *цепной передачей*. Звездочки представляют собой зубчатые колеса с профилем зубьев, очерченным дугами окружностей. Наиболее часто применяется втулочно-роликовая цепь, состоящая из пластин и цилиндрических втулок. Цепную передачу используют при значительных расстояниях между осями валов.

Передача типа «винт — гайка» обладает следующими свойствами: при неподвижном винте поворот гайки на один оборот вызывает ее перемещение вдоль оси винта на величину хода t ; если закрепить гайку и повернуть винт на один оборот, то помимо вращения винт переместится вдоль оси на величину хода t .

Основное назначение передач типа «винт — гайка» — преобразование вращательного движения в поступательное. Эти передачи бесшумны в работе благодаря повышенной плавности зацепления, просты по конструкции и позволяют получать большой выигрыш в силе. К их недостаткам следует отнести сравнительно низкий КПД, склонность к заеданию, тихоходность. Передачи типа «винт — гайка» применяют в подъемных механизмах, станках (механизмы подачи рабочих инструментов) и др.

Наиболее распространенными в машиностроении являются зубчатые передачи. Их основные виды показаны на рис. 6.2.

6.2. Общие сведения о схемах соединения составных частей изделия

Конструкторский документ, на котором составные части изделия и связи между ними показаны условными изображениями или обозначениями, называют *схемой*.

На схемах, как правило, отражают принцип работы изделия (машины, станка, аппарата, прибора и т. п.). Они являются

неотъемлемой частью документов, необходимых для проектирования, изготовления, монтажа, регулировки, эксплуатации и изучения изделий.

Для того чтобы пользоваться схемами, необходимо знать условные графические обозначения, установленные стандартами ЕСКД.

Схемы в зависимости от входящих в них изделий подразделяют на электрические (Э), гидравлические (Г), кинематические (К), пневматические (П) и комбинированные (С).

В зависимости от назначения схемы подразделяют на структурные, функциональные, принципиальные, соединений, подключения, общие, расположения.

Схемы, дающие представление об основных частях изделия, их назначении и взаимосвязи, называют *структурными*.

Схемы, показывающие только функциональное назначение изделия, поясняющие процессы, протекающие в изделии, называют *функциональными*.

Схемы, показывающие состав элементов и связи между ними, дающие полное представление о принципах работы изделия, называют *принципиальными*.

Способы соединения составных частей изделия (проводами, фланцами, разъемами и т.п.), изображенные схематично, называют схемами *соединения*, а изображающие внешние подключения изделия — схемами *подключения*.

Схемы, дающие представления о составных частях комплекса и соединении их между собой на месте эксплуатации, называют *общими*.

Схемы, показывающие относительное расположение составных частей изделия, называют схемами *расположения*.

Если в состав изделий входят элементы связи разных видов, например электрические и пневматические, электрические и гидравлические, схемы таких изделий называют *комбинированными*.

В схемах, поясняющих принцип действия изделия и взаимосвязь между его элементами, все условные обозначения элементов выполняют по государственным стандартам. В случае применения нестандартных условных графических обозначений на схемах должны быть сделаны необходимые пояснения.

6.3. Кинематические схемы

Системы, работа которых характеризуется совокупностью действий различных механизмов и устройств и связями между ними, наиболее удачно описываются и изучаются с помощью кинематических схем.

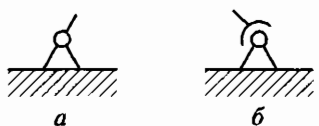
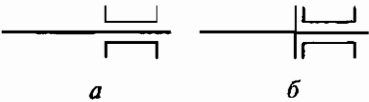
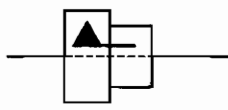
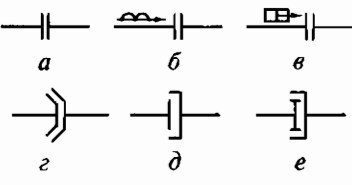
Входящие в кинематические схемы элементы на чертежах изображают условными графическими обозначениями, установленными ГОСТ 2770—81.

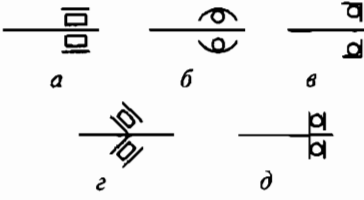
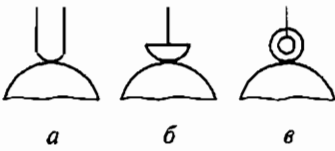
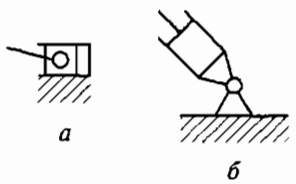
Наиболее часто встречающиеся обозначения показаны в табл. 6.1.

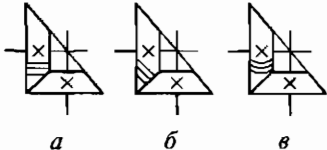
На рис. 6.3 приведена упрощенная кинематическая схема токарно-винторезного станка, используемого для нарезания резьбы. Главное движение — вращение (с частотой n) шпинделя с заготовкой 1 — осуществляется от электродвигателя M (вал которого вращается с частотой n_1) через ременную передачу со шкивами d_1 и d_2 , цилиндрические зубчатые колеса z_1 и z_2 , сменные цилиндрические зубчатые колеса a' и b' и цилиндрические зубчатые колеса z_3 и z_4 . Продольное перемещение s резца (движение подачи) производится за счет передачи вращения от шпинделя через цилиндрические зубчатые колеса z_5 и z_6 , винтовые колеса z_7 и z_8 , конические зубчатые колеса z_9 и z_{10} ; сменные цилиндрические зубчатые колеса a и b , c и d ходовому винту 3 . Вращательное движение ходового винта преобразуется в поступательное перемещение суппорта 2 с резцом.

Таблица 6.1

Условные графические обозначения элементов кинематических схем

Элементы схем	Графическое обозначение
Соединение стержня с опорой: a — шарнирное (с движением в плоскости чертежа); b — шарнирное (с шаровым шарниром)	
Подшипники скольжения: a — радиальный; b — радиально-упорный	
Соединение детали с валом с помощью вытяжной шпонки	
Муфты сцепления фрикционные: a — общее обозначение (без уточнения типа); b — односторонняя электромагнитная (общее обозначение); $в$ — односторонняя гидравлическая или пневматическая (общее обозначение); $г$ — конусная односторонняя; $д$ — дисковая односторонняя; $е$ — с колодками	

Элементы схем	Графическое обозначение
<p>Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа): <i>a</i> — радиальный; <i>b</i> — радиально-упорный</p>	
<p>Подшипники качения: <i>a</i> — радиальный роликовый (общее обозначение); <i>b</i> — радиальный самоустанавливающийся (общее обозначение); <i>в</i> — радиально-упорный (общее обозначение); <i>г</i> — радиально-упорный роликовый; <i>д</i> — радиально-упорный шариковый</p>	
<p>Соединение двух валов: <i>a</i> — глухое; <i>b</i> — с помощью предохранительной муфты</p>	
<p>Толкатели для кулачковых механизмов: <i>a</i> — пальцевый; <i>b</i> — тарельчатый; <i>в</i> — роликовый</p>	
<p>Цилиндр с поршнем: <i>a</i> — неподвижный с шатуном; <i>b</i> — качающийся</p>	
<p>Соединение коленчатого вала с шатуном</p>	
<p>Передачи зубчатые (цилиндрические): <i>a</i> — с прямыми зубьями; <i>b</i> — с косыми зубьями; <i>в</i> — с шевронными зубьями</p>	

Элементы схем	Графическое обозначение
Передачи зубчатые с пересекающимися валами (конические): <i>a</i> — с прямыми зубьями; <i>б</i> — со спиральными зубьями; <i>в</i> — с круговыми зубьями	

Кинематическая схема универсального круглошлифовального станка модели ЗУ131 показана на рис. 6.4. Станок предназначен для единичного, мелкосерийного и серийного производства. Заготовка может устанавливаться и крепиться в невращающихся центрах, патроне или планшайбе.

Движение исполнительных органов станка осуществляется от ряда электродвигателей посредством механических и гидравлических устройств. Шпиндель шлифовального круга получают вращение через клиноременную передачу 26—27 от электродвигателя 44. Вращение заготовки производится с помощью планшайбы от электродвигателя 41 через двухступенчатую клиноременную передачу (со шкивами 1, 2 и 5, 6). Натяжение ремней регулируют поворотом промежуточного вала в эксцентриковых опорах с помощью червячной передач 3—4. Частота вращения заготовки (регулирование бесступенчатое) $4 \dots 400 \text{ мин}^{-1}$.

Шпиндель приспособления для внутреннего шлифования получает вращение через ременную передачу 7—8 от электродвигателя 42.

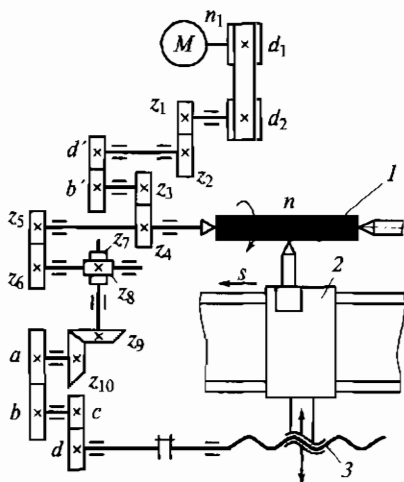


Рис. 6.3. Упрощенная кинематическая схема токарно-винторезного станка:

1 — заготовка; 2 — суппорт; 3 — ходовой винт

$M(41): N = 0,75 \text{ кВт}; n = 220 \dots 2000 \text{ мин}^{-1}$

$M(42): N = 1,1 \text{ кВт}; n = 2830 \text{ мин}^{-1}$

$M(43): N = 0,18 \text{ кВт}; M(44): N = 5,5 \text{ кВт}; n = 1450 \text{ мин}^{-1}$

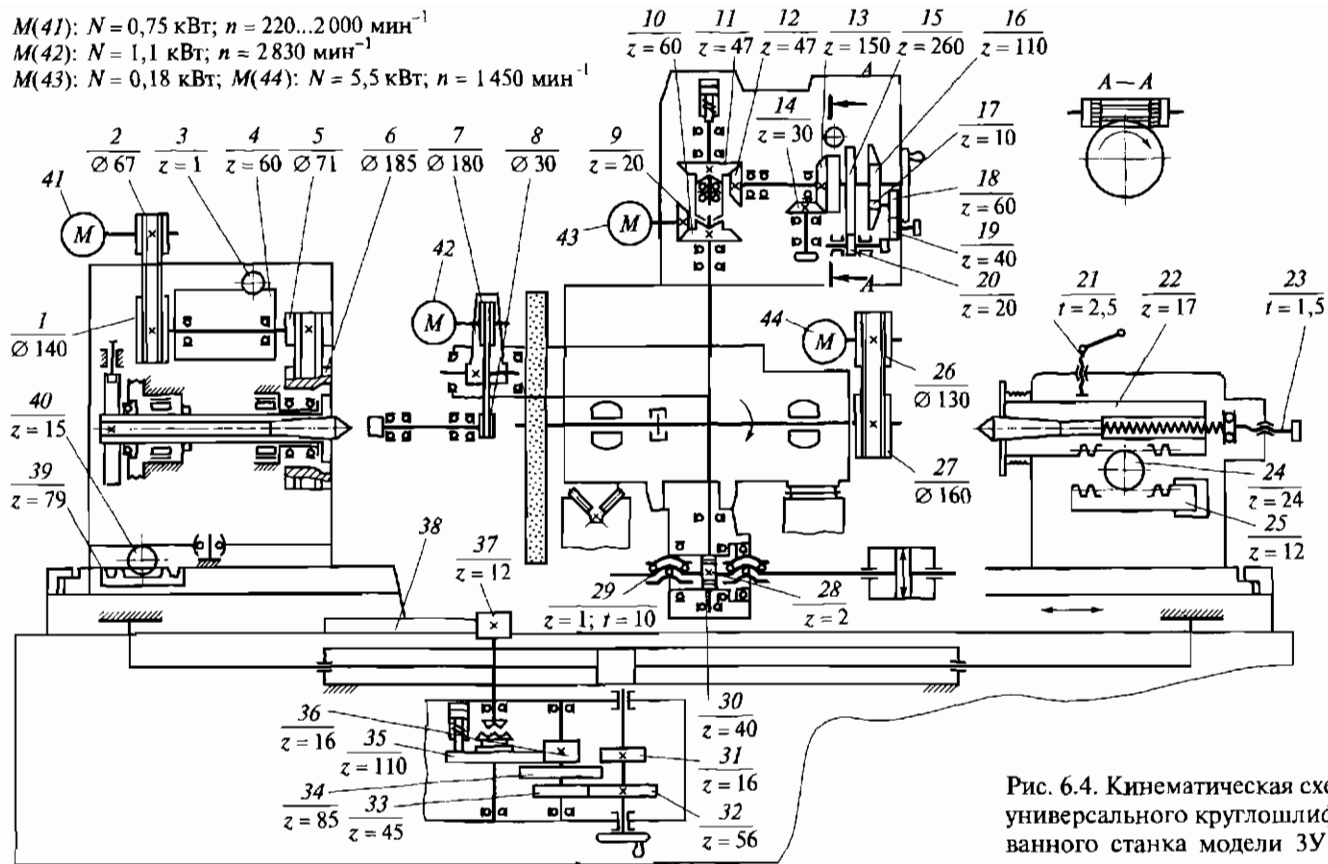


Рис. 6.4. Кинематическая схема универсального круглошлифованного станка модели 3У131

Электродвигатель 43 приводит в движение механизм быстрого перемещения шлифовальной бабки (для подвода ее к заготовке) посредством конической передачи 9—10, вертикального вала механизма подачи, соединенного с червяком 28, червячного колеса 30 и передачи типа «винт — гайка» 29. Электродвигатель 43 в крайних положениях шлифовальной бабки отключается с помощью упоров. Поперечная подача шлифовальной бабки осуществляется поворотом маховичка, вращение которого передается через коническую передачу 12—11, вертикальный вал и червячную передачу 28—30 винту передачи типа «винт — гайка» 29. Тонкая доводочная подача выполняется передачей вращения другого маховичка на вертикальный вал через конические передачи 14—13 и 12—11. Настроечные перемещения выполняются с помощью зубчатых передач 19—18, 17—16 и 20—15.

От маховичка через реечную передачу 37—38 и двухскоростной зубчатый редуктор (с зубчатыми колесами 31 и 34, 32 и 33, 36 и 35) осуществляется ручное перемещение стола. Меньшая скорость движения стола включается перемещением маховичка на себя. При этом выходят из зацепления колеса 32 и входят в зацепление колеса 31, 34. Пиноль 22 постоянно поджата пружиной, натяжение которой регулируют винтом 23. Пиноль зажимается рукояткой и винтом 21. Отвод пиноли выполняется гидроприводом посредством реечной передачи 25—24. Пиноль может также отводиться вручную накидной рукояткой. Поворотный корпус центрируется на оси основания через сферический подшипник. Поворот корпуса осуществляется вручную через передачу 39—40. Положение бабки фиксируется упорами

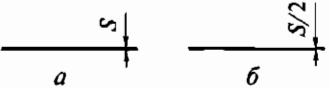



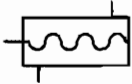



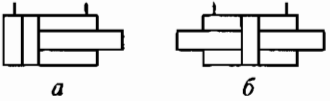
6.4. Гидравлические и пневматические схемы

Гидравлические и пневматические системы находят широкое применение, особенно в качестве систем управления устройствами, имеющими большие мощность, массу и скорость. Процесс наладки и выявления дефектов в таких устройствах осуществляется значительно проще, чем, например, в электрических системах, так как гидро- и пневмосистемы регулируют по показаниям только одного прибора — манометра. Рабочей жидкостью в гидросистемах служат минеральные масла (индустриальные 12 и 20).

Принципиальные гидравлические и пневматические схемы чаще всего используют при описании кинематики работы приводов станков.

В принципиальных схемах, показывающих принцип работы установки, полный состав элементов и связи между ними, элементы изображают условными графическими обозначениями, приведенными в табл. 6.2. В случае необходимости (например, для

**Условные графические обозначения элементов гидравлических
и пневматических схем**

Элементы схемы	Графическое обозначение
Трубопровод: <i>a</i> — всасывания, напора, слива; <i>б</i> — управления	
Бак (резервуар)	
Насос с постоянным направлением потока	
Насос шестеренчатый	
Насос винтовой	
Насос ротационный лопастной	
Фильтр для жидкости или воздуха	
Гидродвигатель (общее обозначение)	
Цилиндр двустороннего действия: <i>a</i> — с односторонним штоком; <i>б</i> — с двусторонним штоком	

Элементы схемы	Графическое обозначение
Дроссель	
Обратный клапан	
Соединение трубопроводов	
Перекрещивание трубопроводов	
Трубопровод подвода под давлением жидкости или воздуха (газа)	
Трубопровод слива жидкости	
Распределитель $\frac{4}{3}$ с управлением от двух электромагнитов	
Распределитель $\frac{4}{2}$ с управлением: а — от рукоятки с фиксатором; б — от электромагнита с пружинным возвратом	

простоты, выразительности или удобства чтения схемы) допускается применение на схемах конструктивно-схематических изображений отдельных устройств и аппаратов.

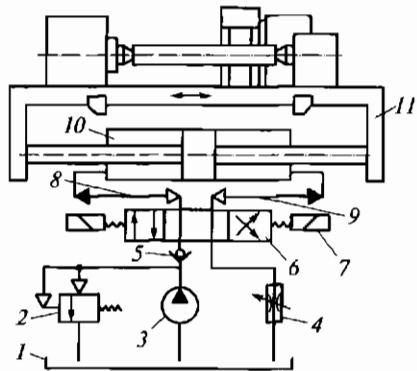
Элементы в схеме нумеруют (начиная с единицы) в направлении потока жидкости или воздуха.

Чтение схемы начинают с элемента, обозначенного цифрой 1, и идут по порядку номеров, присвоенных элементам (но не трубопроводам).

В качестве примера рассмотрим работу гидравлического привода стола круглошлифовального станка (рис. 6.5). Масло из резервуара 1 насосом 3 подается через обратный клапан 5 в гидрораспределитель (золотник) б. Оттуда по трубопроводу 8 оно поступает в

Рис. 6.5. Схема гидравлического привода стола круглошлифовального станка:

1 — резервуар; 2 — предохранительный клапан; 3 — насос; 4 — гидродроссель; 5 — обратный клапан; 6 — гидрораспределитель; 7 — соленоид; 8, 9 — трубопроводы; 10 — гидроцилиндр; 11 — стол



левую полость гидроцилиндра 10, двусторонний шток которого связан со столом 11. Происходит перемещение стола слева направо, в результате чего масло из правой полости гидроцилиндра по трубопроводу 9 через гидродроссель 4 возвращается в резервуар 1. Для перемещения стола справа налево соленоид 7 переключает гидрораспределитель 6. Предохранительный клапан 2 служит для выпуска масла при недопустимом повышении давления в системе.

Для подачи рабочей жидкости в гидравлическую систему применяют шестеренчатые, пластинчатые и поршневые насосы. Для контроля и регулирования количества и давления масла используют различные контрольно-регулирующие устройства, обратные, предохранительные, редукционные клапаны, дроссели, регуляторы скорости и т. д.

Контрольные вопросы

1. Какие передачи называют фрикционными?
2. В каких случаях применяют ременную передачу?
3. Какие схемы называют кинематическими?
4. В каких случаях используют гидравлические и пневматические схемы?
5. Какое механическое устройство называют машиной?
6. Что такое механизм?
7. Какие виды передач относятся к зубчатым?
8. Из каких элементов состоит цепная передача?

ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ

7.1. Нормативные документы электромонтажника

Нормативные документы устанавливают правила, обязательные при проектировании, инженерных изысканиях, выполнении строительных и монтажных работ в ходе строительства новых, реконструкции, расширении или техническом перевооружении действующих предприятий, зданий и сооружений, а также при производстве строительных конструкций, изделий и материалов. Соблюдение требований правил и норм обеспечивает необходимые технический уровень, качество, экономичность, надежность, долговечность и удобство в эксплуатации сооружений, а также способствует сокращению сроков строительства. Нарушение правил и норм может привести к поражению людей электрическим током, авариям, пожарам, взрывам.

Документация на строительство предприятий, зданий и сооружений разрабатывается в соответствии с требованиями СНиП 11-01-95 и СП 11-101-95.

Электромонтажники особенно хорошо должны знать и соблюдать правила организации и производства работ по монтажу и наладке электротехнических устройств, приведенные в СНиП 3.05.06-85 «Электротехнические устройства», а также Правила устройства электроустановок (ПУЭ).

Обозначение СНиП 3.05.06-85 расшифровывается так: СНиП — строительные нормы и правила; 3 — часть 3 СНиП «Организация, производство и приемка работ»; 05 — группа 5 части 3 СНиП; 06 — порядковый номер данного документа в группе 5 части 3 СНиП; цифры 85 — последние цифры года утверждения документа — 1985.

Строительные нормы (СН) и ПУЭ являются общероссийскими нормативными документами. Они обязательны для исполнения всеми министерствами и ведомствами, а также организациями, учреждениями и предприятиями, осуществляющими монтаж, эксплуатацию и ремонт электроустановок и электрических сетей, независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности.

При производстве работ электромонтажники должны также соблюдать требования ведомственных (отраслевых) строительных

норм по монтажу отдельных видов электроустановок и требования, приведенные в технической документации предприятий — изготовителей электрооборудования.

Безопасность труда электромонтажника во многом зависит от соблюдения им требований, изложенных в Межотраслевых правилах по охране труда при эксплуатации электроустановок, введенных в действие с 01.07.2001 г., и ГОСТ 12.3.032—84 «Работы электромонтажные. Общие требования безопасности». Здесь 12 — шифр системы стандартов безопасности труда (ССБТ); 3 — шифр подсистемы; 032 — порядковый номер в подсистеме; 84 — последние цифры года утверждения стандарта.

7.2. Рабочая документация электромонтажника

Работы по строительству зданий и сооружений, монтажу технологического, санитарно-технического, электротехнического оборудования, систем автоматики и слаботочных устройств выполняют в соответствии со специально разрабатываемой на каждый объект проектно-сметной документацией. При строительстве промышленных объектов рабочие чертежи должны содержать комплекты архитектурно-строительной, санитарно-технической, электротехнической и технологической документации.

При электромонтажных работах используют рабочие чертежи электротехнической части проекта, включающие в себя техническую документацию на внешние и внутренние электрические сети, подстанции и другие устройства электроснабжения, силового и осветительного электрооборудования. Как правило, при разработке рабочих чертежей электротехнической части проекта предусматривается электромонтаж, основанный на комплектно-блочном методе с установкой электрооборудования укрупненными узлами. При этом методе не нужно в процессе установки выполнять операции правки, сверления, регулировки, резки и др. Принимая рабочую документацию, следует обращать внимание на учет в ней требований индустриализации монтажных работ, а также механизации работ по прокладке кабелей, такелажу узлов и блоков электрооборудования и их установке.

При разработке проектной документации учитывают требования технологии электромонтажного производства той организации, которая будет вести монтаж. В монтажной зоне (непосредственно на месте установки оборудования и прокладки электросетей в цехах, зданиях) монтажные работы заключаются в установке крупных блоков электротехнических устройств, сборке узлов и прокладке сетей. Рабочие чертежи должны быть скомплектованы отдельно для заготовительных работ, т.е. для заказа бло-

ков и узлов на предприятиях-изготовителях или в мастерских электромонтажных заготовок (МЭЗ), и для монтажа электротехнических устройств в монтажной зоне.

Проект должен предусматривать сведение к минимуму дыропробивных работ в процессе монтажа. Проемы, ниши, отверстия для электромонтажа должны быть заложены в чертежах архитектурно-строительной части проекта. Каналы или трубы для прокладки проводов, ниши, гнезда с закладными деталями для установки распределительных шкафов, штепсельных розеток, выключателей, кнопок следует предусматривать в рабочих чертежах строительных конструкций (железобетонных, гипсобетонных, керамзитобетонных панелях перекрытия, стеновых панелях).

Для монтажа силового электрооборудования разрабатывают поэтажные планы здания и цехов с указанием на них трасс прокладки питающих и распределительных силовых сетей и размещения шинопроводов, силовых питающих пунктов и шкафов, электроприемников и пускорегулирующих аппаратов. Для монтажа электрического освещения разрабатывают чертежи с указанием и координацией (привязкой) питающих и групповых сетей, светильников и щитков.

Для производственных помещений со сложными коммуникациями при открытой или скрытой прокладке больших потоков труб электропроводок разрабатывают план разводки труб с маркировкой, привязкой и отметкой их выходов, а также мест заложения по трассе.

Чертежи машинных залов и распределительных устройств подстанций должны содержать план и разрезы объекта с указанием размещения узлов и блоков электрооборудования, прокладки сетей заземления, принципиальные и монтажные схемы главных и вторичных цепей, кабельные журналы.

Электромонтажное подразделение получает от заказчика проектную документацию и заказывает изготовление блоков и узлов электроустановок на предприятиях-изготовителях и на базах монтажных организаций.

На рабочих чертежах, передаваемых монтажной организации, ставят штамп или надпись «Разрешен к производству», рядом с которой расписывается ответственный представитель заказчика. Кроме того, заказчик передает монтажной организации схемы и инструкции по монтажу, поступившие от предприятий — изготовителей оборудования.

Электромонтажные работы выполняют в соответствии с проектом производства работ (ППР), предусматривающими: проверку технологичности устанавливаемых в проектное положение электромонтажных и электротехнических конструкций, подбор существующих приспособлений и устройств для безопасного выполнения работ.

Конструкции монтируемых элементов рассматривают с точки зрения удобства и безопасности их монтажа, а также возможности применения необходимых средств механизации. Далее выбирают грузоподъемные краны и другие машины для работы монтажников, определяют места их размещения и схемы движения на строительной площадке. В зоне работы машин определяют места установки знаков безопасности и предупредительных надписей.

7.3. Требования к зданиям и сооружениям, сдаваемым для производства электромонтажных работ

В целях повышения качества и сокращения сроков монтажа большое внимание уделяют приемке помещений и сооружений, сдаваемых для производства электромонтажных работ. Согласно требованиям СНиП приемку объектов с составлением актов, разрешающих производство электромонтажных работ, осуществляет специальная комиссия. Выполнение электромонтажных работ без приемки помещений часто приводит к повреждениям смонтированных электротехнических устройств или удлинению сроков ввода их в эксплуатацию.

К помещениям для средних и крупных электрических машин при приемке под монтаж предъявляют следующие требования: все строительные и отделочные работы должны быть закончены до начала электромонтажа; опалубки, излишние леса и строительный мусор должны быть убраны; кабельные каналы для предотвращения травмирования работающих должны быть очищены, осушены и накрыты щитами.

По проектной документации и во время непосредственного осмотра проверяют наличие в помещениях проемов для доставки электрических машин в сборе или их наиболее крупных частей, а в перекрытиях над подвальной частью помещений — наличие люков, обеспечивающих перемещение наиболее крупных частей электрических машин и механического оборудования. Размеры помещений должны обеспечивать возможность выполнения монтажа и демонтажа электрических машин, доступ к машинам во время их обслуживания и т.п. Высота помещения должна позволять свободно пронести машину в сборе (при крайнем верхнем положении крюка мостового крана) или ее наиболее крупные части над другими установленными машинами.

Фундаменты под электромонтаж принимают только при полном соответствии их проектным геометрическим размерам и схеме расположения закладных деталей и отверстий. Отклонения размеров не должны превышать: +30 мм — в плане, -30 мм — по высотным отметкам поверхности фундамента (без учета высоты подливки), -20 мм — по отметкам уступов в выемках и колодцах;

+20 мм — по габаритным размерам колодцев; ± 5 мм — по осям анкерных болтов в плане; ± 10 мм — по осям закладных устройств в плане; +20 мм — по отметкам верхних торцов анкерных болтов.

Приемку готовности фундаментов оформляют актом, который подписывают представители строительной организации и технадзора заказчика. К акту прилагают формуляр на фундамент с указанием:

проектных и фактических отметок поверхности и основных размеров фундамента;

проектных и фактических привязочных размеров и отметок анкерных колодцев;

привязки главных осей фундамента;

расположения и отметок реперов, заложенных в фундамент;

расположения металлических планок, заложенных в фундамент или закрепленных на конструкциях здания, и скоб, фиксирующих главные оси фундамента.

В помещениях распределительных устройств (РУ), сдаваемых под монтаж, контролируют размеры постоянных или временных монтажных проемов, проверяют возможность монтажа блоков для прокладки токопроводов.

При контроле закладных деталей, заделанных в строительные основания РУ, проверяют (сравнивая с проектными) следующие расстояния: между закладными деталями и стенами помещения; между закладными деталями одного щита; между закладными деталями разных щитов при многорядном размещении; между закладными деталями в проходах одного ряда. При нижнем токопроводе проверяют соответствие проектным данным привязки труб в плоскости основания каждого шкафа или панели, ширину и длину проемов вдоль щитов, возможность закрепления труб для прохода кабелей в проемах и размеры приемников для подключения кабелей, прокладываемых в кабельном канале.

Требования к другим конструктивным элементам помещений РУ аналогичны рассмотренным ранее требованиям к помещениям для средних и крупных машин.

Перед началом монтажа проверяют правильность хранения панелей и шкафов, демонтированных реле, приборов и шин, комплектность поставленного оборудования и соответствие его проекту. На поверхности панелей и шкафов не должно быть трещин, вмятин и повреждений лакокрасочного покрытия. Двери шкафов должны открываться свободно, без больших усилий, на угол не менее 120° .

Закрытые распределительные устройства (ЗРУ) и подстанции принимают под монтаж, если выполнены следующие условия: в здании сделаны кабельные каналы; заделаны швы, стыки, борозды, углубления в строительных основаниях и конструкциях; произведены побелка и окраска стен и потолков;

нанесены отметки чистого пола и чистых стен в необходимых местах каждого этажа; кабельные каналы перекрыты съемными плитами или листами рифленой стали; установлены закладные конструкции и детали для крепления комплектных устройств и аппаратов; площадки перед помещением ЗРУ спланированы для беспрепятственного транспортирования оборудования и производства такелажных работ.

Качество строительной части ЗРУ и подстанций оценивают руководствуясь утвержденным проектом и исполнительной документацией, актами промежуточных приемок отдельных конструктивных элементов и видов работ. При этом обязательно учитывают акты на скрытые работы, данные журналов работ, паспортов и сертификатов на установленные строительные конструкции, результаты обмера и внешнего осмотра.

В процессе приемки ЗРУ и подстанций под монтаж электрооборудования контролируют наличие постоянных или временных монтажных проемов, размеры которых зависят от габаритных размеров электрооборудования, оценивают качество штукатурных и отделочных работ, полов и водонепроницаемости кровли. Проверяют, соответствуют ли проекту конфигурация, ширина и глубина кабельных каналов. При осмотре полов учитывают, что некоторые материалы выделяют цементную пыль, присутствие которой в действующих электроустановках недопустимо (бетонные шлифованные полы с мраморной или гранитной крошкой не образуют цементной пыли). Водонепроницаемость кровли проверяют во время осмотра помещений после дождя.

Открытые распределительные устройства (ОРУ) принимают под монтаж электрооборудования, если выполнены следующие условия: установлены, выверены и окончательно закреплены все металлические и железобетонные конструкции; сооружены фундаменты под оборудование, кабельные каналы и лотки с перекрытиями, железнодорожные пути, автодороги и подъезды; устроено постоянное или временное ограждение территории; территория спланирована с проектными уклонами для пропуска ливневых вод.

При приемке ОРУ под монтаж руководствуются рабочими чертежами и исполнительной документацией, актами промежуточных приемок отдельных конструктивных элементов и видов работ, данными журналов работ, паспортов и сертификатов на установленные строительные конструкции, результатами обмера и внешнего осмотра.

Перед осмотром строительных конструкций ОРУ изучают указанные ранее документы. После этого оценивают состояние поверхности железобетонных опорных конструкций, проверяют соответствие фактических маркировок, нанесенных на элементах, данным паспортов.

Требования, предъявляемые к состоянию поверхности, зависят от способа армирования железобетона при изготовлении конструкций.

Железобетонные изделия, изготовленные из ненапряженного бетона, проверяют на отсутствие обнаженной арматуры, раковин и выбоин размером более 10 мм по длине, ширине и глубине. На 1 м длины железобетонного изделия может приходиться не более одной усадочной трещины шириной не более 0,005 мм и длиной не более 1/4 окружности (периметра).

Поверхность центрифугированных железобетонных опор из ненапряженной арматуры проверяют на отсутствие трещин. Трещины размером до 0,2 мм допускаются, если их число на 1 м опоры не превышает шести; число трещин размером менее 0,2 мм (волосяные) не нормируется.

Фундаменты трансформаторов под монтаж принимают одновременно с трассой для перевозки трансформатора. Трассу считают готовой при следующих условиях: ширина проезжей части от места разгрузки на станции железной дороги составляет не менее 4,5 м, ее продольные уклоны — не более 6° (на участках до 0,5 км — 7°), поперечные уклоны на прямых участках — не более 2,5°, на виражах — 3,5°, радиусы кривых участков проезжей части для автомобилей и прицепов-тяжеловозов — не менее 30 м, для саней — 10 м; искусственные сооружения (мосты, дамбы, трубы) имеют достаточную грузоподъемность для безопасного провоза трансформатора.

Затем проверяют пути, используемые для передвижения трансформатора на собственных катках. Показателями их оценки являются горизонтальность, надежность креплений рельсов к шпалам и фундаментам, наличие полного комплекта подкладок, соединителей и болтов.

В процессе приемки на территории ОРУ также контролируют: выход маслоприемника за габаритные размеры трансформатора; объем маслоприемника и возможность отвода масла из него в маслосборник; отсутствие засорения маслопровода; наличие металлических решеток, перекрывающих заглубленный маслоприемник без отвода масла, и насыпанного поверх них толщиной не менее 0,25 м слоя чистого гравия или промытого гранитного щебня либо непористого щебня другой породы с частицами размером 30...70 мм. Бортовые ограждения незаглубленного маслоприемника должны иметь высоту не менее 0,25 м и не более 0,5 м над проектной отметкой планируемой поверхности.

При приемке под монтаж камер масляных трансформаторов убеждаются в окончании всех строительных работ. Должны быть завершены: побелка помещения; устройство вентиляционных отверстий и закрытие их жалюзийными решетка-

ми с сетками; настилка полов с уклоном в сторону маслоприемника; навешивание ворот. При размещении в камере трансформаторов, содержащих более 600 кг масла, ворота, открываемые в производственные или другие помещения, не относящиеся к данной подстанции или находящиеся между отсеками взрывных коридоров и РУ, должны быть выполнены из негорючих материалов. В остальных случаях они могут быть деревянными.

Кроме того, в камерах проверяют: наличие направляющих и их соответствие конструкции катков трансформатора, надежность крепления направляющих к основанию, наличие устройства (крюк, анкер) для втягивания трансформатора в камеру, размещение проемов и устройств для токоподвода.

В закрытых отдельно стоящих, пристроенных и встроенных в производственные помещения подстанциях и камерах с трансформаторами, имеющими более 600 кг масла, проверяют наличие пандуса или порога из негорючего материала в дверном проеме камеры или проеме вентиляционного канала. Пандус или порог должен быть рассчитан на удержание 20 % объема масла трансформатора.

7.4. Индустриализация электромонтажных работ

Одним из важнейших направлений технического прогресса в монтажном производстве является индустриализация. Она предусматривает две основные цели:

перенос максимальных объемов монтажных работ из монтажной зоны на заводы и производственные базы монтажных организаций, так как именно там могут быть обеспечены наиболее производительные методы работ с применением совершенных станков и приспособлений;

подготовку параллельно с производством строительных работ электрооборудования, электроконструкций и электропроводок, комплектованных в укрупненные блоки и узлы.

Индустриализация обеспечивает ускорение темпов монтажных работ и снижение их стоимости. Кроме того, массовое заводское производство комплектных крупноблочных устройств и узлов улучшает качество смонтированных из них электроустановок по сравнению с электроустановками, монтируемыми на месте из оборудования и материалов, поставляемых россыпью в монтажную зону.

Кроме того, применение крупноблочных устройств и монтажных узлов облегчает эксплуатацию электрохозяйств предприятий. Наконец, крупноблочные комплектные устройства сокращают объем строительных работ, так как они во многих случаях могут

быть установлены непосредственно в цехах, т. е. не требуют постройки специальных помещений.

Специализированные электромонтажные организации (компании, предприятия, холдинги) выпускают широкий ассортимент крупноблочных комплектных устройств: комплектные распределительные устройства (КРУ); комплектные трансформаторные подстанции (КТП); комплектные преобразовательные подстанции (КПП); комплектные выпрямительные подстанции на полупроводниках (КВП); комплектные конденсаторные установки (ККУ); комплектные щиты управления механизмами с магнитными станциями, скомплектованными с резисторами в стальных шкафах; распределительные силовые и осветительные пункты; распределительные и магистральные токопроводы и пр.

Универсальные сборные электромонтажные конструкции, (УСЭК) применяют в мастерских или непосредственно на объектах. Без сварки и сверления из них собирают кронштейны, подвесы, закрепы и другие элементы для установки или прокладки различных по назначению электротехнических устройств и коммуникаций — шинопроводов, лотков, коробов, осветительной арматуры и др. Металлоконструкции собирают с помощью обычных металлических крепежных изделий или клиновых соединений. Номенклатура изделий УСЭК включает в себя детали 35 типоразмеров: скобы, уголки, основания, патрубки, профили, полосы, шарниры, прижимы и др.

Электромонтажные конструкции изготавливают из элементов УСЭК по типовым альбомам. При этом сокращается до минимума механическая обработка, исключаются процессы сварки и нанесения покрытий. Наличие в номенклатуре клиновых соединителей облегчает выполнение соединений.

Благодаря универсальности УСЭК значительно упрощается процесс электромонтажных работ, сокращаются сроки их проведения, повышается производительность труда.

Для крепления кабелей, труб и пучков проводов на перфорированных профилях и полосах, а также для стягивания в пакет нескольких изолированных проводов применяют различные пряжки, полоски и ленты.

Монтажную ленту ЛМ изготавливают шириной 10 и 15 мм с расстояниями между отверстиями 10 и 15 мм. Диаметр отверстий составляет соответственно 2,2 и 3 мм. Лента выдерживает растягивающую силу 120 Н, направленную вдоль ее оси. Ленту поставляют в виде комплекта, в который входят 1 000 м ленты и 1 500 кнопок (ГОСТ 17563—80).

Кроме того, применяются стяжные зубчатые ленты из термопластичных материалов (ГОСТ 22612.1—77 и ГОСТ 22612.2—77) для формирования жгутов из проводов, маркировки и крепления на конструкциях.

Крепление проводов, кабелей и труб различных диаметров непосредственно на конструкциях выполняют также с помощью скоб, хомутов и накладок из стали и пластмассы.

Как уже отмечалось, задача индустриализации монтажных работ заключается в том, чтобы за счет получения с заводов и предварительной заготовки крупноблочных комплектных устройств и монтажных узлов максимально свести монтаж к их сборке. В этом большую роль играют группы подготовки производства в системе монтажных организаций.

Если такие типовые крупноблочные устройства, как КРУ, КТП, щиты, могут быть предусмотрены в проекте, то укрупнение узлов силовых и осветительных сетей применительно к специфике данного производства осуществляется путем разработки чертежей группами подготовки производства и выполняется в монтажных организациях.

В последнее время крупные электротехнические компании, например «Интерэлектрокомплект», «ОЭК—Энерго», «Флавир», «Электрошит», «Тяжпромэлектро», разрабатывают типовые монтажные узлы различных видов электропроводок с применением заводских монтажных изделий. Выпущено большое число проектных альбомов таких узлов, которые не только сокращают объем проектных работ, но и значительно облегчают работу групп подготовки производства и предварительную сборку укрупненных монтажных узлов в мастерских монтажных организаций.

Одним из основных принципов внедрения индустриальных методов работ является организация монтажа в две стадии.

Первая стадия предусматривает производство всех подготовительных и заготовительных работ. На этой стадии внутри сооружений и зданий выполняют монтаж опорных конструкций для установки электрооборудования, прокладки кабелей, проводов, шинопроводов, троллеев; монтаж стальных и пластмассовых труб для электропроводок; прокладку проводов скрытой проводки до штукатурных и отделочных работ. Вне зданий и сооружений выполняют монтаж кабельных сетей и сетей заземления. Перечисленные работы в сооружениях и зданиях осуществляют по совмещенному графику, т.е. совместно с проведением основных строительных работ. На этой же стадии в мастерских заготавливают узлы и пакеты силовых и осветительных электропроводок, собирают блоки электрооборудования, производят предварительную регулировку электрооборудования, проверяют и испытывают аппаратуру и машины на стендах и т.п.

На второй стадии монтируют электрооборудование (укрупненные узлы и блоки), прокладывают кабели и провода (узлы и пакеты), шинопроводы, подключают кабели и провода к выводам электрооборудования. В электротехнических помещениях (ЗРУ, машинных залах, помещениях распределительных щитов, постов и стан-

ций управления, камерах трансформаторов, кабельных полуэтажах, туннелях и каналах) работы второй стадии выполняют после завершения комплекса общестроительных, отделочных работ и монтажа санитарно-технических устройств.

В других (производственных неэлектротехнических) помещениях и зонах, в том числе пролетах цехов, электромонтажные работы второй стадии выполняют после установки технологического оборудования, монтажа технологических, санитарно-технических трубопроводов и вентиляционных коробов. Электромонтажные работы второй стадии, выполняемые одновременно с работами смежных специализированных организаций, осуществляют в последовательности, установленной сводным сетевым графиком, в котором учтены вопросы техники безопасности при совместном выполнении работ разными организациями.

7.5. Электромонтажные материалы и изделия

В процессе монтажа и ремонта электроустановок применяют материалы и изделия, которые условно подразделяют на следующие группы: конструкционные материалы; трубы и рукава; провода, шнуры и электрические кабели; электроизоляционные и окрасочные материалы; монтажные и электроустановочные изделия.

Конструкционные материалы применяют при изготовлении корпусов шкафов, щитов, пультов и щитков. Из листовой стали (листогнутые конструкции) на листогибочных установках или прессах получают различные профили в виде уголков, корыт, а также Z-образной и других форм.

Холодногнутую профильную (угловую, корытную) и листовую сталь применяют для различных типовых поддерживающих конструкций (рам, кронштейнов, скоб), изготавливаемых в условиях завода или МЭЗ. Конструкции, выполненные из листовой и холодногнутой профильной стали, как правило, значительно легче, менее трудоемки в изготовлении и больше отвечают требованиям современной эстетики по сравнению со сварными каркасными конструкциями из фасонной стали горячего проката.

Угловую, швеллерную, тавровую фасонную сталь горячего проката в настоящее время применяют в основном для изготовления рам и других поддерживающих конструкций индивидуального назначения. Полосовую и круглую сталь используют для выполнения сетей заземления и изготовления простых конструкций небольшого размера.

Сетчатые ограждения токоведущих частей выполняют из стальной плетеной одинарной сетки (диаметр проволоки 1...2 мм) с квадратными ячейками размером 10 и 20 мм.

Металлические и пластмассовые трубы, гибкие металлические рукава применяют в основном для электропроводок.

Провода и электрические кабели представляют собой изделия, содержащие одну или несколько изолированных жил, покрытых, как правило, защитной оболочкой.

Оболочки изготовляют из резины, пластмассы или металлических лент с фальцованным швом. Провода, имеющие внешнюю защитную оболочку, называют защищенными. Некоторые провода изготовляют в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом.

Провода и кабели различаются числом жил (у силовых — от 1 до 4 жил с площадью сечения от 0,75 до 800 мм², у контрольных — от 1 до 61 жилы с площадью сечения от 0,75 до 10 мм²) и номинальным напряжением, на которое они рассчитаны. Стандартными являются следующие площади сечения жил: 0,5, 0,75, 1, 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300, 400, 500, 625 и 800 мм². Провода изготовляют с изоляцией, рассчитанной на напряжение 380, 660 и 3 000 В переменного тока, кабели — на все напряжения. Провода для электрических сетей напряжением до 1 000 В называют установочными.

Если в марке провода первой стоит буква А, значит токопроводящая жила выполнена из алюминия; отсутствие в марке провода буквы А означает, что токопроводящая жила из меди. Вторая буква (или первая при отсутствии в начале марки А) П означает «провод», а третья (или вторая при отсутствии А) указывает материал изоляции (например, Р — резина, В — поливинилхлорид, П — полиэтилен, Н — неопрен). В марках проводов могут быть также буквы, характеризующие другие их конструктивные особенности: О — наличие оплетки; Т — провод предназначен для прокладки в трубах; П — ПРОВОД плоский; Ф — наличие металлической фальцовой оболочки; Г — провод гибкий и т. д. Заземляющая жила имеет зелено-желтую окраску.

Марки некоторых проводов, применяемых для монтажа и ремонт электропроводок, приведены в табл. 7.1.

Кроме проводов, перечисленных в табл. 7.1, выпускают провода и других марок, например ПРД — осветительные с резиновой изоляцией в хлопчатобумажной оплетке, ПРВД и НУМ — то же в поливинилхлоридной оболочке с площадью сечения 0,75...6 мм² и др.

Незащищенные изолированные провода, наиболее часто используемые в электропроводах, показаны на рис. 7.1.

Защищенные провода марок АПРН, ПРИ, ПРГН, ПРВД, АВТ, АВТУ, АВТВ, АВТВУ, АПРФ и ПРФ используют в электропроводах в случае невозможности применения защищенных проводов. При выборе марки провода учитывают способ прокладки, характера помещений и воздействие окружающей среды.

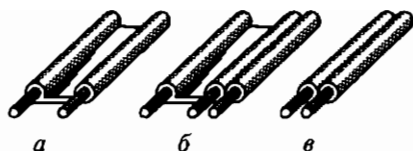
Основные технические данные установочных проводов на переменное напряжение 660 В или постоянное напряжение 1 000 В

Марка, число жил	Площадь сечения жилы, мм ²	Характеристика конструкции провода	Область применения
ПРТО 1 2; 3 7	1 ... 120 1,5 ... 10 1,5 ... 2,5	С медными жилами, резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнилостным составом	Для прокладки в несгораемых трубах
АПРТО 1; 2 3; 7	2,5 ... 10 2,5	То же, с алюминиевыми жилами	То же
ПРН 1	1,5 ... 120	С медной жилой, резиновой изоляцией, в несгораемой резиновой оболочке	Для прокладки в сухих и сырых помещениях, пустотных каналах несгораемых конструкций, а также на открытом воздухе
АПРН 1	2,5 ... 120	То же, с алюминиевой жилой	То же
ПРГН 1	1,5 ... 120	Гибкий, с медной жилой, резиновый изоляцией, в несгораемой резиновой оболочке	Для прокладки, требующей повышенной гибкости при монтаже и для соединения подвижных частей электрических машин в сухих и сырых помещениях, а также на открытом воздухе
ПРИ 1	0,75 ... 120	С медной жилой, резиновой изоляцией, обладающей защитными свойствами	Для прокладки в сухих и сырых помещениях

АПРИ 1	2,5...120	То же, с алюминиевой жилой	То же
ПРГИ 1	0,75...120	Гибкий, с медной жилой, резиновой изоляцией, обладающей защитными свойствами	Для прокладки, требующей повышенной гибкости при монтаже и для соединения подвижных частей электрических машин в сухих и сырых помещениях
АППВ 2; 3	2,5...6	Плоский с алюминиевыми жилами, поливинилхлоридной изоляцией, с разделительным основанием	Для монтажа осветительных сетей, силовых цепей машин и станков и для неподвижной открытой прокладки. Номинальное напряжение 380 В переменного тока
ППВ 2; 3	0,75...4	То же, с медными жилами	То же
АППВС 2; 3	2,5...6	С алюминиевыми жилами, поливинилхлоридной изоляцией, без разделительного основания	Для неподвижной скрытой прокладки под штукатуркой, для прокладки в трубах и пустотных каналах несгораемых строительных конструкций. Номинальное напряжение 380 В переменного тока

Рис. 7.1. Плоские провода:

а — двухжильные марок АППВ, ППВ, АППР; *б* — трехжильные тех же марок; *в* — двухжильные марок АППВС, ППВС



Для обеспечения надежного присоединения проводов к зажимам электроаппаратов и других устройств или качественного припаивания проводов к контактным лепесткам слаботочной и электронной аппаратуры в целях получения надежного электрического контакта, концы проводов соответствующим образом обрабатывают, т. е. оконцовывают (рис. 7.2).

Способ оконцовывания проводов зависит от площади их сечения и метода присоединения к электрическим аппаратам. Жесткие провода с площадью сечения до 6 мм^2 и гибкие провода с площадью сечения до $2,5 \text{ мм}^2$ могут быть оконцованы без применения кабельных наконечников. В этом случае провод оконцовывают под плоский зажим в виде стержня, с конца провода снимают изоляцию на длине 10 мм от края, жилу гибкого провода скручивают в стержень и лудят или опрессовывают. Опрессовку можно производить с помощью пресс-клещей, в которых закреплены гребенчатая матрица и пуансон (см. гл. 8).

Гибкие провода с площадью сечения более 4 мм^2 , а также жесткие провода площадью сечения более 10 мм^2 необходимо оконцовывать кабельными наконечниками, тип которых выбирают в зависимости от конструкции зажима.

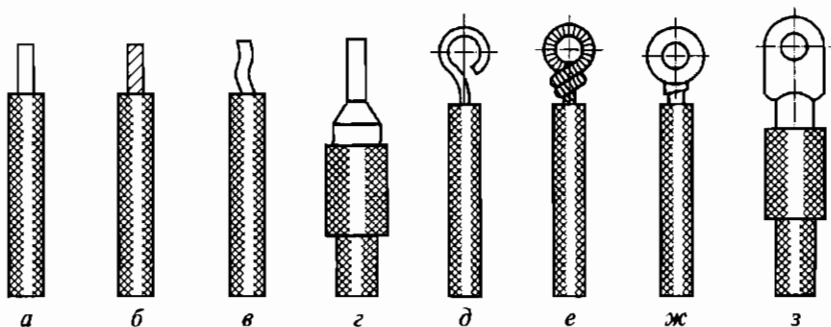


Рис. 7.2. Оконцование проводов:

а—г — под плоский зажим в виде стержня (*а* — жесткого провода; *б* — гибкого провода с лужением жилы; *в* — то же, с опрессовкой жилы; *г* — с помощью кабельного наконечника в точного исполнения); *д—з* — под винтовой зажим в виде кольца (*д* — жесткого провода; *е* — гибкого провода; *ж* — с применением кольцевого наконечника; *з* — с помощью кабельного наконечника кольцевого исполнения)

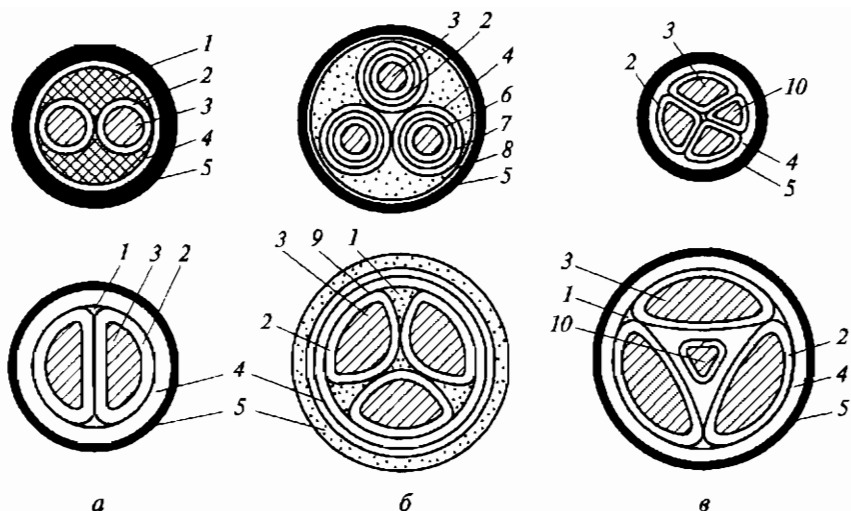


Рис. 7.3. Конструкция силовых кабелей:

a — двухжильные кабели с круглыми и сегментными жилами; *б* — трехжильные кабели с поясной изоляцией и отдельными оболочками; *в* — четырехжильные кабели с нулевой жилой секторной и треугольной форм; 1 — заполнитель; 2 — изоляция жилы; 3 — токопроводящая жила; 4 — оболочка; 5 — наружный защитный покров; 6 — экран на токопроводящей жиле; 7 — экран на изоляции жилы; 8 — бронепокров; 9 — поясная изоляция; 10 — нулевая жила

Основными элементами силовых кабелей являются токопроводящие жилы, изоляция, оболочки и защитные покровы. Кроме того, в конструкцию кабеля могут входить экраны, жилы защитного заземления и заполнители (рис. 7.3).

Силовые кабели подразделяют:

по роду металла токопроводящих жил — на кабели с алюминиевыми и медными жилами;

роду материалов, которыми изолируют токопроводящие жилы, — на кабели с бумажной, пластмассовой и резиновой изоляцией;

роду защиты изоляции жил кабелей от влияния внешней среды — на кабели в металлической, пластмассовой и резиновой оболочках;

способу защиты от механических повреждений — на бронированные и небронированные;

числу жил — на одно-, двух-, трех-, четырех- и пятижильные.

Марка кабеля состоит из букв, характеризующих конструкцию его элементов. Например, марка кабеля ААБВГ расшифровывается так: алюминиевая жила, алюминиевая оболочка, защитный покров БВГ (Б — броня из стальных лент, в — подушка, Г — без наружного покрова).

Броня из стальных оцинкованных плоских проволок обозначается буквой П, из стальных оцинкованных круглых проволок — К.

Для передачи и распределения электроэнергии в стационарных установках напряжением до 1 000 В часто применяют силовые кабели с пластмассовой изоляцией марок АПшБШв, АВБШв с площадью сечения жил 10...185 мм², ВРБГ, ВРГ, АВРГ, АВВГ, АПшБГнг, АПпВГ, АПпВТнг с площадью сечения жил 16...185 мм². Кабели изготовляют в трех- и четырехжильном исполнении. Все жилы имеют одинаковые сечения или же у одной из жил площадь сечения на 50 % меньше, чем у остальных.

Для передачи и распределения электроэнергии в стационарных установках напряжением 1, 6 и 10 кВ часто применяют силовые кабели с пропитанной бумажной изоляцией марок ААШвУ (площадь сечения жил 50...185 мм²), ААБлУ (50...240 мм²) и ААШвУнг (50...240 мм²).

Для подвода питания к различным подвижным механизмам широко применяют гибкие кабели с резиновой изоляцией марок КГ, КГхл с площадью сечения жил 0,75...70 мм². Эти кабели могут быть с одной, двумя, тремя и четырьмя жилами.

Для соединения электросварочных аппаратов с электродержателем используют кабели марок КОГ, КГ с площадью сечения жил 10...120 мм².

Для соединения электрических приборов и аппаратов с распределительными устройствами часто применяют контрольные кабели с пластмассовой изоляцией марок АКВВГ, АКПсВГ с площадью сечения жил 2,5...6 мм² и числом жил от 4 до 37.

Для воздушных линий электропередачи и электрифицированного транспорта используют неизолированные провода марок А, АС, АСКС, АСУ с площадью сечения жил 16...450 мм².

Электротехнические предприятия производят также неизолированные провода марок М (с площадью сечения жил 4...400 мм² и МФ 65...150 мм²).

Электроизоляционные и окрасочные материалы подразделяют на твердые (наиболее распространенные), жидкие и газообразные. К твердым относятся волокнистые материалы, слюда и изделия из слюды и пластмассы, асбест, мрамор, фарфор; к жидким — трансформаторное масло; к газообразным — азот и др.

Технические данные основных электроизоляционных материалов приведены в табл. 7.2.

При производстве электроремонтных работ применяют разнообразные лаки, краски и эмали как электроизоляционные, так и общего назначения.

Электроизоляционные лаки подразделяют на покровные, пропиточные и клеящие. Покровные лаки, содержащие пигменты,

Технические данные основных электроизоляционных материалов

Материал	Электрическая прочность при температуре 20 °С, кВ/мм	Влагопоглощаемость за 24 ч, %	Нормируемая температура, °С
Асбест	2,4... 4,6	2... 4	600 (наибольшая допустимая)
Асбоцемент	2... 3	15...20	250 (нагревостойкость)
Битум	15... 20	—	30...130 (размягчение)
Бумага	5... 10	7... 10	110 (нагревостойкость)
Гетинакс	20... 22	2	150... 180 (нагревостойкость)
Лакоткань	20... 70	3,6... 8	105 (нагревостойкость)
Масло трансформаторное	15... 20	—	135... 145 (вспышка)
Текстолит	5... 12	2	135... 150 (нагревостойкость)

называют эмальями, а не содержащие пигментов — красками. Пигменты придают лаковой пленке большую механическую прочность, твердость, плотность, улучшают ее адгезионную способность и теплопроводность и позволяют получить желаемый цвет.

Лаки общего назначения используют для защиты изделий от коррозии, а также для придания им хорошего внешнего вида. По химическому составу лаки можно разделить на три основные группы: на основе растительных масел, синтетических полимеров, природных смол.

В процессе работы, а также при длительном или неправильном хранении лаки и краски загустевают из-за испарения растворителей, поэтому перед применением их необходимо разбавлять соответствующими растворителями или разбавителями.

Лаки, эмали и растворители выделяют вредные пары, поэтому их следует хранить в герметически закрытой таре и в отдельных, хорошо вентилируемых помещениях. Лаки и нитроэмали пожароопасны; при работе с ними запрещается курить, а в помещениях, где их применяют, не разрешается пользоваться паяльными лампами, производить электро- и газосварку.

К числу лаков, наиболее широко используемых при производстве электромонтажных работ, относятся битумно-покровный лак БТ-577 (бывший № 177), масляно-битумные лаки БТ-987 и БТ-988, глифталево-масляный лак ГФ-95. Характеристики и область применения некоторых электроизоляционных лаков указаны в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Характеристики и область применения электроизоляционных лаков

Тип и марка	Растворитель и разбавитель	Общая характеристика и область применения
Электроизоляционные пропиточные БТ-987, БТ-988	Толуол, ксилол, сольвент или смесь одного из них с уайт-спиритом (1 : 1)	Влаго- и теплостойкие, противостоят слабым кислотам и щелочам, немаслостойкие. Применяются для пропитки секций электрических машин, катушек аппаратов и окрашивания бетонных реакторов
Электроизоляционный пропиточный БТ-980	То же	Общая характеристика та же. Применяется для покрытия и пропитки обмоток электрических машин и катушек аппаратов, работающих в воздухе с повышенной влажностью
Электроизоляционные покровные БТ-99, БТ-577	Ксилол, сольвент или смесь одного из них с уайт-спиритом (1 : 1)	Прочные, эластичные, немаслостойкие, влагоупорные. Применяются при изготовлении составной изоляции, склейке якорей, для покрытия пропитанных обмоток статоров
Электроизоляционный пропиточный ГФ-95	Толуол, ксилол, сольвент или смесь одного из них с уайт-спиритом (1 : 1)	Масло- и влагостойкий, механически прочный. Применяется для пропитки обмоток электрических машин, аппаратов, трансформаторов, лакотканей и бумаги с изоляцией класса нагревостойкости В

Тип и марка	Растворитель и разбавитель	Общая характеристика и область применения
Электроизоляционный пропиточный ФЛ-98	Ксилол, толуол или сольвент	Масло-, термо- и влагостойкий. Применяется для пропитки обмоток электрических двигателей с изоляцией класса нагревостойкости В
Электроизоляционный МЛ-92	Толуол, ксилол или смесь одного из них с уайт-спиритом (3:1)	Масло- и нагревостойкий. Применяется для пропитки обмоток электрических машин, аппаратов, трансформаторов и изоляционных деталей класса нагревостойкости В
Бакелитовые ЛБС-1, ЛБС-2	Спирт этиловый, денатурат или сырец	Масло- и теплостойкие. Применяются для склеивания, пропитки и покрытия бакелитовых изделий

В электромонтажном производстве находят широкое применение электроизоляционные и полупроводящие лакоткани и ленты (полоски, лакоткани), особенно на основе кремнийорганических каучуков. Они имеют повышенную теплоустойчивость (до 150 °С) и хорошую устойчивость к воздействию агрессивных сред. Характеристики и область применения некоторых электроизоляционных лакотканей указаны в табл. 7.4.

Таблица 7.4

Характеристики и область применения электроизоляционных лакотканей

Тип и марка	Номинальная толщина, мм	Общая характеристика и область применения
Масляная хлопчатобумажная ЛХМ-105	0,15; 0,17; 0,2; 0,24; 0,3	Для работы на воздухе при нормальных климатических условиях
Масляная хлопчатобумажная ЛХМС-105	0,17; 0,2	С повышенными электрическими свойствами. Область применения та же. Допускается работа в трансформаторном масле

Тип и марка	Номинальная толщина, мм	Общая характеристика и область применения
Масляная хлопчатобумажная ЛХММ-105	0,17; 0,2; 0,24;	Маслостойкая. Для работы в горячем трансформаторном масле
Битумно-масляная хлопчатобумажная ЛХБ-105	0,17; 0,2; 0,24	Для работы на воздухе при нормальных климатических условиях
Масляная шелковая ЛШМ-105	0,8; 0,1; 0,12	С малой усадкой и стойкостью к кратковременному повышению температуры. Область применения та же
Масляная шелковая ЛШМС-105	0,06; 0,1; 0,12; 0,15	С повышенными электрическими свойствами. Допускается работа в трансформаторном масле
Масляная капроновая ЛКМ-105	0,1; 0,12; 0,15	С повышенной эластичностью, для работы на воздухе при нормальных климатических условиях
Масляная капроновая ЛКМС-105	0,1; 0,12; 0,15	С повышенными электрическими свойствами. Допускается работа в трансформаторном масле
Масляная ЛСМ-105/120	0,15; 0,17; 0,2; 0,24	Для работы на воздухе при нормальных климатических условиях
Масляная ЛСММ-105/120	0,17; 0,2; 0,24	Маслостойкая. Для работы в горячем (до 105 °С) трансформаторном масле
Битумно-масляная алкидная ЛСБ-120/130	0,12; 0,15; 0,17; 0,2; 0,24	Для работы на воздухе при повышенной влажности (относительная влажность $(95 \pm 2) \%$ при температуре $(20 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C}$)
Полиэфирно-эпоксидная ЛСП-130/155	0,08; 0,1; 0,12; 0,15; 0,17	То же
Кремнийорганическая резиновая ЛСКР-180	0,12; 0,15; 0,2	То же

Тип и марка	Номинальная толщина, мм	Общая характеристика и область применения
Кремнийорганические пигментированные ЛСК-1, ЛСК-2	0,12; 0,15; 0,2	Для работы на воздухе при температуре до 180 °С и повышенной влажности (включая тропическую)
Кремнийорганические пигментированная ЛСК-5	0,12; 0,15; 0,2	Полупроводящая, для работы на воздухе при температуре до 180 °С
Эскапоновые с липким слоем ЛСЭП, ЛСЭПМ	0,14; 0,17; 0,19	Для изоляции электрических машин и аппаратов взамен микаленты. Липкий слой нанесен с двух сторон
Кремнийорганическая липкая ЛСКЛ-155	0,12; 0,15	Хорошо склеивается при нагревании, класс нагревостойкости F
Полиэфирноэпоксидная самоклеящаяся, термоактивная ЛСТР	0,16; 0,18; 0,2	Для основной изоляции электрических машин низкого напряжения, класс нагревостойкости F
Кремнийорганические самоклеящиеся резиностеклоткани ЛЭТСАР-А, ЛЭТСАР-Б	0,25	Самосклеиваются при температуре 20... 25 °С

Монтажные и электроустановочные изделия применяют для крепления оборудования, аппаратов и приборов к поддерживающим конструкциям. К таким изделиям относятся, в частности, стандартные болты, гайки, обычные и пружинные шайбы, винты с полукруглой, потайной и цилиндрической головками для металла, шурупы и глухари для дерева.

Для закрепления как отдельных легких деталей, так и громоздких тяжелых конструкций, аппаратов и машин в электроустановках широко используют крепежные изделия и способы крепления, не требующие применения мокрых процессов (т. е. алебастра, бетона и т. п.). Это значительно ускоряет и упрощает монтаж, особенно в зимних условиях, и позволяет нагружать конструкции и оборудование немедленно после их закрепления.

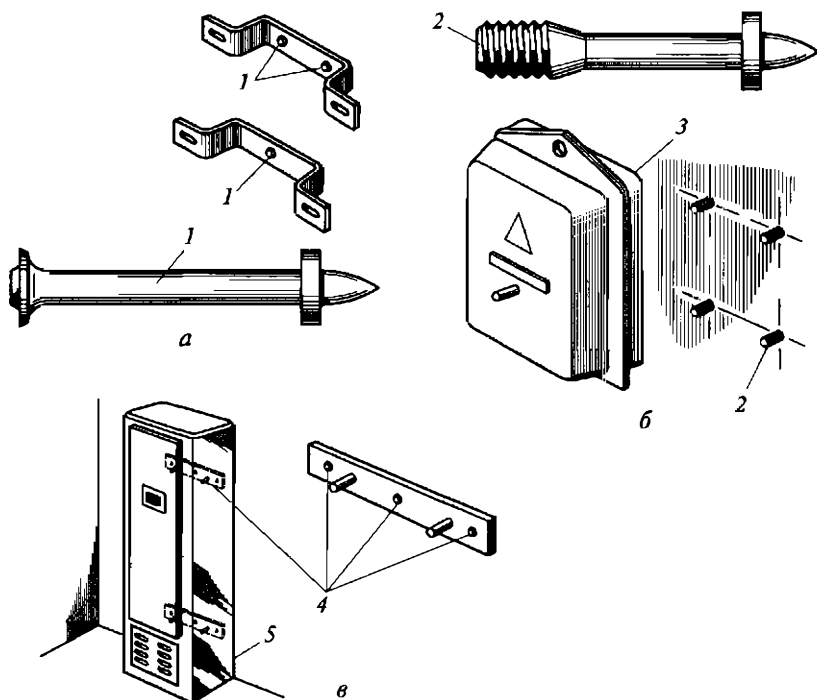


Рис. 7.4. Крепления дюбелями:

a — несъемное; *б* — съемное; *в* — комбинированное; *1* — дюбель-гвоздь; *2* — дюбель-винт; *3* — аппарат; *4* — места пристрелки детали крепления дюбель-гвоздями; *5* — шкаф

Промышленностью выпускаются различного вида и назначения дюбели, дюбель-гвозди и дюбель-винты. К бетонным и кирпичным стенам и перекрытиям электроустановочные изделия, скобы и конструкции крепят капроновыми и металлическими дюбелями, которые вставляют в высверленное или аккуратно пробитое отверстие соответствующего диаметра. При ввертывании шурупов в дюбели последние расширяются и прочно закрепляются в отверстии.

Пластмассовые дюбели выпускаются под шурупы диаметром 4, 5, 8 и 12 мм, длиной соответственно 30, 40, 85 и 100 мм, а стальные с распорной гайкой и болтами (винтами) — размером от М4 × 30 до М16 × 120. Допустимое усилие выдергивания дюбеля с шурупом М4 × 30 при глубине заделки дюбеля в стене 25 мм составляет для бетонной стены 0,9 кН, для кирпичной — 0,7 кН.

Крепление дюбелями широко используют при установке люминесцентных светильников, силовых ящиков, осветительных и распределительных пунктов и других электротехнических изделий (рис. 7.4).

7.6. Электромонтажные механизмы, инструменты и приспособления

Основные электромонтажные работы по сооружению подстанций, монтажу электрических машин, обработке и заготовке узлов электропроводок и комплектных линий в мастерских, а также прокладке и креплению их на месте монтажа выполняют с применением различных инструментов, приспособлений и средств механизации.

Для сверления отверстий, а также гнезд в кирпичных и гипсо-литовых основаниях под коробки скрытой проводки применяют различные инструменты (рис. 7.5), в том числе коронки КТС, спиральные сверла с твердосплавными напайками, сверла из витой стали, кольцевые сверла СК со штангой, переходным хвостовиком и втулкой, бурилки и т. п.

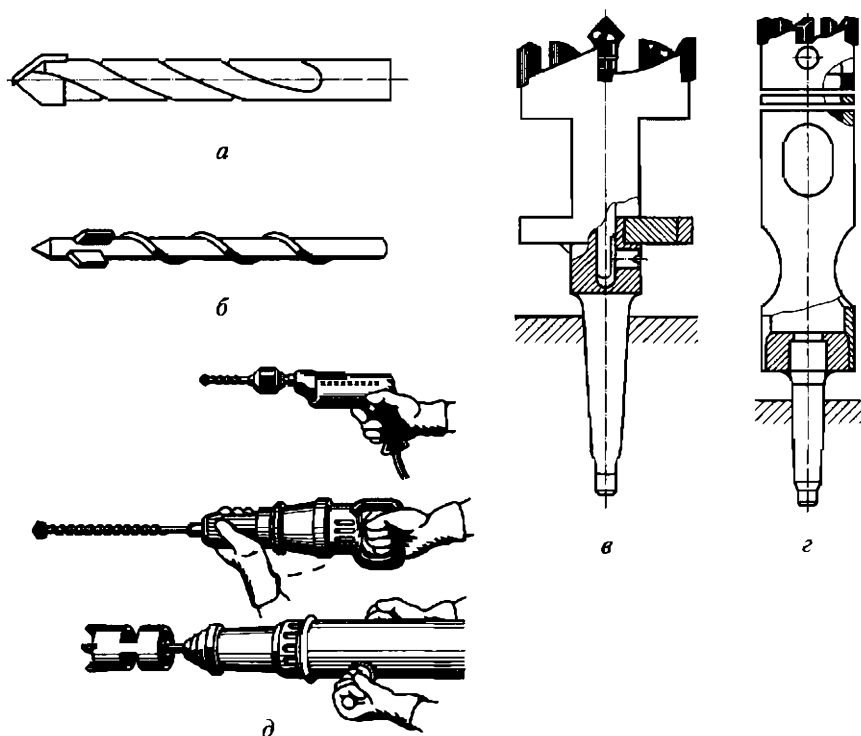


Рис. 7.5. Инструмент для сверления отверстий:

a — цилиндрическое сверло; *б* — спиральное сверло; *в* — коронка для сверления гнезд; *г* — шлямбур для электросверлильной машинки; *д* — электросверлильные машинки

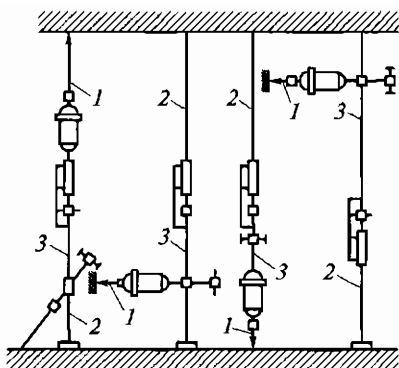


Рис. 7.6. Приспособления для создания давления на сверло:

1 — сверло; 2 — упор; 3 — направляющие стойки

При выполнении отверстий в строительных основаниях из бетона, кирпича и других материалов применяют электросверлильные ручные машинки на напряжение 220 В с двойной изоляцией либо на 36 В в комплекте со специальным преобразователем, который не только снижает напряжение, но и повышает частоту до 200 Гц. Дополнительной изоляцией являются пластмассовый корпус машинки, изолирующая втулка и другие детали. Электросверлильные машинки с двойной изоляцией не заземляют.

Электросверлильные ручные машинки по конструкции разделяют на три группы (рис. 7.5, *д*): с одной рукояткой пистолетного типа — для сверл диаметром до 9 мм; центральной (закрытой) и боковой рукоятками — для сверл диаметром 10...16 мм; с двумя боковыми рукоятками и грудным упором — для сверл диаметром более 16 мм. При сверлении отверстий нередко применяют приспособления для создания давления на сверло (рис. 7.6).

Для сверления отверстий в металле, ударно-вращательного бурения отверстий в бетоне, кирпиче и ряде других материалов, забивки дюбелей, заворачивания самонарезающих винтов, пробивных работ используют также механические и электрофутальные молотки (ударные), например ИЭ4207 с двойной изоляцией, а также ручные электрические перфораторы (ударно-вращательные), например ИЭ4709 или ИЭ4713.

Для крепления конструкций, изделий и деталей применяют поршневой пиротехнический монтажный пистолет ПЦ52 (рис. 7.7). Забивку дюбеля он осуществляет ударом поршня, перемещающегося в стволе пистолета под давлением пороховых газов. Благодаря относительно большой массе поршня скорость забиваемого дюбеля сравнительно невелика — 60...80 м/с (скорость дюбеля, забиваемого пистолетом прямого действия, достигает 500 м/с). При выстреле в малопрочное основание или ошибочном применении слишком сильного патрона специальный упор-амортизатор останавливает поршень, исключая опасный вылет его из

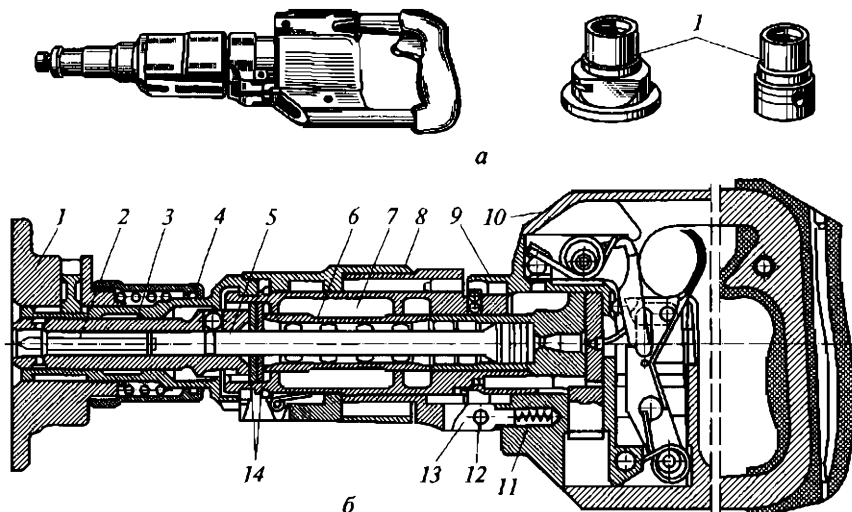


Рис. 7.7. Внешний вид поршневого монтажного пистолета ПЦ52 с прижимами (а) и его устройство (б):

1 — прижим; 2 — дюбель; 3 — направляющая втулка; 4 — наконечник; 5 — поршень; 6 — рассекатель; 7 — полость муфты; 8 — кожух муфты; 9 — ствол; 10 — рукоятка; 11 — пружина упора; 12 — ось упора; 13 — упор; 14 — амортизатор

пистолета. Производительность пистолета до 50 выстрелов в час, масса 3,6 кг.

Основными показателями, определяющими состояние электромонтажного производства, являются уровень механизации работ, механо- и энерговооруженность каждого электромонтажника.

Средства механизации работ, связанные с монтажом, подразделяют на три группы: механизированный инструмент, средства малой и большой механизации.

Монтажные приспособления, электрифицированный и пневматический инструмент индивидуального пользования с электродвигателем мощностью до 1 кВт (электрические сверлилки, перфораторы, гайковерты и др.) относят к механизированному инструменту.

Монтажные приспособления мощностью свыше 1 кВт, непосредственно обслуживаемые рабочими (лебедки, домкраты, опрессовочные агрегаты, пресс-ножницы, передвижные компрессоры и др.), относят к средствам малой механизации.

Монтажные механизмы и машины, требующие для своего обслуживания специально прикрепленного к ним персонала и используемые при выполнении транспортных, такелажных, погрузочно-разгрузочных и других работ (трейлеры, тракторы, автомо-

**Инструменты и приспособления, используемые для выполнения
электромонтажных работ**

Изделие, инструмент	Тип	Число на бригаду
Аппарат для сварки одножильных проводов	ВКК-1	1 шт.
Аппарат резонансный	РА-2М	1 шт.
Бур для мерзлого грунта	БМГ-400/80	1 шт.
Вальцы для правки шин	БМГ-600/80 ВПШ-140М	1 шт.
Выпрямитель высоковольтный кремниевый	ВВК-0,5/200	1 шт.
Генераторы:		
импульсов	ГИ-ИДС-2	1 шт.
технической частоты	ГТЧ-Т50	1 шт.
звуковой частоты	ГЗЧ-Т2	1 шт.
Горелка газовоздушная	ГПВМ-1	1 шт.
Домкрат кабельный	ДК-3	1 шт.
Зажим для затягивания кабелей в трубы	ЗК-1	1 шт.
Зубило монтажное	ЗМ	2 шт.
Измеритель петли заземления	ИПЗТ	1 компл.
Инструменты для опрессовки алюминиевых наконечников и гильз вдавливанием:		
однозубые	УНИ-1А, 1УСА	2 компл.
двухзубые	УНИ-2А, 2УСА	2 компл.
Инструменты для опрессовки медных наконечников и гильз	УНИ-1М	1 компл.
Источник тиристорный переносной постоянного тока	ПТИ-1	1 шт.
Инструменты для округления комбинированных секторных жил	КС120, 150, 185	3 компл.
Искатель арматуры	ИА-25	1 шт.
Обогревательная камера	ОК-1	1 шт.

Изделие, инструмент	Тип	Число на бригаду
Клещи:		
для снятия изоляции	КСИ-1	2 шт.
для термитной сварки проводов	АТСП50-185	1 шт.
универсальные	КУ-1	1 шт.
гидравлические монтажные	ГКМ	1 шт.
Ключи:		
для завинчивания крышек фитингов	КФ	1 компл.
для установочных заземляющих гаек	КГЛ	1 компл.
Колонка ударная пиротехническая	УК-2М	1 шт.
Контейнер стеллажный	КС	2 шт.
Коронки для сверления гнезд	КГС-78	1 шт.
Кран-штабеллер опорный	КШО-0,25	1 шт.
Кувалда	К-10	1 шт.
Набор инвентаря	НИРМ	1 компл.
Наборы инструментов:		
коммутатчика	ИН-4, НИК-4	2 компл.
линейщика	ИН-8МА	1 компл.
электромонтажника	ИН-3, ИН-15	2 компл.
для опрессовки овальных соединителей	НИОС-2	1 компл.
для округления секторных алюминиевых жил кабеля к прессу ПГР-20М1	НИСШО	1 компл.
Наборы инструментов и приспособлений:		
для кабельных работ	НКИ-3	1 компл.
для термитной сварки	НТС-2	1 компл.
для стержневого оконцовывания	НСО	1 компл.
для замерщика	НИЗ	1 компл.

Изделие, инструмент	Тип	Число на бригаду
Наборы принадлежностей:		
для пропано-воздушной пайки	НСП-1	1 компл.
для пропано-воздушной сварки	НСП-2	1 компл.
для прочистки трубных каналов	НПТК-1	1 компл.
Набор приспособлений для сварки гибкой ошиновки ОРУ	НГО	2 компл.
Ножи:		
для надрезания алюминиевой оболочки кабеля	НКА-1М	2 шт.
монтерский	НМ-2	2 шт.
Ножницы секторные	НУСК-120	2 шт.
Оправки:		
для забивки дюбелей	ОД-6	2 шт.
с клином к пробойникам серии ПО	ОПКМ	2 шт.
пиротехническая	ОДП-4М	2 шт.
Отвертки слесарно-монтажные с пластмассовой ручкой, ГОСТ 17199—71	7810-0306, 7810-0312, 7810-0318, 7803-3030	2 компл.
Пика-ломик	ПЛ-1	1 шт.
Пила дисковая	ПД-500В	1 шт.
Пистолет для точечной сварки	ПТЛ-2	1 шт.
Платформа монтажная	ПМ-800, ПМ-600	2 шт. 1 шт.
Пресс-клещи	ПК-1м, ПК-2м	2 шт.
Прессы:		
гидравлический ручной	ПГР-20М1	1 шт.
гидравлический стационарный	ПС-25	1 шт.
гидравлический с электроприводом	ПГПЭ-2	1 шт.
пиротехнический	ППО-95	1 шт.
ручной	ПРК-8	1 шт.
ручной механический	РПМ-7	1 шт.

Изделие, инструмент	Тип	Число на бригаду
Прибор для отыскания тождественных жил кабеля	ПЖ-30	1 шт.
Приспособления:		
для линейной раскатки кабеля	УРК	1 шт.
для ввертывания электрозаземления	ПВЭ, ПЗД-12	2 шт.
для термитно-тигельной сварки стальных полос и стержней заземления	ПТГС	1 шт.
для испытания трубопроводов на герметичность	ПИТ-20	1 шт.
Пробойники:		
трубчатый	ПТ-28	1 шт.
ручной для пробивки отверстий под дюбели	ПО-1, ПО-2	2 шт.
усовершенствованный	УП-71	1 шт.
Электрифицированный разогреватель кабельной массы	ЭРКМ-2	1 шт.
Райберы	Р-1, Р-2	2 шт.
Ролики кабельные:		
линейный	РРК-Л	1 компл.
угловой	РРК-У	1 компл.
Ролик монтажный	МР-250	1 компл.
Тепловоздуходувка	ТВ-3	1 шт.
Термоклещи	ТК-1	1 шт.
Трансформатор нагрузочный	ТН-10	1 шт.
Трубогиб ручной	ТРТ-24	1 шт.
Устройство для питания электромагнитобура	УПЭБ	1 компл.
Устройство переговорное	ПУ-71	2 компл.
Хвостовики к райберам	ХФ, ХК	2 компл.
Универсальный шинотрубогиб	УШТМ-2	1 компл.
Электромагнитобур	СЦ-2	1 шт.
Ящик для мелких деталей и инструментов	ЯМД	2 шт.
Ящик-сиденье для коммутатчика	ЯС	1 шт.

бильные краны, автовышки), относят к средствам большой механизации.

Высшей формой механизации работ является комплексная механизация, т.е. замена ручного труда механизированным на всех операциях соответствующего технологического процесса.

При разработке схем комплексной механизации особое внимание обращают на выбор наиболее рациональных методов производства работ, способов механизации и эффективных механизмов. При наличии нескольких различных комплексов механизмов их выбор определяется технико-экономическими показателями.

Инструменты и приспособления, наиболее часто используемые при электромонтажных работах, приведены в табл. 7.5.

Контрольные вопросы

1. Какие материалы наиболее широко применяют в электромонтажном производстве?
2. Что означают различные буквы в марке провода?
3. Чем отличается провод от кабеля?
4. Какие лаки, краски и эмали наиболее часто применяют при электромонтажных работах?
5. Каково назначение электромонтажных изделий?
6. Какие инструменты и механизмы широко используют в электромонтажном производстве?
7. На какие группы подразделяют средства механизации электромонтажных работ?
8. Какой инструмент называют механизированным?

МОНТАЖНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

8.1. Типы контактов

Жесткие соединения плоских и круглых шин. Из жестких соединений наиболее распространенными являются соединения плоских шин, конические зажимы для круглых жестких проводников (шин) и соединения гибких многожильных кабелей.

На рис. 8.1, *а, б* показаны соединения плоских шин болтами, пропускаемыми в отверстия, просверленные в шинах. Число болтов зависит от размера шин. Этот способ соединения требует хорошей подгонки и точного сверления отверстий, особенно при соединении пакетов шин. На рис. 8.1, *в, г* показаны соединения шин внахлестку с помощью накладок и стяжных болтов (обычно четырех). При этом способе не требуется сверление шин, что сильно упрощает и удешевляет их монтаж.

Соединение круглых сплошных или трубчатых шин выполняют с помощью конических зажимов (рис. 8.1, *д*), состоящих из корпуса (трубки) 1, гаек 2 и разрезных конусов 3. Такие же зажимы применяют и для выполнения соединения с ответвлением круглых шин под прямым углом. Для этого трубку 1 изготавливают в виде тройника.

Неразмыкающиеся контактные соединения подвижных элементов. Наиболее простыми из них являются гибкие соединения, т.е. соединения с помощью гибких связей, конструкция которых весьма разнообразна и зависит от назначения соединения. Гибкие связи выполняют из тонких полосок меди (гортованной) или из плетеного гибкого проводника. Примером такого контактного соединения может служить конструкция шинного компенсатора.

Скользящие соединения часто встречаются в конструкциях коммутационных аппаратов.

Размыкающие и замыкающие контакты. По конструктивному исполнению эти контакты, являющиеся наиболее ответственными элементами отключающих аппаратов высокого и низкого напряжения, подразделяют на рубящие, торцевые, пальцевые, щеточные и розеточные.

Рубящие контакты, применяемые преимущественно в разъединителях и рубильниках, в свою очередь подразделяются на плоские и линейные.

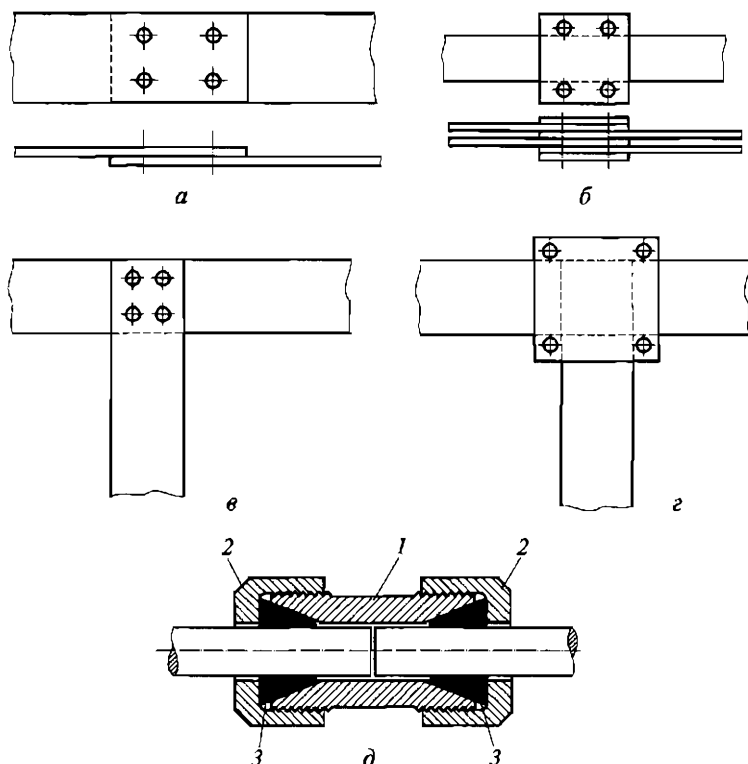


Рис. 8.1. Различные способы соединения шин между собой:

а, б — соединение плоских шин болтами, пропускаемыми в отверстия, просверленные в шинах; *в, г* — соединение плоских шин внахлестку; *д* — соединение круглых шин с помощью конических зажимов; *1* — корпус; *2* — гайка; *3* — разрезной конус

В рубящих плоских контактах с пружинящими щеками сила нажатия создается за счет упругости боковых щек при распирании их врубающимся ножом. Сила нажатия в плоском контакте может создаваться и специальными стальными пружинами.

Рубящие линейные контакты по сравнению с плоскими обладают тем преимуществом, что хорошо самоочищаются при включениях и отключениях ввиду наличия сосредоточенного нажатия (линии). Линейные контакты просты в изготовлении и хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации.

Торцевые контакты, чаще всего применяемые в мощных высоковольтных выключателях, выполняются в виде сплошных металлических стержней или труб. Трубчатые торцевые контакты используются в воздушных выключателях и масляных выключателях с масляным дутьем. Нередко торцевые контакты служат одновременно и главными, и дугогасительными контактами.

Опыт показывает, что под маслом, несмотря на некоторое оплавление контактной поверхности, сохраняется низкое переходное сопротивление торцевых контактов благодаря затрудненным условиям образования оксидной пленки.

Пальцевые контакты с гибкими связями показаны на рис. 8.2, а. Нож выключателя врубается между двумя рядами пальцев. К каждому пальцу приклепывается или привертывается гибкая связь, состоящая из пакета медных пластинок. Пальцы прижимаются к ножу с помощью отдельных пружин. Контакты пальцевого типа с гибкими связями сложны в изготовлении и не вполне надежны в эксплуатации. Лучше зарекомендовали себя пальцевые контакты без гибких связей (рис. 8.2, б).

Щеточные контакты (рис. 8.3) в настоящее время применяются значительно реже, чем ранее. Благодаря наличию пакета пластин такие контакты обеспечивают получение большого числа точек соприкосновения, равного, как минимум, числу пластин контакта.

В исправном состоянии щеточные контакты хорошо проводят большие токи, т. е. имеют малое переходное сопротивление. Недостатком их является низкая надежность, так как при значительном нагреве (особенно при протекании больших токов короткого замыкания) пластины часто сильно изгибаются, что приводит к резкому увеличению переходного сопротивления контакта. Щеточные контакты находят применение в низковольтных аппаратах (в воздушных автоматических выключателях). Если аппарат пред-

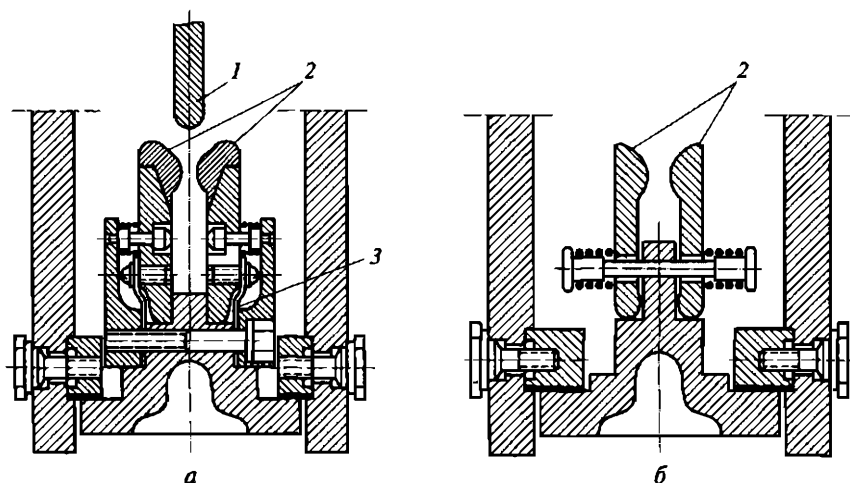
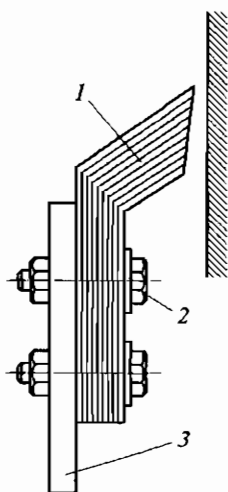


Рис. 8.2. Пальцевые контакты:

а — с гибкими связями; б — без гибких связей; 1 — нож выключателя; 2 — пальцы; 3 — гибкая связь

Рис. 8.3. Щеточные контакты:
1 — щетка; 2 — болт; 3 — пластина



назначен для разрыва цепи под током, то щеточные контакты должны быть обязательно защищены дугогасительными контактами, которые размыкаются после размыкания щеточных.

Материалы для контактов. Наиболее распространенным материалом для изготовления контактов является медь. Однако контакты из меди, не покрытые антикоррозийным защитным слоем, на воздухе быстро приходят в негодность из-за сильной склонности меди к окислению. Слой серебра значительно повышает антикоррозийную устойчивость контактов. Особенно хорошие результаты дает покрытие серебром рабочих поверхностей главных контактов, между которыми не образуется электрическая дуга при разрыве цепи.

В маслонаполненных аппаратах главные контакты могут выполняться из меди, так как окружающее масло хорошо защищает контакты от окисления.

Для получения контактов, устойчивых к обгоранию под действием дуги, применяют тугоплавкие металлы и соединения. Особого внимания заслуживают металлокерамические соединения. Наибольшее распространение нашли металлокерамические соединения из серебра или меди с вольфрамом или молибденом. После хорошего перемешивания смеси, например серебра и вольфрама, ее подвергают сильному сжатию и нагреванию до температуры 1200 °С. При этом вольфрам хорошо смачивается серебром и получается механически прочное соединение. Одна хорошо проводящая решетка (серебро) оказывается «втиснутой» в другую термически устойчивую решетку (вольфрам). Такое соединение обладает хорошей дугостойкостью и электропроводностью. Металлокерамические соединения из серебра с вольфрамом успешно применяются в аппаратах с контактами, находящимися на воздухе. В качестве материала для дугогасительных контактов, погруженных в масло, можно применять медно-вольфрамовые или медно-молибденовые соединения.

8.2. Технология выполнения контактных соединений электросваркой

Процесс получения неразъемного соединения деталей машин, конструкций и сооружений в результате установления межатомных связей в месте соединения, называют *сваркой*. Межатомная связь возникает при расплавлении металлов и последующем их остывании (сварка плавлением), а также при сдавливании свариваемых элементов (сварка давлением).

Сварка плавлением — универсальный вид сварки, а сварка давлением используется для соединения пластичных металлов (алюминий, медь и др.).

При электромонтажных работах, изготовлении конструкций для крепления электрооборудования и прокладки сетей заземления, проводов и кабелей широко используется ручная электродуговая сварка.

Ручную сварку стали на переменном токе производят штучными электродами марок УОНИ; МР-3; АНО-8; ОММ-5; ЦМ-5 и др.

Для питания сварочной цепи используют передвижные сварочные трансформаторы, подключаемые к сети напряжением 380/220 В. В зависимости от типа трансформатора рабочее напряжение сварочной цепи составляет 25... 35 В, напряжение холостого хода — 60... 79 В. Сварочный ток регулируется в пределах от 55... 60 до 400... 700 А.

При сварке на постоянном токе питание сварочной цепи осуществляется от вращающегося преобразователя.

Для работ в монтажной зоне часто применяют сварочный комплект «Малютка», состоящий из сварочного трансформатора СА65М и выпрямителя ВП-1, рассчитанных на ток 350 А. Масса комплекта 43 кг.

При изготовлении в МЭЗ тонколистовых конструкций (листы толщиной 2... 3 мм) широко используется полуавтоматическая электросварка стали в среде защитного углекислого газа (рис. 8.4). По сравнению с ручной сваркой она обеспечивает более высокую производительность, небольшое количество шлака, лучшее качество швов, благодаря чему отпадает необходимость в их зачистке. Для сварки применяют электродную проволоку марки Св-08ГС или Св-08Г2С диаметром 1; 1,2 и 1,6 мм, поставляемую в мотках.

При сварке алюминиевых сплавов качество сварных соединений зависит от надежности защиты зоны сварки инертным газом и от подготовки кромок изделия.

Сварку алюминия в среде аргона производят алюминиевым плавящимся электродом, сварку меди — медным. Сварку неплавящимся вольфрамовым электродом в среде аргона применяют для соединения алюминия и меди. Сварка металлов в среде за-

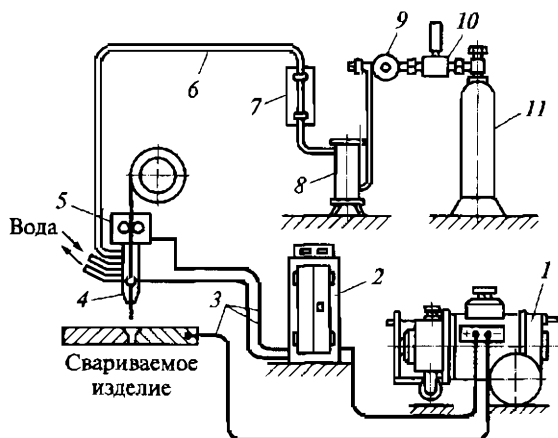


Рис. 8.4. Пост полуавтоматической сварки электродом в среде защитного газа:

1 — источник тока; 2 — шкаф; 3 — кабели; 4 — горелка; 5 — механизм подачи электродной проволоки; 6 — шланг для газа; 7 — ротаметр; 8 — осушитель газа; 9 — газовый редуктор; 10 — подогреватель газа; 11 — баллон с защитным газом

щитного газа обеспечивает высокую коррозионную стойкость сварных соединений.

Полуавтоматическую аргонодуговую электросварку плавящимся электродом применяют, например, при изготовлении и монтаже поддерживающих конструкций из алюминиевых немагнитных сплавов для крепления токопроводов, рассчитанных на большие токи.

Для этого способа выполнения контактных соединений в монтажной зоне используют монтажные ранцевые полуавтоматы ПРМ. Сварку производят на постоянном токе от сварочных вращающихся или статических преобразователей. Кассета со сварочной проволокой и подающий механизм смонтированы в ранце, закрепляемом плечевыми ремнями (масса ранца с катушкой проволоки составляет 9 кг). Проволока подается к сварочному пистолету (масса пистолета 0,6 кг) через резиновый шланг. При нажатии кнопки на пистолете сначала открывается клапан подачи аргона, затем включается цепь сварочного тока и пускается механизм подачи проволоки.

Ручную аргонодуговую сварку неплавящимся вольфрамовым электродом осуществляют на переменном токе.

При оконцевании и соединении алюминиевых жил проводов и кабелей широко используют электросварку контактным разогревом. Соединение указанным способом алюминиевых однопроволочных жил с суммарной площадью сечения в скрутке до $12,5 \text{ мм}^2$ выполняют аппаратом ВКЗ без флюса (рис. 8.5).

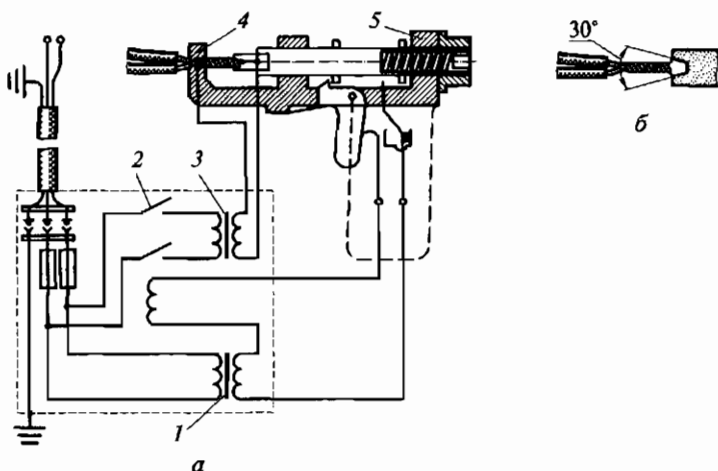


Рис. 8.5. Схема автоматической сварки контактным разогревом алюминиевых жил с применением аппарата ВКЗ:

а — схема аппарата; *б* — положение свариваемых жил в угольном электроде; 1 — трансформатор управления; 2 — реле включения; 3 — сварочный трансформатор; 4 — держатель свариваемых проводов; 5 — сварочный пистолет

Сначала клещами МБ-1 или КУ-1 с концов жил снимают изоляцию на длине 35...40 мм (в случае пластмассовой изоляции используют клещи ТК-1), зачищают их щеткой из кардоленты или наждачной бумагой до металлического блеска и скручивают вместе. Затем готовят к сварке аппарат ВКЗ: угольный электрод отводят назад и скрученные жилы зажимают губками держателя так, чтобы их торцы упирались в лунку угольного электрода. После этого нажатием на спусковой крючок сварочного пистолета включают аппарат. По мере расплавления торцов жил угольный электрод под действием пружины продвигается вперед и сваривает их. Сварка автоматически прекращается в момент оплавления соединяемых жил на заданную длину. Место соединения изолируют лентой, полиэтиленовым колпачком или термоусадочной трубкой.

Сварку алюминиевых однопроволочных жил контактным разогревом можно также производить с помощью клещей с двумя угольными электродами, подключенными к вторичной обмотке трансформатора напряжением 9...12 В. Мощность трансформатора 0,5 кВ·А. Изоляцию с концов жил снимают на длине 25...30 мм, скрученные жилы располагают вертикально торцами вниз, подводят электроды, сближая их до соприкосновения между собой и скруткой. Расплавленный алюминий на конце скрутки должен образовывать шарик. После остывания места сварных соединений очищают от шлака и остатков флюса стальной щеткой или наждачной бумагой и изолируют одним из описанных ранее способов.

Соединение и ответвление многопроволочных жил с суммарной площадью сечения 35... 240 мм² осуществляют сплавлением их в монолитный стержень. Для сварки используют трансформатор мощностью до 2 кВ·А с вторичным напряжением 8... 9 В. К трансформатору подключают электродержатель с угольным электродом и охладитель. На жилы надевают разъемную цилиндрическую форму, подбираемую по их суммарной площади сечения. Из алюминиевого прутка с площадью сечения 2,5... 4 мм² изготавливают присадочный пруток. Поверхности соединения тщательно очищают наждачной бумагой и обезжиривают тряпкой, смоченной в бензине. Присадочные прутки перед сваркой покрывают слоем флюса. С концов жил снимают изоляцию на длине: 60 мм — при суммарной площади сечения жил до 50 мм²; 65 мм — до 70 мм²; 72 мм — до 150 мм²; 75 мм — до 240 мм².

Если к сварке готовят жилы кабеля с бумажной пропитанной изоляцией, на изоляцию у ее обреза накладывают нитяной бандаж, затем плоскогубцами ослабляют повив проволоки жилы и ткань, смоченной в бензине, удаляют с их поверхности маслосодержащий состав. Обработанные жилы располагают вертикально торцами вверх. На жилы надевают разъемную цилиндрическую форму, которую подбирают по суммарной площади сечения соединяемых жил. На жилах делают подмотку асбестовым шнуром толщиной 1... 1,5 мм так, чтобы сплавляемый конец жил выступал из асбестового бандажа и торец его был вровень с верхним краем формы. Обе половинки формы скрепляют проволочным бандажом или хомутом из тонкой жести. На жилы ставят охладитель между формой и обрезом изоляции. Торцы жил обмазывают тонким слоем флюса. После этого производят сварку.

При электродуговой сварке жил в среде защитного газа (аргон) полуавтоматом ПРМ (подача сварочной проволоки автоматизирована, а сварочный пистолет перемещается вручную) используют источник постоянного тока. Обратный сварочный провод (минус) от источника питания присоединяют к контактной лапке охладителя. Режим сварки (напряжение источника питания, время сварки, скорость подачи проволоки) выбирают в зависимости от площади сечения свариваемых жил.

При сварке кабельный наконечник типа А (для жил с площадью сечения 16... 240 мм²) надевают на жилу и устанавливают его в вертикальном положении. Горелку полуавтомата закрепляют так, чтобы сопло находилось над жилой кабеля. Для начала сварки нажимают пусковую кнопку на рукоятке горелки. При правильно выбранном режиме зачистка мест оконцевания после сварки не требуется.

Наконечник типа А к алюминиевой жиле приваривают также неплавящимся (вольфрамовым) электродом в режиме ручной сварки. Сварочный ток подводят к электрододержателю.

8.3. Технология выполнения контактных соединений термитной и газовой сваркой

При термитной сварке используют патроны различных конструкций. Соединения алюминиевых жил с площадью сечения 16...800 мм² встык и приварку наконечников типа ЛС к жилам с площадью сечения 300...800 мм² производят термитными патронами ПА (рис. 8.6).

Термитные патроны подбирают в зависимости от площади сечения свариваемых жил. Перед сваркой с жил снимают на необходимую длину изоляцию, зачищают их, обезжиривают и покрывают тонким слоем флюса ВАМИ (50 % по массе хлористого калия, 30 % хлористого натрия, 20 % криолита). На концы жил насаживают алюминиевые колпачки или секторные втулки, которые предохраняют поверхность жил от непосредственного соприкосновения с кокилем патрона. Затем мелом покрывают внутреннюю поверхность кокиля, устанавливают охладители и экраны, выполняют уплотнения асбестовым шнуром. Для поджигания термитных патронов используют специальные спички.

Во время горения муфеля в кокиль сплавляют присадочный пруток, а образующуюся сварочную массу тщательно перемещивают. После кристаллизации расплавленного металла удаляют литниковую прибыль и закругляют кромки монолитной цилиндрической части сварного соединения. Место соединения зачищают стальной щеткой, протирают салфеткой, смоченной в бензине или ацетоне, до полного удаления шлаков и опилок.

Технологические операции, выполняемые при термитной сварке, показаны на рис. 8.7.

Газовую сварку проводят в пропано-, ацетилено- или бензино-кислородном пламени. Подготовку жил, сварку и обработку мест соединений выполняют во многом так же, как и при электросварке. При ацетилено-кислородной сварке выбирают наконеч-

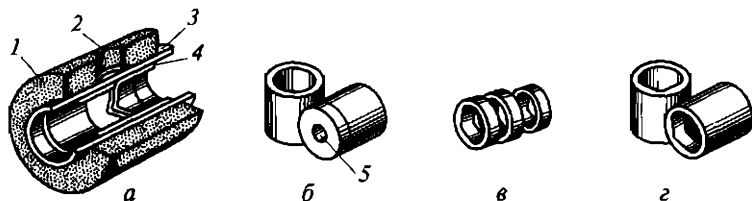


Рис. 8.6. Патрон ПА для термитной сварки (а) и детали к нему: алюминиевые колпачки к патрону (б), алюминиевые шайбы (в) и втулки (z): 1 — термитный муфель; 2 — литниковое отверстие; 3 — стальной кокиль; 4 — втулка; 5 — отверстие в доннышке втулки для контроля глубины вхождения в него жил

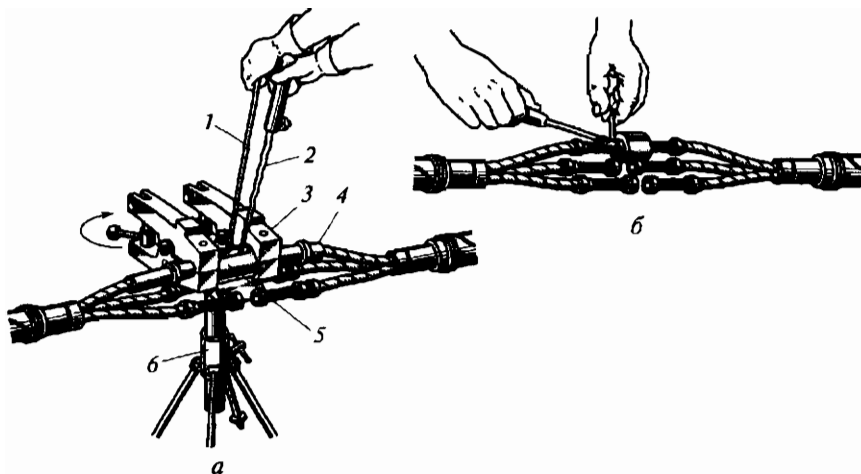


Рис. 8.7. Операции, выполняемые при термитной сварке жил:

а — ввод присадочного прутка и перемещение расплава; *б* — уплотнение кокилей шнуровым асбестом; 1 — мешалка; 2 — присадочный пруток; 3 — охладитель; 4 — экран для тепловой защиты жил; 5 — термитный патрон; 6 — штатив

ник для горелки, а при бензино-кислородной — мундштук. При пропано-кислородной сварке применяют те же оборудование и приспособления, что и при ацетилено-кислородной сварке. Для хранения пропан-бутана используют специальные баллоны.

В последние годы пропано-кислородную сварку широко используют для соединения однопроволочных алюминиевых жил с суммарной площадью сечения в скрутке до 35 мм^2 .

Сначала ножом или инструментом с концов свариваемых жил снимают изоляцию на длине $30 \dots 40 \text{ мм}$, концы жил зачищают стальной щеткой и скручивают их вместе. Концы скрутки покрывают тонким слоем флюса ВАМИ, предварительно разведя его в воде до пастообразного состояния. Затем открывают вентили на баллоне с пропаном, после чего на баллоне с кислородом и доводят рабочее давление кислорода до $0,15 \text{ МПа}$. На горелке открывают вентиль пропана и зажигают ее. Далее на горелке открывают вентиль кислорода и регулируют пропано-кислородное пламя. К концу скрутки подводят ядро пламени и нагревают металл скрутки до расплавления. Появление на конце скрутки капли жидкого металла в виде шарика свидетельствует об окончании сварки. Остатки флюса с места сварки удаляют стальной щеткой, соединенные протирают чистой ветошью и изолируют скрутки изолирующими колпачками, изоляционной лентой или толстостенными термоусадочными трубками.

Виды сварных соединений и ответвлений для прямоугольных шин показаны на рис. 8.8.

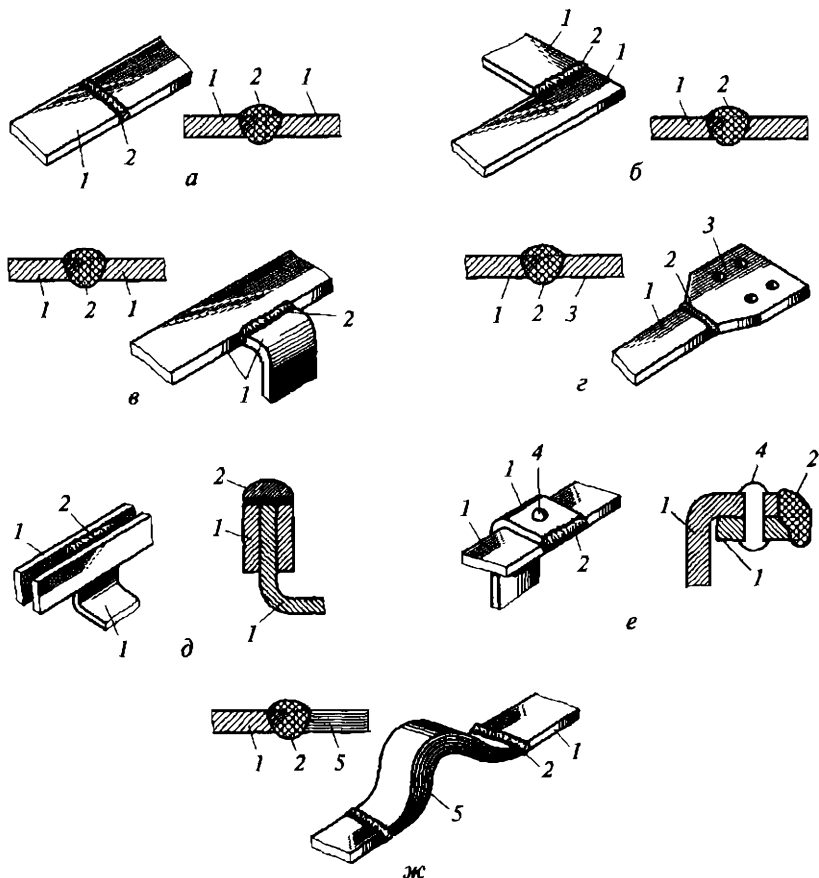


Рис. 8.8. Виды сварных соединений и ответвлений прямоугольных шин: *а* — соединение встык; *б* — соединение встык под углом; *в* — ответвление от шины; *г* — присоединение к аппарату; *д, е* — ответвления от шин, расположенных плашмя; *ж* — температурный компенсатор; 1 — шина; 2 — шов; 3 — косынка; 4 — заклепка; 5 — пакет гибких лент

Оконцевание, соединение и ответвление медных жил проводов и кабелей электросваркой, термитной или газовой сваркой не выполняют. Для этого используют пайку или опрессовку.

8.4. Технология выполнения соединений стальных заземляющих проводников и пластмассовых оболочек кабелей

Стальные заземляющие проводники сваривают, как правило, электродуговой сваркой. Для термитно-тигельной сварки применяют обычный алюминиевый термит — порошкооб-

разную смесь стальной окалины (79 % по массе) и алюминиевого порошка (21 % по массе). Размер частиц в смеси должен быть 0,1 ... 1,5 мм. Для сварки используют корковые песчано-смоляные или оболочковые формы, которые изготовляют из кварцевого песка и пулвербакелита. Формы запекают на специальной установке. Для сварки полос и стержней заземления применяют девять типоразмеров форм. Термитную порошковую смесь перед сваркой засыпают в форму, установленную на место соединения, и проверяют ее заполнение. Далее специальной спичкой воспламеняют термит.

Пластмассовые оболочки кабелей при монтаже сваривают с пластмассовой соединительной трубой (муфтой) с помощью присадочного пластмассового прутка в струе горячего воздуха, который подают специальной пропано-воздушной горелкой. Разогревать пластмассу непосредственно пламенем горелки нельзя, так как при высокой температуре пластмасса разлагается. Полистирол допускает нагрев воздуха до температуры 120 ... 160 °С, полиэтилен — до 140 ... 180 °С, поливинилхлорид — до 160 ... 200 °С, винипласт — до 220 ... 240 °С. Температуру воздуха регулируют вентилями горелки. В процессе сварки присадочный пруток, изготовленный из отходов оболочки кабеля, и свариваемый участок кабеля нагревают одновременно. После размягчения свариваемых поверхностей необходимо слегка прижать к ним присадочный пруток. Свариваемую поверхность сварщик формирует резиновой пластиной размерами 80×80×5 мм. Шов после сварки должен остыть без принудительного охлаждения. Поры и неровности, обнаруженные после охлаждения, заваривают с применением присадочного прутка.

8.5. Технология разделки концов кабелей

Разделку концов кабелей производят до монтажа муфт и заделок. Она заключается в последовательном ступенчатом удалении на определенной длине защитных покровов, брони, оболочки, экрана и изоляции кабеля. Размеры разделки определяют по технической документации в зависимости от конструкции кабеля и монтируемой на нем муфты (заделки), напряжения кабеля и площади сечения его жил.

Приступая к разделке конца кабеля, убеждаются в отсутствии влаги в бумажной изоляции и жилах. При необходимости удаляют имеющуюся влажную изоляцию, участки кабеля под герметизирующими колпачками и концевыми кабельными захватами, а также проходящие через щеки барабанов, укорачивают концы, имеющие лишнюю длину. Дефектные места кабеля отрезают секторными ножницами НС (рис. 8.9, а).

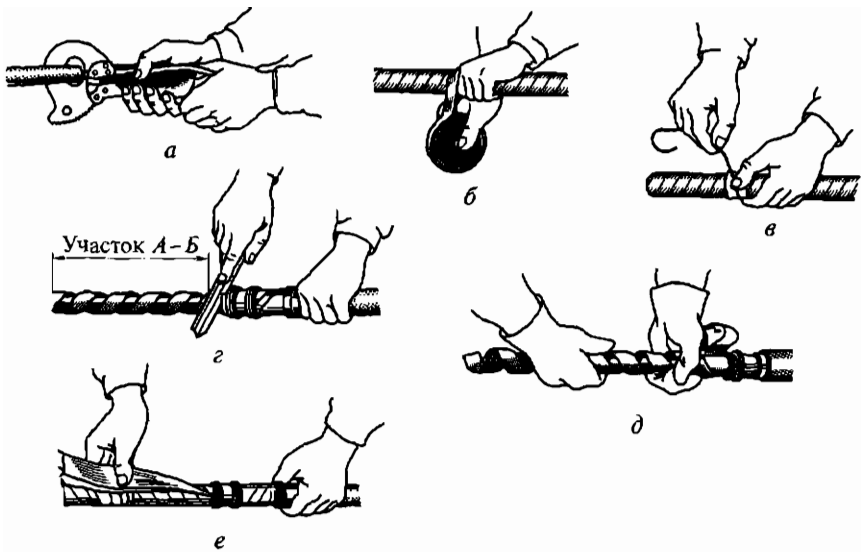


Рис. 8.9. Операции, выполняемые при разделке концов кабелей:

a — отрезание конца кабеля ножницами НС; *b* — подматывание смоляной ленты; *в* — наложение проволочного бандаж; *г* — надрезание брони; *д* — удаление брони; *e* — удаление кабельной пряжи, подушки и кабельной бумаги

Разделку кабеля начинают с определения места установки первого бандаж, т. е. расстояния *A*, которое рассчитывают по формуле $A = B + O + П + И + Г$ (рис. 8.10, *a*) или $A = B + Ш + И + Г$ (рис. 8.10, *б*). От конца кабеля отмеряют расстояние *A* и распрямляют этот участок.

Далее подматывают смоляную ленту (рис. 8.9, *b*) и накладывают бандаж из двух-трех витков стальной оцинкованной проволоки вручную (рис. 8.9, *в*) или с помощью специального приспособления (клетневки). Концы проволоки захватывают плоскогубцами, скручивают и пригибают вдоль кабеля. Наружный кабельный покров разматывают до установленного бандаж и не срезают, а оставляют его для защиты ступени брони от коррозии после монтажа муфты.

На броню кабеля на расстоянии *B* (50... 70 мм) от первого проволочного бандаж накладывают второй бандаж. При монтаже чугунных соединительных и ответвительных муфт и концевых заделок в стальных воронках участок брони используют для уплотнения их горловин, поэтому размер *B* увеличивают до 100... 160 мм. По внешней кромке второго бандаж бронерезкой или ножовкой надрезают верхнюю и нижнюю ленты брони не более чем на половину их толщины (рис. 8.9, *г*), затем броню разматывают обламывают и снимают (рис. 8.9, *д*).

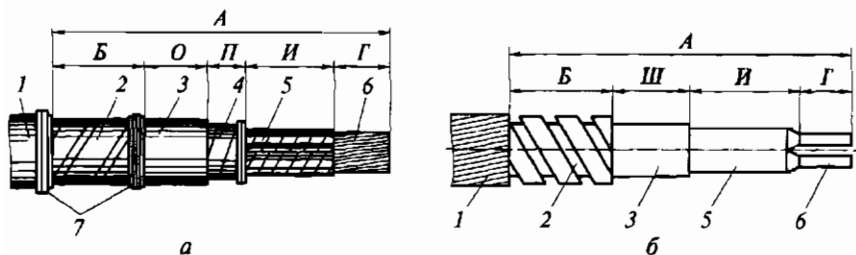


Рис. 8.10. Схемы разделки концов трехжильного кабеля:

а — с поясной бумажной изоляцией; *б* — с пластмассовой изоляцией; 1 — наружный покров; 2 — броня; 3 — оболочка; 4 — поясная изоляция; 5 — изоляция жилы; 6 — жила кабеля; 7 — бандаж; А, Б, О, П, И, Г, Ш — размеры разделки

Далее удаляют подушку (рис. 8.9, *е*). Для этого кабельную бумагу и битумный состав подогревают на огне пропановой горелки или паяльной лампы. Оболочку кабеля очищают салфеткой, смоченной в подогретом до температуры 35... 40 °С трансформаторном масле. Для удаления оболочки на расстоянии 50... 70 мм от среза брони делают кольцевые надрезы. В чугунных муфтах и концевых стальных воронках участок оболочки используют только для присоединения заземляющего проводника, поэтому указанное расстояние уменьшают до 20... 25 мм.

При разметке свинцовых оболочек (рис. 8.11, *а*) кольцевые надрезы на половину глубины выполняют монтерским (рис. 8.11, *б*) или специальным ножом с ограничителем глубины резания (рис. 8.11, *в*). От второго кольцевого надреза на расстоянии 10 мм делают продольные надрезы (рис. 8.11, *д*, *е*), полоску оболочки захватывают плоскогубцами и удаляют (рис. 8.11, *з*). Оставшуюся часть оболочки раздвигают (рис. 8.11, *и*) и отламывают у второго кольцевого надреза. Между первым и вторым кольцевыми надрезами оболочка временно остается. Она предохраняет изоляцию от повреждения при изгибе жил.

У кабелей с алюминиевой оболочкой надрезы выполняют стальным ножом НКА-1М с режущим диском (рис. 8.11, *г*). От второго кольцевого надреза делают винтовой надрез (рис. 8.11, *ж*). Удаление гофрированной алюминиевой оболочки (рис. 8.11, *к*) производят после ее надрезания на расстоянии 10...15 мм у выступа гофр.

Далее жилы кабеля освобождают от поясной изоляции и постепенно выгибают по шаблону. Затем готовят место для присоединения проводника заземления (рис. 8.12).

Для присоединения жил кабелей к контактным выводам электротехнических устройств их оконцовывают наконечниками, закрепляемыми на жилах опрессовкой, сваркой или пайкой. Оконцевание однопроволочных жил может быть также выполнено фор-

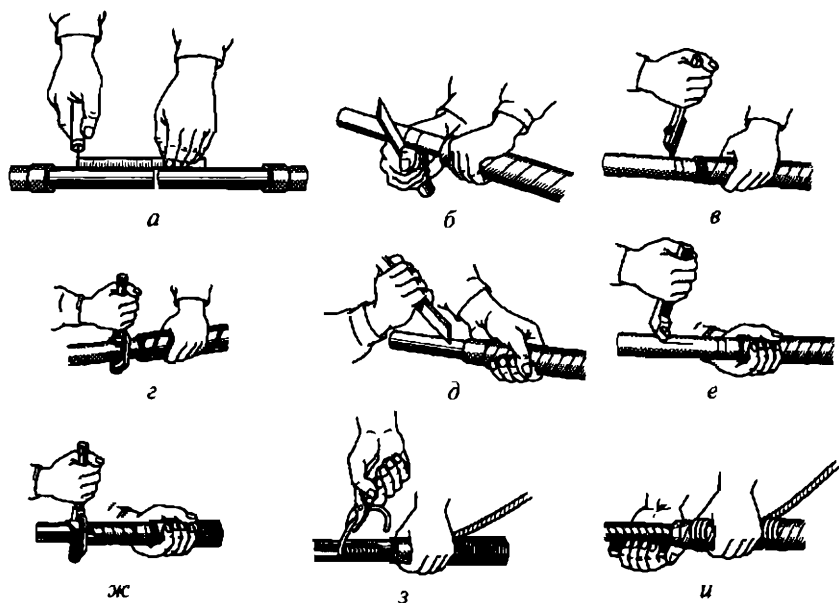


Рис. 8.11. Операции, выполняемые при удалении оболочек кабелей:

а — разметка; *б, в* — круговые надрезы свинцовых оболочек; *г* — круговые надрезы алюминиевых оболочек; *д, е* — продольные надрезы свинцовых оболочек; *ж* — надрез алюминиевой оболочки по винтовой линии; *з, и* — снятие свинцовых оболочек; *к* — удаление гофрированной алюминиевой оболочки

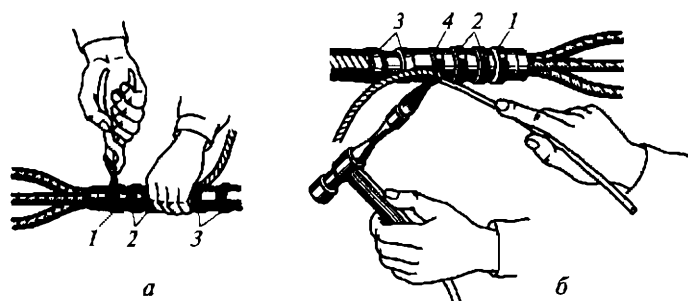


Рис. 8.12. Прикрепление проволочными бандажами проводника заземления к металлической оболочке (*а*) и припайка его к ней (*б*):

1, 3 — бандажи у торцов оболочки и наружного покрова; *2, 4* — бандажи для припайки проводника заземления

мированием наконечника из конца жилы. Соединение жил кабелей в муфтах выполняют опрессовкой, сваркой или пайкой используя соединительные и ответвительные гильзы.

8.6. Технология выполнения контактных соединений опрессовкой

Оконцевание и соединение жил алюминиевых и медных изолированных проводов и кабелей методом опрессовки выполняют ручными клещами либо механическим, пиротехническим или гидравлическим прессом с помощью сменных пуансонов и матриц. Пуансоны и матрицы подбирают по диаметру трубчатой части наконечника или соединительной гильзы. Существуют два способа опрессовки: местным вдавливанием и сплошным обжатием.

При местном вдавливании следят за тем, чтобы лунки, выполняемые при оконцевании на лицевой стороне наконечника, были расположены соосно опрессовываемой жиле и друг другу. Для контроля качества глубину вдавливания (лунки) при местном вдавливании или степень сплошного обжатия проверяют выборочно не менее чем у 1 % наконечников и гильз.

При использовании гидропресса с автоматическим контролем глубины вдавливания или обжатия выборочный контроль качества опрессовки не проводят.

Рассмотрим последовательность операций опрессовки. Однопроволочные алюминиевые жилы с площадью сечения 2,5...10 мм² опрессовывают в алюминиевых гильзах типа ГАО. Гильзу выбирают в соответствии с числом и площадью сечения соединяемых жил, а инструмент, механизмы, пуансоны и матрицы — по инструкции или справочнику. Внутреннюю поверхность гильз зачищают до металлического блеска (рис. 8.13, *а*) и смазывают их кварцево-вазелиновой пастой (рис. 8.13, *б*). Зачистку и смазывание гильз выполняют в том случае, если это не было сделано на заводе-изготовителе. Концы жил зачищают (рис. 8.13, *в*) на длине 20, 25, 30 мм для гильз соответственно ГАО-4, ГАО-5 и ГАО-6, ГАО-8 и также смазывают пастой (рис. 8.13, *з*). Затем жилы вставляют в гильзу (рис. 8.13, *д*). Если диаметр суммарного сечения соединяемых жил меньше диаметра внутреннего отверстия гильзы, вводят дополнительные проволоки жил для уплотнения места соединения. Опрессовку (рис. 8.13, *е*) производят до соприкосновения пуансона с матрицей. После опрессовки измеряют остаточную толщину материала (рис. 8.13, *ж*). В гильзах ГАО-4 она должна быть 3,5 мм, ГАО-5 и ГАО-6 — 4,5 мм, ГАО-8 — 6,5 мм. Перед изолированием места опрессовки изоляционной лентой выполненное контактное соединение протирают ветошью, смоченной в бензине.

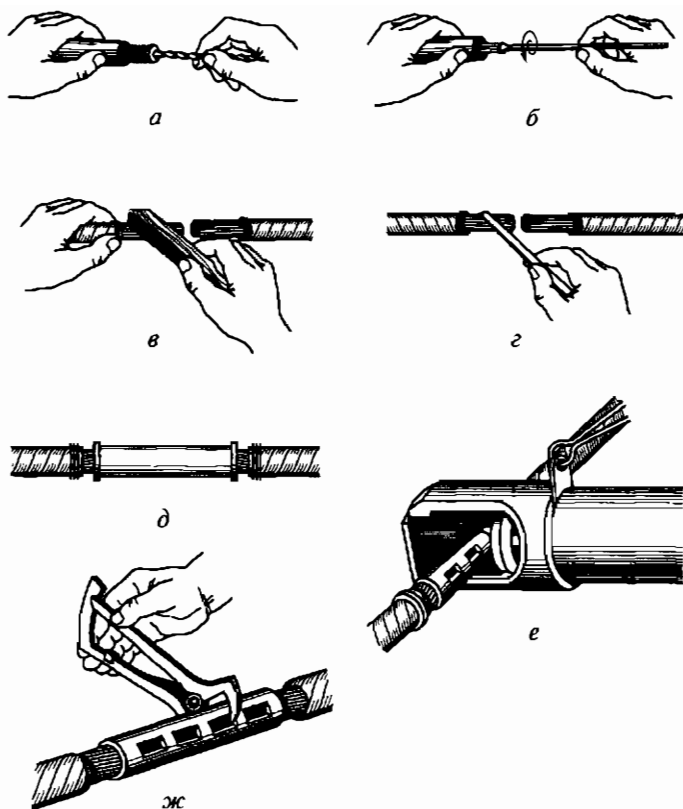


Рис. 8.13. Операции, выполняемые при соединении алюминиевых жил опрессовкой:

а — зачистка внутренней поверхности гильзы; *б* — смазывание внутренней поверхности гильзы; *в* — зачистка концов жил; *г* — смазывание жил кварцево-вазелиновой пастой; *д* — надевание гильзы на жилы; *е* — опрессовка жилы; *ж* — измерение остаточной толщины в месте опрессовки

Одно- и многопроволочные жилы площадью сечения 16... 240 мм² опрессовывают в алюминиевых и медно-алюминиевых наконечниках (ГОСТ 9581—80*) и штифтовых наконечниках (ГОСТ 23598—79*).

При оконцевании (рис. 8.14) подготовленную жилу вводят в наконечник до упора (рис. 8.14, *д*), а при соединении — так, чтобы торцы соединяемых жил соприкасались в середине гильзы. При опрессовке однозубым пуансоном на наконечнике делают два вдавливания, а на гильзе — четыре. Если для опрессовки используют двузубый пуансон, то на наконечнике делают одно вдавливание, а на гильзе — два.

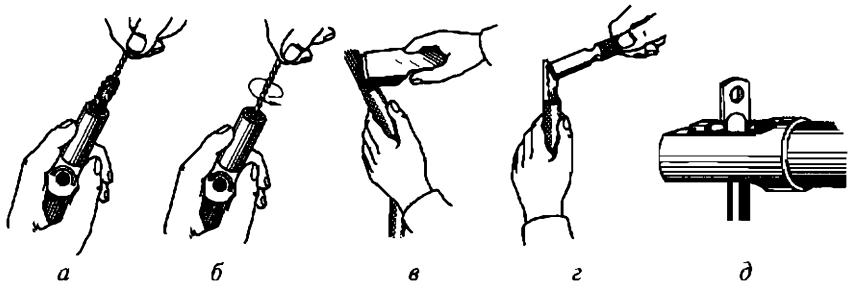


Рис. 8.14. Операции, выполняемые при окончевании алюминиевых жил опрессовкой:

а — зачистка наконечника; *б* — смазывание внутренней поверхности наконечника кварцево-вазелиновой пастой; *в* — зачистка жил; *г* — смазывание жил кварцево-вазелиновой пастой; *д* — опрессовка

После опрессовки контролируют остаточную толщину материала. При площади сечения жил 16... 35 мм она должна быть 5,5 мм, при 50 мм² — 7,5 мм, при 70 и 95 мм — 9,5 мм, при 240 мм² — 14 мм.

Оконцевание однопроволочных жил с площадью сечения 25... 240 мм² часто производят штамповкой наконечника на жиле.

Опрессовку многопроволочных медных жил с площадью сечения 1... 2,5 мм выполняют пресс-клещами ПК-3 или ПК-4 в кольцевых медных наконечниках, обжимаемых специальными пуансонами и матрицами (рис. 8.15).

Оконцевание медных однопроволочных и многопроволочных проводов и кабелей с площадью сечения 4... 240 мм² выполняют в медных наконечниках, а соединение жил с площадью сечения 16... 240 мм² — в гильзах. Опрессовку медных наконечников и гильз выполняют пуансоном и матрицей с одним зубом, на наконечнике делают одно вдавливание, на гильзе — два (по одному на каждый конец соединяемых жил).

Последовательность операций опрессовки та же, что и для алюминиевых жил, но смазывание кварцевовазелиновой пастой не производят.

Механизмы и инструменты для опрессовки выбирают по табл. 8.1.



Рис. 8.15. Кольцевой наконечник (*а*) и конец многопроволочной медной жилы, опрессованный кольцевым наконечником (*б*)

Механизмы и инструменты для опрессовки жил

Механизмы, инструменты	Тип	Область применения
Пресс-клещи	ПК-2	Соединение и ответвление алюминиевых жил площадью сечения 2,5...10 мм ² в гильзах ГАО. Соединение и оконцевание медных жил с площадью сечения до 10 мм ² в гильзах и наконечниках
	ПК-2М	Соединение и ответвление алюминиевых жил в гильзах ГАО-4 и ГАО-5
	ПК-3; ПК-4	Соединение и оконцевание медных жил с площадью сечения 1,5... 2,5 мм ² в кабельных кольцевых наконечниках П
	ПК-1	Соединение и оконцевание жил с площадью сечения 16... 50 мм ²
	ПК-1м	Соединение, оконцевание и ответвление алюминиевых жил с площадью сечения 16... 35 мм ² в гильзах ГАО-5, ГАО-6 и ГАО-8, ГА и наконечниках ТА и ТАМ
Гидравлические и монтажные клещи	ГКМ	Соединение, ответвление и оконцевание алюминиевых жил с площадью сечения до 16 мм ² в гильзах типа ГАО и ГА и наконечниках ТА и ТАМ.
		Соединение и оконцевание медных жил площадью сечения до 10 мм ² в гильзах ГМ и наконечниках Т, обжатие в кольцевых наконечниках П
Ручной механический пресс	РМП-7	Соединение и оконцевание алюминиевых жил при опрессовке вдавливанием: двухзубым пуансоном для площади сечения 16... 120 мм ² и однозубым — для площади сечения 16... 240 мм ² . Соединение и оконцевание медных жил с площадью сечения 16... 240 мм ² при опрессовке вдавливанием однозубым пуансоном
Механический пресс	ПМ-7	Соединение и оконцевание алюминиевых и медных жил с площадью сечения 16... 240 мм ²
Гидравлический пресс	РПГ-7М	Соединение и оконцевание алюминиевых жил при опрессовке вдавливанием: двухзубым пуансоном для площади сечения 16... 120 мм ² и однозубым — для площади сечения 16... 240 мм ² .

Механизмы, инструменты	Тип	Область применения
Гидравлический пресс с электроприводом	МИ-2	Соединение и оконцевание медных жил с площадью сечения 16 ... 120 мм ² при опрессовке вдавливанием однозубым пуансоном Соединение и оконцевание алюминиевых жил с площадью сечения до 300 мм ² , медных — до 240 мм ²
	ПГЭЛ	Соединение и оконцевание алюминиевых и медных жил с площадью сечения 16 ... 240 мм ² . Опрессовка овальных соединений на медных и алюминиевых проводах с площадью сечения 16 ... 185 мм ² и сталеалюминиевых проводах воздушных линий электропередачи с площадью сечения 35 ... 185 мм ²
Гидравлический пресс	ПГР-20	Соединение и оконцевание алюминиевых жил изолированных проводов и кабелей с площадью сечения 16 ... 240 мм способом комбинированного обжатия

8.7. Технология выполнения контактных соединений пайкой

При отсутствии возможности применения сварки и опрессовки для соединения и оконцевания жил проводов и кабелей применяют пайку. Для пайки алюминиевых жил используют припой (табл. 8.2), флюсы (табл. 8.3), паяльник (для однопроволочных жил с площадью сечения 2,5 ... 10 мм²) или пропано-кислородную горелку (для жил с большими площадями сечений). Соединение и ответвление однопроволочных алюминиевых жил с площадью сечения 2,5 ... 10 мм² выполняют двойной скруткой с желобком (рис. 8.16). С жил снимают изоляцию, зачищают до металлического блеска, нагревают пламенем пропано-кислородной горелки до начала плавления припоя. Потирая желобок палочкой припоя, введенной в пламя, лудят жилы и заполняют желобок припоем сначала с одной, а затем с другой стороны. После остывания место соединения изолируют.

Соединение и ответвление одно- и многопроволочных медных жил с площадью сечения до 10 мм² выполняют пропаанной скруткой без желобка. С жилы удаляют изоляцию на длине до 35 мм, зачищают ее наждачной бумагой, пропаивают паяльником в ванночке с расплавленным припоем ПОССу 40-0,5. После остывания место пайки изолируют.

Таблица 8.2

Припои для пайки алюминия и его сплавов

Марка	Температура плавления, °С	Температура пайки, °С	Область применения
П250А	250	300	Лужение и пайка концов алюминиевых проводов
П300А	310	360	Пайка соединений, сращивание алюминиевых проводов с круглой или прямоугольной формой сечения при намотке обмоток трансформаторов
П300Б	410	750	Пайка заливкой алюминиевых проводов
31А	525	650	Пайка изделий из алюминия и его сплавов

Таблица 8.3

Флюсы для пайки мягкими припоями

Марка	Химический состав, %	Область применения
КЭ	Канифоль — 30, спирт этиловый — 70	Пайка токопроводящих частей из меди, латуни и бронзы
ВТС	Вазелин — 63, триэтанолламин — 6,5, кислота салициловая — 6,3, спирт этиловый — 24,2	Пайка проводниковых изделий из меди, латуни, алюминия, бронзы, константана, манганина, серебра
ФВ-3	Фтористый натрий — 8, хлористый литий — 36, хлористый цинк — 16, хлористый калий — 40	Пайка изделий из алюминия и его сплавов цинковыми и алюминиевыми припоями
Водный раствор хлористого цинка	Хлористый цинк — 40, вода — 60	Пайка изделий из стали, меди, латуни, бронзы
ФТКА	Фтороборат кадмия — 10, фтороборат аммония — 8, триэтанолламин — 82	Соединение пайкой алюминиевых проводов с медными

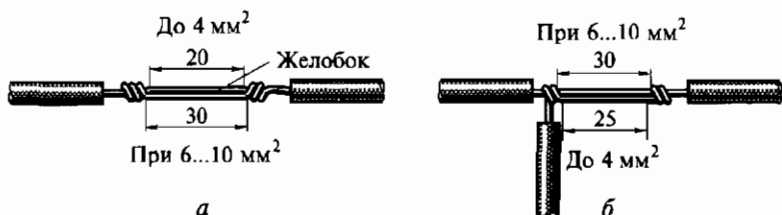


Рис. 8.16. Соединение (а) и ответвление (б) алюминиевых проводов двойной пропаянной скруткой с желобком

Соединение и ответвление одно- и многопроволочных медных жил с площадью сечения $10...240 \text{ мм}^2$ выполняют способом полива расплавленным припоем в гильзах ГПО (для ответвлений) и ГМ (для соединений). После подготовки жил полив припоя производят в течение 1,5 мин (рис. 8.17). За это время гильза должна быть полностью облужена.

Соединение пайкой алюминиевых жил с площадью сечения $16...240 \text{ мм}^2$ с медными жилами выполняют так же, как соединение между собой алюминиевых жил. При этом алюминиевые жилы разделяют ступенчато или со скосом под углом 55° к горизонтали. Концы алюминиевых жил сначала облуживают припоем А, а затем припоем ПОССу, а концы медных жил и медные соединительные гильзы — припоем ПОССу (табл. 8.4). При ступенчатой разделке концов алюминиевых жил пайку соединения производят непосредственным сплавлением припоя А в форму или способом полива расплавленным припоем, а при разделке концов алюминиевых жил со скосом 55° — только способом полива припоем.

Оконцевание алюминиевых жил медными наконечниками выполняют так же, как и оконцевание алюминиевыми наконечни-

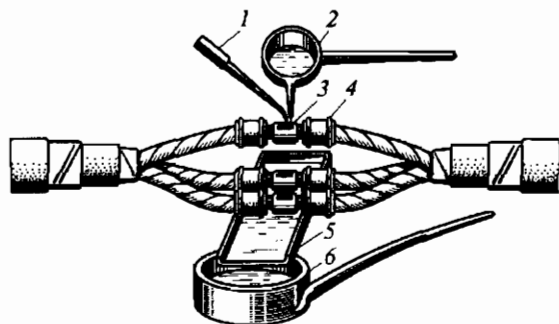


Рис. 8.17. Соединение жил способом полива расплавленным припоем: 1 — крючок; 2 — паяльная ложка; 3 — форма; 4 — асбестовая подмотка; 5 — лоток; 6 — тигель

Припой оловянно-свинцовые

Марка	Температура плавления, °С	Температура пайки, °С	Область применения
ПОС-40	238	290	Пайка и лужение токопроводящих частей из меди, латуни, бронзы
ПОСК-5018	145	185	Пайка деталей из меди и ее сплавов
ПОС-61	190	240	Лужение, пайка токопроводящих частей машин и аппаратов из меди и ее сплавов
ПОС-61М	192	240	То же
ПОССу95-5	240	290	Пайка коллекторов, якорных секций, бандажей, токопроводящих соединений электрических машин и деталей электрооборудования
ПОССу40-05	235	285	Пайка бандажей коллекторов и секций электрических машин, приборов
ПОССу30-05	255	305	Пайка проводов, кабелей, бандажей и деталей аппаратов из меди и ее сплавов

ками. Медный наконечник предварительно облуживают припоем ПОССу (см. табл. 8.4). При разделке конца алюминиевой жилы со скосом под углом 55° этот конец вводят в гильзу наконечника скосом в сторону его контактной части так, чтобы жила была утоплена в гильзе наконечника на 2 мм. Зазоры уплотняют непосредственным сплавлением припоя на скошенную поверхность жилы. Оксидную пленку с торца жилы удаляют скребком под слоем припоя.

Соединение и ответвление алюминиевых жил в медных луженых гильзах выполняют припоем ПОССу40. При этом концы жил предварительно облуживают припоем марки А.

8.8. Концевые заделки кабелей

Основными видами оконцевания кабелей являются концевые заделки (внутри помещений) и концевые муфты (вне помещений). Внутри помещений хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации концевые заделки с применением эпоксидного компаунда. Находят также применение заделки в свинцовых и резиновых перчатках, сухие заделки, выполняемые с помощью поливинилхлоридных лент и стальных воронок, заливаемых битумной массой.

Конструкция эпоксидной заделки типа КВЭн показана на рис. 8.18. При такой заделке на бумажную изоляцию жил надевают трубки из найритовой резины, близкой по своим свойствам к поливинилхлориду. Найритовая резина является стойкой к воздействию азотной, серной и соляной кислот и к растворам минеральных солей, но не обладает стойкостью к бензолу, бром, анилину и органическим растворителям. Эпоксидный корпус заделки образуется в результате заливки съемной формы заранее приготовленным компаундом. Эпоксидные заделки типа КВЭн выпускают в виде комплектов 10 типоразмеров. Каждый комплект содержит расфасованные на одну заделку необходимые компоненты и вспомогательные материалы.

Эпоксидные заделки типа КВЭд обладают высокой влагостойкостью, жилы кабеля в них изолируют двухслойными трубками, подмотку делают липкой лентой. Герметизируют заделки с помощью эпоксидного компаунда, аналогично заделкам типа КВЭн.

Концевые заделки контрольных кабелей с бумажной изоляцией имеют

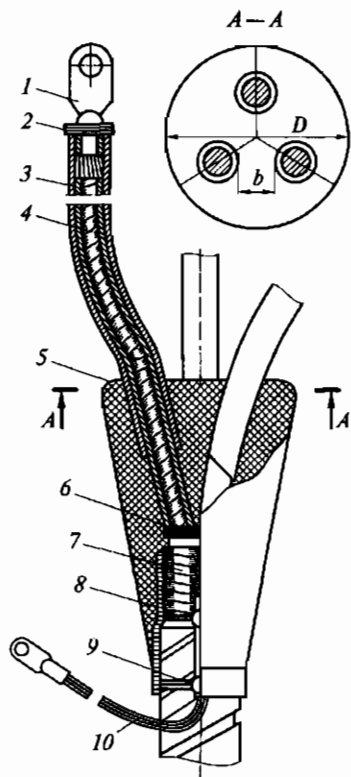


Рис. 8.18. Эпоксидная концевая заделка типа КВЭн с трубками из найритовой резины:

1 — наконечник; 2 — бандаж или хомут; 3 — трубка из найритовой резины; 4 — токоведущая жила в заводской изоляции; 5 — корпус из эпоксидного компаунда; 6 — бандаж из поясной изоляции; 7 — оболочка; 8 — двухслойная подмотка; 9 — проволочный бандаж для провода заземления; 10 — провод заземления

ют много сходных элементов с заделками силовых кабелей напряжением до 1 000 В.

Особенностью концевых заделок для кабелей с резиновой изоляцией является применение защитных лаков, которыми покрывают резиновую изоляцию жил для предохранения ее от разрушения под воздействием окружающей среды. Используют найритовый лак марки СПО-46 или лак марки ИКФ.

Для концевых заделок кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией жил могут применяться надеваемые на эту изоляцию трубки из поливинилхлорида. Такие заделки являются более дорогими, но и более надежными по сравнению с заделками, в которых используется покрытие резиновой изоляции жил защитным лаком.

Контрольные вопросы

1. Какие виды сварок чаще всего применяют при электромонтажных работах?
2. Как осуществляют сварку стали в среде защитного углекислого газа?
3. В каких случаях применяют сварку давлением?
4. Как осуществляют сварку проводов с суммарной площадью сечения до 12,5 мм²?
5. Какова технология термитной сварки?
6. Как производят сварку жил в пропано-кислородном пламени?
7. Как выполняют сварку пластмассовых оболочек кабелей?
8. Как осуществляют оконцевание и соединение жил медных и алюминиевых проводов методом опрессовки?
9. В каких случаях для соединения и оконцевания жил проводов и кабелей применяют пайку?
10. Какие припои используют для пайки алюминия и меди?

ОСНОВЫ ТАКЕЛАЖНЫХ РАБОТ

9.1. Общие требования к механизмам и приспособлениям для такелажных работ

Работы, связанные с подъемом и перемещением грузов, называют *такелажными*. При монтаже электрооборудования, электро- и металлоконструкций такие работы выполняют с помощью различного вида грузоподъемных машин и механизмов, такелажных приспособлений и устройств.

Выбор способа выполнения такелажных работ во многом зависит от состояния монтажной зоны, строительной готовности зданий и сооружений, наличия грузоподъемных средств, имеющейся такелажной оснастки, организации рабочего места такелажников и разработки технологического процесса.

Съемные грузозахватные приспособления (стропы, клещи, траверсы и т. п.), грузоподъемные механизмы (тали, лебедки), сменные грузозахватные органы (крюки, рейферы) и тара должны содержаться и эксплуатироваться в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, утвержденными Госгортехнадзором России, и Правилами безопасности при работе с инструментом и приспособлениями.

На лебедках, таях, кошках, блоках, полиспадах и других грузоподъемных механизмах, находящихся в работе, должны быть указаны наименование предприятия (организации), инвентарный номер, грузоподъемность и дата очередного технического освидетельствования, а на съемных грузозахватных приспособлениях — инвентарный номер, грузоподъемность и дата испытания. Эти сведения размещают на прочно прикрепленной к механизму или приспособлению металлической бирке.

К управлению грузоподъемными механизмами, строповке грузов и такелажным работам допускаются лица не моложе 18 лет, специально обученные и аттестованные в соответствии с указанными ранее правилами и имеющие об этом отметку в удостоверении о проверке знаний.

Обслуживание и ремонт электрооборудования грузоподъемных механизмов производит электротехнический персонал с группой по электробезопасности не ниже третьей.

Рабочих основных профессий, которым приходится выполнять работы, связанные с эксплуатацией грузоподъемных механизмов

и машин, управляемых с пола, и подвешивать грузы на крюк машины или механизма, обучают смежной профессии по специальной программе. После прохождения аттестации квалификационной комиссии они получают удостоверение о проверке знаний и допуске к выполнению стропальных работ или управлению грузоподъемными механизмами.

Грузоподъемные механизмы, в том числе и механизмы, предназначенные для подъема людей (лебедки, гидropодъемники, телескопические вышки и т. п.), не реже 1 раза в 12 мес подвергаются полному техническому освидетельствованию.

В процессе эксплуатации съемные грузозахватные приспособления и тару осматривают в установленные главным инженером предприятия сроки, но не реже чем через 6 мес — траверсы, через 1 мес — тару, клещи и другие захваты, через 10 дней — стропы. Редко используемые съемные грузозахватные приспособления и тару осматривают перед выдачей их в работу. Выявленные в процессе осмотра поврежденные съемные грузозахватные приспособления и тару изымают из эксплуатации.

Лицо, ответственное за содержание съемных грузозахватных приспособлений в исправном состоянии, результаты осмотра заносит в «Журнал учета и осмотра такелажных средств, механизмов и приспособлений».

9.2. Канаты, шнуры, веревки и цепи

Канаты, шнуры и веревки. Стальные канаты, применяемые на грузоподъемных механизмах должны иметь сертификат (свидетельство) завода-изготовителя о соответствии государственному стандарту (табл. 9.1).

Канаты, полученные без свидетельства, необходимо подвергнуть испытанию на соответствие требованиям стандарта. Канаты, не имеющие свидетельства об испытании, использовать в такелажных работах не разрешается.

В зависимости от способа свивки проволок, прядей и сердечника (рис. 9.1) различают следующие основные виды стальных канатов:

односторонней свивки — проволоки в прядях и пряди в канате свиты в одном направлении;

крестовой свивки — проволоки в прядях свиты в одном направлении, а пряди в канате в другом;

комбинированной свивки — одна часть прядей имеет левое, а другая часть — правое направление свивки проволок.

Канаты крестовой свивки менее гибки, чем канаты односторонней свивки, поэтому в грузоподъемных машинах и механизмах, а также для такелажных работ чаще применяют канаты односторонней свивки.

Стандартизированные характеристики стальных канатов

Диаметр, мм	Масса 1000 м смазанно- го каната, кг	Разрывное усилие, кН, не менее, для маркировочной группы, МПа			
		1 372	1 568	1 666	1 764
<i>По ГОСТ 2688—80*</i>					
6,9	176,6	—	24	25,5	26,3
8,3	256	—	34,8	36,95	38,15
9,1	305	—	41,55	44,1	45,45
9,9	358,6	—	48,85	51,85	53,45
11	461,6	—	62,85	66,75	68,8
13	506,6	71,05	81,25	86,3	89
15	844	100	114,5	122	125,5
<i>По ГОСТ 3079—80*</i>					
6,5	269	—	—	—	22,95
8,5	268	—	—	38,3	39,45
11,5	468	—	62,6	66,5	68,75
13,5	662,5	—	88,65	94,2	97,1
15,5	851,5	—	113,5	121	124
19,5	1 350	157,5	180	191,5	197
21,5	1 670	195	222,5	237	244,5

По виду свивки канаты подразделяют на обыкновенные (О) и нераскручивающиеся (Н); по направлению свивки — на канаты с правой и левой свивкой; по типу свивки проволок в прядях — на канаты с точечным касанием проволок между слоями прядей (ТК), линейным касанием (ЛК) или комбинированные (ТЛК).

Для такелажных работ и в грузоподъемных механизмах обычно используют стальные канаты типов ТК, ЛК и ТЛК, состоящие из шести прядей канатной проволоки первого сорта. Каждая прядь может иметь 19, 37 или 61 проволоку.

Жесткие канаты с 19 проволоками в пряди применяют для вант и оттяжек. Они не подвергаются или мало подвергаются изгибу. Канаты с числом проволок в пряди 37 или 61 используют для запасовки полиспастов, изготовления стропов, а также других чалочных приспособлений.

Применение пенькового сердечника придает канату большую гибкость, ослабляет толчки в начале и конце подъема и обеспечивает больший срок службы каната. Изготавливают также сердечники из нейлона или капрона.

От правильного определения диаметра каната и допустимой на него нагрузки зависят как срок службы каната, так и безопасность работ.

Число, показывающее во сколько раз нужно уменьшить нагрузку на канат по сравнению с предельной нагрузкой (разрывным усилием), чтобы перемещение груза было полностью безопасным, называется *коэффициентом запаса прочности* (табл. 9.2).

Канаты, шнуры, веревки из растительных и синтетических волокон также часто используются при работах с грузоподъемными механизмами. Коэффициент запаса прочности изготовленных из них стропов должен быть не менее 8.

Канаты, шнуры и веревки, применяемые для изготовления стропов при такелажных работах, снабжают бирками (ярлыками), на которых указывают инвентарный номер, допустимую грузоподъемность и дату очередного испытания.

Канаты и шнуры, не имеющие паспортов завода-изготовителя, перед использованием должны быть подвергнуты техническому освидетельствованию, включающему в себя осмотр и испытание с записью об этом в «Журнале учета и осмотра такелажных средств, механизмов и приспособлений».

Техническое освидетельствование находящихся в эксплуатации канатов из растительных и синтетических волокон проводят 1 раз в 6 мес.

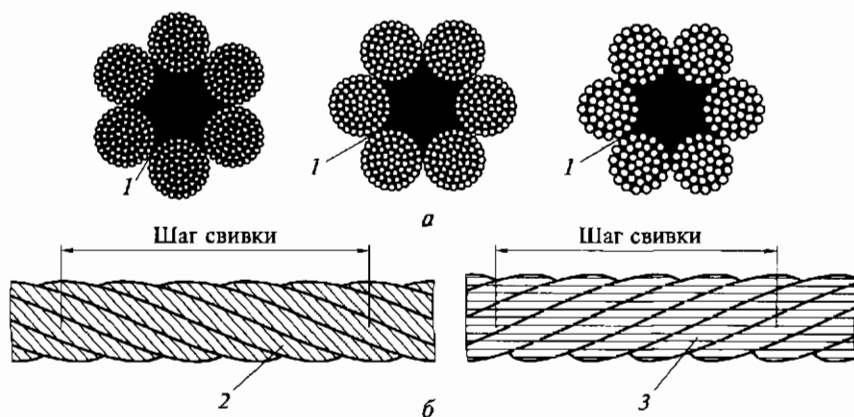


Рис. 9.1. Стальные канаты:

a — виды поперечного сечения; *б* — способы свивки; 1 — пеньковый сердечник; 2 — односторонняя свивка; 3 — крестовая свивка

Минимально допустимый коэффициент запаса прочности канатов

Назначение канатов	Привод и режим работы грузоподъемного механизма	Коэффициент запаса прочности	
Канаты кранов, лебедок, мачт, полиспастов и других подъемных и тяговых устройств	Ручной	4	
	Машинный при режиме:	легком	5
		среднем	5,5
		тяжелом	6
		очень тяжелом	6
Канаты для вант, оттяжек мачт и опор	—	3,5	
Канаты лебедок, предназначенных для подъема людей	—	9	

Для работы в сухих помещениях применяют бельные канаты. Они обладают большей разрывной прочностью, чем пропитанные, но быстро разрушаются под действием влаги. Для работы в условиях повышенной или переменной влажности широко используют пропитанные канаты или канаты из синтетических волокон.

Хранят канаты и шнуры в закрытых сухих помещениях в подвешенном состоянии или на деревянных стеллажах на расстоянии не менее 1 м от отопительных приборов. При хранении они должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей, масла, бензина, керосина и других растворителей.

Если канат применяют для обвязывания грузов, его концы оснащают коушами, скобами и другими грузозахватными приспособлениями. Заплетку петли у пенькового каната делают с помощью двух полных и двух половинных пробивок.

Условия и возможность применения стропов из синтетических и других материалов устанавливает предприятие, использующее такие стропы.

Перед применением канатов убеждаются в отсутствии на них гнили, гари, плесени, узлов, разлохмаченных участков, промятостей, надрывов, надразов и других дефектов. Каждый виток каната должен отчетливо выделяться, скрутка должна быть равномерной.

Применяемые для оттяжки пеньковые канаты не должны иметь перетертых или размочаленных прядей. Если результаты осмотра удовлетворительные, проводят в течение 10 мин статические испытания каната под нагрузкой, вдвое превышающей допустимую

рабочую. Нагрузку создают грузом или тяговым механизмом с применением динамометра.

В процессе эксплуатации канаты и шнуры осматривают через каждые 10 дней.

Цепи. Сварные и штампованные цепи, используемые в качестве грузовых и для изготовления стропов, должны удовлетворять требованиям стандартов.

В качестве грузовых и тяговых применяют сварные калиброванные (СК) и сварные некалиброванные (СН) цепи, последние — главным образом в качестве тяговых.

Износ звена сварной или штампованной цепи допускается не более чем на 10 % от первоначального диаметра (калибра) плюс отрицательный допуск на изготовление цепи.

Пластинчатые цепи используют в качестве грузовых. Запас прочности пластинчатых цепей, применяемых в грузоподъемных машинах, по отношению к разрушающей нагрузке должен быть не менее 5 при машинном приводе и не менее 3 при ручном.

Сращивание цепей производят путем электро- или кузнечно-горновой сварки звеньев или с помощью специальных соединительных звеньев. После сращивания цепь должна быть осмотрена и испытана нагрузкой.

9.3. Такелажная оснастка и строповка грузов

Стропы в основном изготавливают из стальных канатов ТК 6×37, ТК 6×61 и резе — из цепей. Широкое распространение получили стропы облегченного и универсального типов (рис. 9.2). Грузоподъемность стропов оценивают разрывным усилием стального каната, используемого для изготовления стропов, с учетом коэффициента запаса прочности, приведенного в табл. 9.3.

Для изготовления универсального стропа концы каната сплетают друг с другом. Длина сплетения должна быть не менее 40 диаметров каната. Сращивать концы каната внахлестку с помощью сжимов запрещается.

Петли на концах облегченных стропов делают с заплеткой свободного конца на длину не менее 25 диаметров каната и крепят этот конец не менее чем тремя зажимами-хомутами. К концам облегченного стропа иногда крепят обычной заплеткой крюки для упрощения обвязывания груза и предохранения каната от быстрого износа.

Закрепление конца каната выполняют сжимами, клиновыми зажимами или счалкой (сплетением). Закрепление сжимами особенно удобно при отсутствии опытных счалщиков, а также в тех случаях, когда нужно быстро произвести надежное крепление конца каната на месте предстоящих такелажных работ. Сжимы ста-

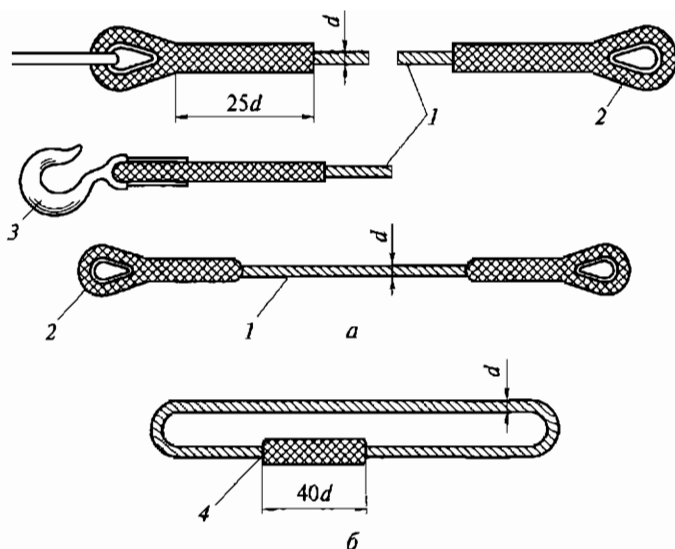


Рис. 9.2. Стропы облегченного (а) и универсального (б) типов:

1 — канат; 2 — петля; 3 — крюк; 4 — сплетение

вят так, чтобы дужка приходилась со стороны короткого конца каната, а затягивают их так, чтобы канат был обжат примерно на $1/3$ его диаметра.

В зависимости от диаметра каната и необходимой степени прочности закрепления применяют различные сжимы (литой, обыкновенный).

Таблица 9.3

Коэффициент запаса прочности стального каната, используемого в полиспадах или для изготовления стропов, вант, расчалок и оттяжек

Назначение каната	Коэффициент запаса прочности
Стропы, огибающие груз, при массе груза:	
до 50 т	8
более 50 т	6
Стропы, прикрепляемые к грузу с помощью крюков, серег или колец без его огибания	6
Ванты, расчалки, оттяжки (с учетом нагрузки от ветра)	3,5
Полиспады с лебедкой:	
ручной	4,5
электрической	5

Определение числа сжимов и расстояния между ними в зависимости от диаметра каната

Диаметр каната, мм	Число сжимов	Расстояние между осями сжимов, мм	Расстояние от центра петли до первого сжима, мм
8,5	3	100	80
13,5	3	100	105
15	3	100	130
18	3	120	145
20	4	125	160
24,5	5	150	195
27	5	160	210
29	5	180	225
38	8	250	300

новенный, кованый, клиновидный и др.) и устанавливают различное их число. Зависимость числа сжимов от диаметра каната приведена в табл. 9.4. Расстояние между сжимами обычно принимают не менее 6 диаметров каната. Болты сжимов затягивают равномерно до отказа на всех установленных сжимах. Для стальных проволочных канатов в основном применяют литые и кованые сжимы. Сжимы размещают так, чтобы затягивающие гайки располагались со стороны рабочей ветви каната. Концы канатов закрепляют сжимами через коуш, который предохраняет канат от расплющивания и расслоения прядей и проволок на перегибах. Размеры коушей зависят от диаметра каната.

Счалку (спелетение) концов канатов между собой разрешают только при условии их одинаковой конструкции и диаметра. Для выполнения чалочных работ применяют специальные инструменты, а также переносные тиски для зажима каната и закрепления коушей, катушки с мягкой проволокой для обмотки и закрепления канатов, круглые клинья из твердого дерева, переносные зажимы для канатов.

Захватные устройства такелажных и монтажных приспособлений (петли, карабины, крюки) должны исключать возможность самопроизвольного расцепления в процессе перемещения грузов и монтажа оборудования. При такелажных работах следует учитывать уменьшение несущей способности канатов в его узлах.

Для подъема грузов массой до 15 т — применяют инвентарные стропы, а свыше 15 т специальные стропы и приспособления, состоящие из нескольких инвентарных стропов и траверс.

При строповке поднимаемого или перемещаемого груза обязательно определяют опытным путем местоположение его центра тяжести. Правильная строповка будет осуществлена лишь тогда, когда ось крюка грузоподъемной машины или механизма будет проходить через центр тяжести поднимаемого или перемещаемого груза.

Во время такелажных работ следят за тем, чтобы стропы не терлись об острые края груза, части оборудования или о стены зданий и не касались других канатов. Для защиты каната от перетирания используют прокладки.

Нельзя допускать большого одностороннего или двустороннего перегиба каната на блоках и барабанах малого диаметра, а также крепления его непосредственно (без коушей) к проушинам, серьгам и рамам.

Применение канатов, имеющих переломы, узлы, обрыв проволочек (табл. 9.5) и износ более допустимых, запрещается.

Стропы крепят за специальные рымы или за массивные и прочные части поднимаемого груза. Все ветви стропов должны быть натянуты равномерно. При строповке грузов ветви предохраняют от соскальзывания на случай задевания груза за посторонние предметы при подъеме.

Места строповки на поднимаемых грузах намечают заранее. Длинномерные грузы, поднимаемые в горизонтальном положении, строят не менее чем в двух местах с применением специальных траверс.

При подвешивании груза на двурогие крюки стропы должны накладываться таким образом, чтобы нагрузка распределялась на оба рога крюка равномерно.

Таблица 9.5

Минимальное число обрывов проволок на длине одного шага свивки, при котором канат должен быть забракован

Первоначальный коэффициент запаса прочности каната	Минимальное число при конструкции каната			
	6×19-114 и один органический сердечник	6×37-222 и один органический сердечник	6×61-366 и один органический сердечник	18×19-342 и один органический сердечник
До 6	12/6	22/11	36/18	36/18
От 6 до 7	14/7	26/13	36/19	38/19
Более 7	16/8	30/15	40/20	40/20

Примечания: 1. Значения в числителе приведены для канатов крестовой свивки, в знаменателе — односторонней свивки.

2. Первое число в обозначении конструкции каната — число жил; второе — площадь поперечного сечения одной жилы, мм²; третье — суммарная площадь поперечного сечения всех жил.

Не использованные для зацепки груза концы многоветвевго стропа следует укреплять так, чтобы при перемещении груза исключалась возможность задевания этими концами за встречающиеся на пути предметы. Петли стропа надо надевать по центру зева крюка.

Рекомендуется применять крюки с предохранительными замыкающими устройствами, предотвращающими соскальзывание стропа с крюка. Все крюки грузоподъемных машин и механизмов должны периодически осматриваться ответственным специалистом-такелажником. Если износ крюка в зеве достиг 10 % проектной высоты сечения, его необходимо заменить. Крюк также должен быть забракован при появлении на нем трещин, надрывов и искривлений.

На всех крюках должны быть четкие надписи с указанием номера крюка по государственному стандарту, максимальной грузоподъемности, наименования завода-изготовителя и даты выпуска.

Входящие в состав такелажной оснастки (в конструкцию грузоподъемных машин) блоки различаются по числу роликов и грузоподъемности. В такелажных приспособлениях применяют одно- и многорольные монтажные блоки. Однорольные (т. е. с одним роликом) блоки используются для непосредственного подъема груза массой от 1 до 10 т, а также в качестве отводных блоков для изменения натяжения канатов. Многорольные блоки применяются, как правило, в полиспастах — грузоподъемных устройствах, состоящих из двух и более монтажных блоков, соединенных между собой канатом (рис. 9.3).

При такелажных работах полиспасты применяют для получения выигрыша в прилагаемой силе, хотя при этом проигрывают в скорости перемещения груза. Скорость уменьшается во столько раз, во сколько раз увеличивается прикладываемая к грузу сила.

При выполнении такелажных работ наиболее часто применяют полиспасты с числом ветвей от 2 до 6 со сбегавшим с неподвижного блока тяговым канатом.

Грузоподъемность полиспаста находится в прямой зависимости от числа рабочих ветвей.

При сборке полиспастов и подъеме с их помощью грузов следят за совпадением вертикальных осей подвижного и неподвижного блоков. Перекос одного блока относительно другого не допускается, поскольку может привести к соскальзыванию каната с блока. Тяговый сбегавший конец каната не должен вывертывать блок полиспаста и вызывать его перекас.

Отводные блоки лучше применять разъемной конструкции, которая позволяет запасовать канат в блок в любом месте по его длине. Располагают отводные блоки так, чтобы проходящий через них тяговый конец каната не имел косога набегания на блок полиспаста.

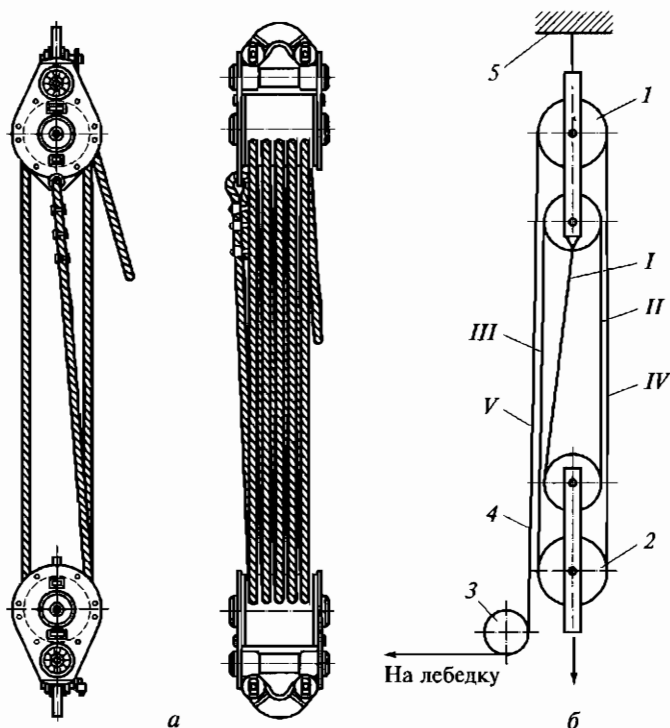


Рис. 9.3. Полиспаст грузоподъемностью 100 т (а) и схема запасовки каната, сбегаящего с неподвижного блока (б):

I—V — ветви полиспаста; *1* — неподвижный блок; *2* — подвижный блок; *3* — отводной блок; *4* — сбегаящий конец каната; *5* — подвеска блока

При выборе грузоподъемности отводных блоков и расчетах привязываемых чалочных канатов необходимо учитывать угол между направлением канатов.

При длительном хранении блоки массой до 60 кг подвешивают за крюки, петли или скобы на прочных перекладинах. Более тяжелые блоки укладывают на полу на подкладках.

Технические освидетельствования блоков и полиспастов должны проводиться под нагрузками, указанными в нормативной документации. Состояние блоков и полиспастов необходимо проверять внешним осмотром перед каждым их применением.

При внешнем осмотре убеждаются, что блоки и полиспасты с приданными им канатами испытаны и имеют металлическую бирку с указанием номера блока или полиспаста, грузоподъемности и даты очередного испытания. Проверяют общее состояние блоков и их отдельных элементов (роликов, щек, подшипников), крепление каната к блоку, смазку роликов и вращение их на оси и обра-

щают внимание на внутреннюю поверхность зева крюка, где чаще всего появляются трещины, на состояние каната, которым оснащен полиспаг, и чистоту каналов для смазки в осях роликов.

Подлежат замене ролики, имеющие трещины, отбитые края, износ втулок, равный 3% диаметра оси и более, диаметр отверстия, превышающий первоначальный более чем на 5%.

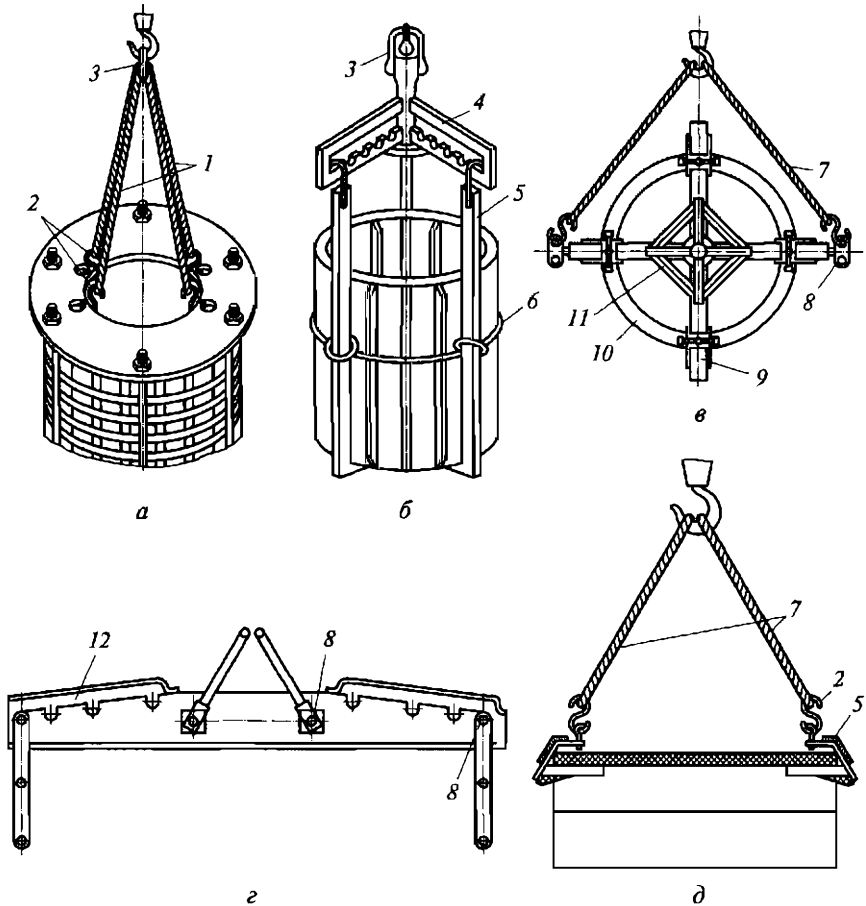


Рис. 9.4. Такелажные приспособления для подъема обмоток трансформаторов:

а — стропы с крюками для подъема стянутой обмотки; *б* — тройная траверса с лапами для подъема обмоток; *в* — приспособление для кантовки и подъема дисковых обмоток; *г* — траверса для подъема обмоток различной длины; *д* — стропы для подъема обмоток, намотанных на бакелитовые цилиндры; 1 — стропы; 2 — крюки; 3 — кольцо; 4 — траверса; 5 — лапа; 6 — канат; 7 — тросы; 8 — серьга; 9 — зажим; 10 — обмотка; 11 — рама; 12 — балка

Такелажная оснастка (рис. 9.4) (стропы, ванты, расчалки, оттяжки, полиспасты, блоки, домкраты, гаки, якоря, траверсы, лебедки и пр.), если она правильно рассчитана, должна обеспечивать полную гарантию безопасности людей, участвующих в такелажных работах, а также сохранность грузов при вертикальном или горизонтальном их перемещении и монтаже.

Нормы и сроки периодических испытаний такелажной оснастки указаны в нормативной документации. Результаты приемочных и периодических испытаний заносят в соответствующий журнал, учитывающий эксплуатацию такелажных приспособлений. После проведения технического освидетельствования на каждом такелажном приспособлении необходимо закрепить бирку (ярлык) с указанием грузоподъемности и даты испытаний. Грузоподъемность приспособления должна соответствовать максимальному усилию, которое будет передаваться на него от массы поднимаемого груза с учетом угла наклона стропа (см. рис. 9.4) и коэффициента запаса прочности (см. табл. 9.3).

9.4. Грузоподъемные машины и механизмы

К грузоподъемным машинам относят все типы кранов. Любые такелажные работы с помощью крана должен выполнять специально подготовленный персонал.

К механизмам для подъема и перемещения грузов относят домкраты, тали, тельферы, лебедки, тележки и др.

Домкраты, используемые для подъема или перемещения груза на незначительное расстояние, подразделяют на реечные, винтовые, клиновые и гидравлические. Перед работой у винтовых домкратов необходимо проверить степень износа винта и гайки, а у реечного — зубцов и шестерен. Износ не должен превышать 20 %.

Под основание домкрата необходимо уложить прочную металлическую пластину, не допуская перекоса, и следить за тем, чтобы головка домкрата опиралась на поднимаемый груз всей своей поверхностью во избежание соскальзывания. Ось домкрата при работе должна совпадать с направлением подъема или перемещения груза.

Выбор домкратов производят по их грузоподъемности и высоте подъема.

Реечные домкраты имеют грузоподъемность 1,5... 2 т и высоту подъема 350... 400 мм, винтовые — 3... 20 т и 130... 350 мм, гидравлические 3... 150 т и 150 мм, клиновые — 5... 10 т и 10... 15 мм.

Рычажно-реечные домкраты снабжают храповым устройством, исключающим возможность самопроизвольного опускания груза при снятии усилия с рычага или рукоятки.

При выверке устанавливаемого оборудования используют клиновые домкраты.

Запрещается поднимать груз, масса которого больше грузоподъемности домкрата, удлинять рычаг домкрата, использовать рычажно-реечные домкраты, не имеющие храпового устройства, или винтовые домкраты с поврежденной резьбой, держаться руками за головку домкрата во время подъема.

Домкраты можно применять только после очередного их испытания. Испытания проводят в течение 10 мин под нагрузкой, превышающей предельную паспортную на 10 %, при этом винты (рейка, шток) должны быть выдвинуты в крайнее верхнее положение.

Подъем домкратом трансформатора, генератора, ячейки распределительного устройства и другого тяжелого оборудования производят постепенно, попеременно то с одной, то с другой узкой стороны груза.

При этом под поднятый край груза обязательно подкладывают доски или бруски толщиной 50 мм, шириной 200 мм и длиной не менее 1 м.

По мере подъема груза их заменяют шпалами. Категорически запрещается перегружать домкраты или допускать неравномерность нагрузки.

Освобождать домкрат из-под поднятого груза или переставлять его можно только после укрепления груза в поднятом положении на подложенных шпалах.

Домкраты с электрическим приводом снабжают устройством для автоматического отключения двигателя в крайних (верхнем и нижнем) положениях штока.

Гидравлические домкраты должны иметь плотные соединения, исключающие утечку рабочей жидкости из цилиндров во время подъема и перемещения грузов. Их оборудуют приспособлениями (обратным клапаном, диафрагмой), обеспечивающими медленное и плавное опускание штока или остановку его в случае повреждения трубопроводов, подводящих или отводящих рабочую жидкость.

Каналы, резьбу и внутреннюю поверхность домкратов нужно содержать в чистоте.

Запорная игла должна свободно вращаться с помощью воротка, а винт рабочего плунжера — от усилия руки.

Обратный клапан, пропускающий рабочую жидкость, неисправные манжеты, плунжер с зазором между ним и корпусом более 1 мм, масляная ванна с трещинами должны быть немедленно заменены новыми.

Лебедки представляют собой грузоподъемные машины для подъема и перемещения груза посредством каната или цепи. Место установки лебедок, способ их крепления, расположения бло-

ков обычно указывают в проекте производства работ (ППР). Лебедку устанавливают так, чтобы она находилась вне зоны производства работ по подъему и перемещению грузов. Обслуживающий персонал должен наблюдать за поднимаемым грузом, креплением и направлением каната.

Пересекать дороги и проходы для людей канатом, идущим к лебедке, не разрешается.

При установке лебедки в здании ее прикрепляют стальным канатом к колонне здания, железобетонному или металлическому ригелю или к кирпичной стене. При этом диаметр и число ветвей крепящего каната рассчитывают по грузоподъемности лебедки с коэффициентом запаса прочности не менее 6. Канат крепят к раме лебедки. Приваривать раму к конструкциям здания не разрешается.

Лебедки с ручным приводом для подъема груза снабжают безопасными рукоятками, находящимися в зацеплении с приводным валом только при вращении их в сторону подъема, или автоматически действующим грузоупорным тормозом, исключающим возможность произвольного опускания груза.

При отсутствии автоматически действующих тормозов или безопасной рукоятки лебедки можно применять только в качестве тяговых, о чем делают специальную запись в паспорте лебедки.

Рукоятки лебедок с ручным приводом снабжают свободно проворачивающимися втулками.

Число рабочих, обслуживающих лебедку с ручным приводом, определяется расчетным усилием, которое каждый рабочий должен прикладывать к рукоятке.

Это усилие при длительной работе должно быть не более 120 Н; при кратковременной работе допускается его увеличение до 200 Н.

При эксплуатации лебедки с ручным рычажным приводом запрещается:

находиться в плоскости качания рычага и под поднимаемым грузом;

применять рычаг, имеющий длину более предусмотренной техническими данными лебедки;

переводить рычаг из одного крайнего положения в другое рывками.

Перемещаемый груз при работе должен надежно крепиться к крюку, а движение рукоятки обратного хода должно быть плавным, без заеданий, тяговый механизм и канат все время должны находиться на одной прямой.

Лебедка с электрическим приводом должна быть заземлена всегда, а лебедка с ручным приводом — только в случае ее применения для работ на воздушных линиях электропередачи, находящихся под напряжением.

Нормы и сроки испытаний подъемных ручных механизмов и грузозахватывающих приспособлений

Механизмы, приспособления	Норма испытаний		Периодичность испытаний
	приемочных и после капитального ремонта	периодических	
Ручные лебедки, тали, блоки, полиспасты, домкраты, канаты (тросы) стальные	Статические испытания нагрузкой $1,25 P_n$, динамические испытания нагрузкой $1,1 P_n$	Статические испытания нагрузкой $1,1 P_n$	Один раз в год
Канаты пеньковые и из синтетических волокон	То же	Статические испытания нагрузкой $2 P_n$	Один раз в 6 мес
Съемные грузозахватные приспособления (стропы, клещи, траверсы, скобы, колыца и др.)	Статические испытания нагрузкой $1,25 P_n$, динамические испытания не проводятся	Внешний осмотр	Осмотр траверс — 1 раз в 6 мес; клещей и остальных приспособлений (кроме стропов) — 1 раз в месяц; стропов (за исключением редко используемых) — 1 раз в 10 дней. Редко используемые стропы осматривают перед выдачей для работы

Примечания: 1. P_n — грузоподъемность, предельная допустимая рабочая нагрузка.

2. Динамические испытания производятся при удовлетворительных результатах статических испытаний. Динамические испытания заключаются в периодических подъемах и опусканиях груза.

3. При статическом испытании груз должен находиться на высоте около 100 мм от земли или пола.

4. При испытаниях канаты и цепи должны выдерживать испытательную нагрузку без разрывов, заметного местного удлинения каната и вытяжки отдельных звеньев цепи.

5. Продолжительность статических испытаний 10 мин.

Канат лебедки при работе должен ложиться на барабан ровными плотными рядами. Расстояние между верхним слоем навитого каната и наружным краем реборды должно быть не менее двух диаметров каната. На барабане при низшем положении грузозахватного органа лебедки должно оставаться не менее 1,5 витков каната, не считая витков, находящихся под зажимным устройством.

Для уменьшения опрокидывающего момента, действующего на лебедку, канат нужно подводить к барабану снизу. Положение набегающей на барабан ветви каната должно быть близко к горизонтальному, и ветвь должна отклоняться не более чем на 2° от плоскости, перпендикулярной оси барабана. Для этого на подходах к лебедке канат иногда пропускают через один или несколько отводных блоков.

Расстояние от оси барабана до оси отводного блока, ближайшего к лебедке, принимают равным 20 длинам барабана.

Тали — подвесные грузоподъемные устройства с ручным, электрическим или пневматическим приводом, как и лебедки, должны иметь исправную зубчатую или червячную передачу и соответствующие предохранительные устройства и тормоза.

Конструкция тали представляет собой объединение цепного полиспаста и ручного привода от бесконечной цепи или рычажного храпового механизма либо моторного привода, подвешенного к тележке.

Применяемые на лебедках и таях канаты рекомендуется смазывать, на концах они должны иметь петли, закрепленные оплеткой.

Крепить тали к колоннам и конструкциям зданий или сооружений можно только с личного разрешения прораба общестроительной организации.

К незакрепленным металлическим конструкциям или железобетонным изделиям, уложенным в штабель, крепить тали не разрешается.

Если электротехническое оборудование или другой груз поднимают с помощью тали, необходимо сначала приподнять груз на высоту 200... 300 мм и убедиться, что таль находится в устойчивом положении, а тормоз — в исправном состоянии. Только после этого можно продолжать подъем.

Электромонтеры, работающие с лебедками, должны быть одеты в спецодежду, не имеющую развевающихся концов; длинные волосы должны быть убраны под головной убор.

Запрещается пользоваться таями, если при осмотре будут обнаружены поломанный зуб шестерни или червяка, неисправный тормоз, сломанный храповик, отсутствие защелки и другие неисправности.

Нормы и сроки испытаний подъемных ручных механизмов и грузозахватных приспособлений приведены в табл. 9.6.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные требования, предъявляемые к механизмам и приспособлениям, используемым для такелажных работ.
2. Какие канаты используют для такелажных работ?
3. При каких такелажных работах используют лебедки?
4. В каких случаях применяют домкраты?
5. Какие грузоподъемные домкраты имеют храповое устройство?
6. Из каких конструктивных узлов состоит электроталь?
7. Как изготовляют стропы?
8. В каких случаях для строповки используют цепи?

Глава 10

ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

10.1. Общие сведения об охране труда

Охрана труда — это система законодательных, социально-экономических, технических, санитарно-гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособность человека в процессе труда.

Современный научно-технический прогресс вносит принципиальные новшества во все сферы материального производства, в корне преобразовывает энергетику, орудия и предметы труда, методы обработки информации и управления, меняет условия труда. В большинстве отраслей промышленности научно-технический прогресс сопровождается улучшением условий труда, ликвидацией на многих производствах тяжелого ручного труда, широким внедрением новых эффективных средств обеспечения безопасности.

В то же время недостаточное или нерациональное использование возможностей научно-технического прогресса приводит в ряде случаев к ухудшению условий труда. Известное положение о том, что механизация и автоматизация трудовых процессов облегчают физический труд, нуждается в некотором уточнении. Безусловно, если оценивать тяжесть труда только по значению энергозатрат, то труд человека, обслуживающего современные машины, сложные технические комплексы, различные виды транспорта, можно считать легким. Но высокомеханизированный труд совершается в условиях ограниченной подвижности, связан с длительным мышечным статическим напряжением (а это наиболее утомительно для мышц) и нередко протекает в условиях чрезмерных нервных нагрузок. Все это приводит к возникновению неврозов, нервно-психических и сердечно-сосудистых заболеваний.

В охране труда большое значение придается нормативно-технической документации, требования которой должны учитываться при проектировании и строительстве производственных предприятий и оборудования, разработке технологических процессов, создании и применении средств, защищающих работников от опасных и вредных производственных факторов.

Основными нормативными документами по охране труда являются:

технические регламенты, разрабатываемые в соответствии с Федеральным законом о техническом регулировании № 184-ФЗ от 27.12.2002 г.;

система стандартов безопасности труда (ССБТ), отраслевые стандарты (ОСТ);

строительные нормы и правила (СНиП) и санитарные нормы проектирования промышленных предприятий (СН);

Правила устройства электроустановок (ПУЭ);

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Межотраслевые правила по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок на территории Российской Федерации;

противопожарные нормы (СНиП 2.08.01-85 и ППБ-08-85);

типовые и местные инструкции по охране труда.

Наибольшее значение среди всех этих документов имеют технические регламенты стандарты безопасности труда.

Система стандартов безопасности труда представляет собой комплекс взаимосвязанных стандартов, содержащих требования, нормы и правила, направленные на обеспечение безопасности, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда. Она устанавливает: требования к организации работ по обеспечению безопасности труда и организационно-методические основы стандартизации в области безопасности труда; требования и нормы по видам опасных и вредных производственных факторов; требования безопасности к производственному оборудованию, производственным процессам, зданиям и сооружениям; требования и средствам защиты работающих.

ССБТ подразделяют на подсистемы, приведенные в табл. 10.1.

В целом ССБТ направлена на решение двух основных задач охраны труда: стандартизации требований, а также средств обеспечения безопасности труда и включения требований обеспечения безопасности труда в стандарты на производственное оборудование и процессы.

Наряду с производственными факторами большое влияние на организм человека при выполнении работ оказывают метеорологические условия, или микроклимат.

Метеорологические условия в основном определяются сочетанием таких факторов, как температура, осадки (дождь, снег) и скорость движения воздуха. На открытых площадках эти факторы нерегулируемы и зависят от природных условий. В производственных помещениях микроклимат зависит от отопления (мощности источников тепловыделения и теплопоглощения), расположения рабочего места, движения воздуха, запыленности и загазованности среды. Все эти факторы в помещениях являются регулируемыми.

Важным для условий труда фактором является подвижность воздуха, которая может составлять 0,2... 1 м/с. Движение воздуха улуч-

Подсистемы стандартов безопасности труда

Шифр	Наименование
0	Организационно-методические стандарты
1	Стандарты требований и норм по видам опасных и вредных производственных факторов
2	Стандарты требований безопасности к производственному оборудованию
3	Стандарты требований безопасности к производственным процессам
4	Стандарты требований к средствам защиты работающих
5	Стандарты требований безопасности к зданиям и сооружениям
6—9	Резерв

шает теплообмен между телом человека и окружающей средой, однако излишняя подвижность (сквозняки, ветер) создает опасность простудных заболеваний.

Оптимальная относительная влажность воздуха составляет 40... 60 %, а допустимая — до 75 %. Повышенная влажность затрудняет теплообмен между организмом человека и окружающей средой, так как не испаряется пот, а низкая влажность вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Для защиты от теплового излучения применяют экраны из теплоизоляционных материалов, водяные завесы и душирование рабочих мест.

Защиту от сквозняков осуществляют плотным закрытием окон, дверей и других проемов, а также устройством тепловых завес у дверей.

Для защиты от пониженной температуры используют утепленную спецодежду, а от осадков — плащи и резиновые сапоги.

Оптимальные и допустимые микроклиматические условия на рабочих местах нормируются в зависимости от времени года, категории работ по тяжести и характеристики помещения по теплоизбыткам.

Оптимальными считаются такие условия труда, при которых наблюдаются наибольшая работоспособность и хорошее самочувствие. Допустимые микроклиматические условия предполагают возможность дискомфортных ощущений, не приводящих к нарушению функционирования организма.

Для обеспечения нормальных микроклиматических условий на рабочем месте рассмотренные ранее параметры микроклимата должны быть взаимосвязаны. Например, при низкой температуре ок-

ружающего воздуха его подвижность должна быть минимальной, так как большая подвижность воздуха создает ощущение еще большего холода, а недостаточная подвижность воздуха при высокой температуре — ощущение жары.

Оптимальное для организма человека сочетание температуры, влажности, скорости движения воздуха определяет комфортность рабочей зоны.

Параметры микроклимата измеряют комплектом приборов: температуру — термометром или термографом; влажность — гигрографом, аспирационным психрометром, гигрометром; скорость движения воздуха — крыльчатый или чашечный анемометром и кататермометром.

Основными мероприятиями, обеспечивающими нормальные условия труда, являются механизация тяжелых ручных работ, защита от источников теплового излучения, перерывы в работе для отдыха.

10.2. Общие сведения об окружающей среде и основных источниках ее загрязнения

Окружающая среда (биосфера) — это область распространения жизни на Земле, включающая в себя верхнюю часть земной коры, воды рек, озер, водохранилищ, морей и океанов и нижнюю часть атмосферы. Биосфера представляет собой равновесную систему, в которой процессы обмена веществ и энергии происходят главным образом за счет жизнедеятельности организмов. Поступающие в окружающую среду загрязняющие вещества от естественных (вулканы, лесные пожары и др.) и искусственных (промышленные объекты, средства транспорта и др.) источников нарушают равновесие протекающих в ней процессов. Загрязнение окружающей среды приводит к ее постепенному разрушению: отравляются воздух и водоемы, уничтожаются фауна и флора. Проблема осложняется ростом населения планеты и его концентрацией в городах.

Самыми распространенными вредными веществами, загрязняющими атмосферу, являются оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, углеводороды и пыль. В выбросах многих промышленных предприятий содержатся пары ртути, аммиак и др.

На долю США, в которых проживает 6 % населения земного шара, приходится 40 % мировых отходов, выбрасываемых в атмосферу (табл. 10.2).

Примерно такие же соотношения выбросов в атмосферу, приходящихся на долю основных источников загрязнения, существуют в большинстве промышленно развитых стран.

В сточных водах промышленных предприятий могут содержаться механические примеси, масло- и нефтепродукты, эмульсии,

Таблица 10.2

Ежегодный выброс в атмосферу загрязняющих отходов в США

Источник загрязнения	Загрязняющие вещества, млн т					Всего	
	CO ₂	SO ₂	CO	NO ₂	Твердые частицы	млн т	%
Автомобили	66	1	12	6	1	86	58,5
Промышленные предприятия	7	9	4	2	6	28	19,0
Электростанции	1	12	1	3	3	20	13,6
Отопительные установки	2	3	1	1	1	8	5,4
Мусоросжигающие установки	1	1	1	1	1	5	3,5

фенолы и другие вещества. Сточные воды литейных цехов загрязнены глиной, песком, частицами стержневой смеси, механических цехов — металлической и абразивной пылью, эмульсиями, маслами, гальванических цехов — кислотами, щелочами. Кроме того, в состав сточных вод предприятий входят бытовые сточные воды (от раковин, душевых, санитарных узлов и т. п.), а также атмосферные (снеговые, дождевые) и поливочные сточные воды, загрязненные в результате контакта с различными веществами, имеющимися на территории предприятий, на крышах цехов и т. п.

Промышленные предприятия Российской Федерации потребляют ежегодно около 12 млрд м³ воды, при этом 90 % этого количества возвращается в водоемы с различной степенью загрязнения.

В процессе производства образуется большое количество отходов в виде лома, стружки, опилок, шлаков, золы, шламов, пыли и др. Все промышленные отходы подразделяют на твердые и жидкие. К твердым отходам относятся отходы металлов, дерева, пластмасс и других материалов, пыль от очистных сооружений в системах очистки газовых выбросов, а также промышленный мусор, состоящий из резины, бумаги, тканей, песка, шлака и т. п. К жидким отходам относятся осадки сточных вод после их обработки, а также шламы пылей из систем мокрой очистки газов. В небольшом количестве в жидких отходах может содержаться ртуть.

К загрязнению окружающей среды причисляют также шумовые и вибрационные воздействия, тепловые выбросы, повышенные электромагнитные излучения и т. п.

Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоемы и недра в настоящее время достигли таких размеров, что в ряде районов земного шара, особенно в крупных промышленных центрах, уровни загрязнений существенно превышают допустимые санитарные нормы.

В современном мире резко возрастает роль экологии, изучающей, в частности, закономерности взаимодействия общества и окружающей среды, а также проблемы ее охраны. На основе оценки степени вреда, приносимого природе индустриализацией производства, совершенствуются инженерно-технические средства защиты окружающей среды, всемерно развиваются замкнутые безотходные технологические производства.

Важное место отводится воспитанию всех членов общества в духе бережного отношения к окружающей среде. На современном этапе развития общества любое техническое решение должно приниматься с учетом не только технологических и экономических требований, но и экологических аспектов.

10.3. Влияние энергетических сооружений на окружающую среду и основные мероприятия по ее охране

Любая деятельность человека, требующая производства энергии и превращения ее в формы, пригодные для использования, оказывает сопутствующие воздействия на окружающую среду, которые при достижении определенного уровня наносят ей ущерб. Воздействия такого рода возникают не только на тепловых электростанциях, преобразующих энергию различных видов органического топлива в электрическую, но и на гидравлических электростанциях, у которых в отличие от тепловых нет никаких вредных выбросов в атмосферу.

Степень загрязнения тепловыми электростанциями окружающей среды зависит от типа и мощности станций. Выбросы диоксида серы, оксида азота, оксида углерода, а также золы имеют место на всех тепловых станциях (за исключением атомных), разница заключается только в объеме этих выбросов.

В окружающую среду вместе с подогретой водой и горячими газами уходит более 60 % исходной энергии топлива. Этот показатель характерен для используемых в настоящее время термодинамических циклов. Указанные потери теплоты не могут быть радикально снижены при дальнейшем совершенствовании существующей технологии паротурбинных электростанций, если не рассматривать комбинированное производство теплоты и электроэнергии, доля которого в общем производстве энергии ограничена. Кроме того, выработанная энергия в процессе ее передачи и потребления также в значительной мере превращается в

теплоту и рассеивается в окружающую среду — природные водоемы и атмосферу.

При определении места сооружения тепловых электростанций нужно уделять особое внимание выбору площадей для золоотвалов, имеющих внушительные размеры. Например, отвал шлаков на первой очереди Рязанской ГРЭС занимает площадь более 150 га.

Если раньше гидроэлектростанции считались чистыми и безвредными предприятиями по выработке электроэнергии, то в последнее время их подвергают критике из-за затопления обширных территорий. Замедление течения рек из-за сооружения плотин электростанций ведет к загрязнению воды, появлению вредных сине-зеленых водорослей, которые способствуют размножению бактерий, несущих эпидемии. Искусственно созданные водохранилища, преимущественно низконапорных электростанций, обладают большой площадью, что вызывает размывы и переформирование берегов. Нельзя сбрасывать со счетов и нарушение режима рыбного хозяйства, а также изменение микроклимата, приводящие иногда к природному дискомфорту (частые туманы, повышенная влажность и т. д.).

Как показала авария на Чернобыльской АЭС, атомные электростанции могут оказать крайне вредное влияние на биосферу. За рубежом нередки весьма пессимистические высказывания в отношении безопасности работы АЭС и хранения ядерных отходов. Ряд ученых считают, что развитие атомной энергетики создает потенциальную опасность для жизни всего человечества.

Передача электроэнергии на расстояние связана с сооружением линий электропередачи (ЛЭП) и отводом под них значительных полос земли. Создаваемые ЛЭП электромагнитные поля вызывают помехи в системах связи, неблагоприятно влияют на человека и все живые организмы.

Ведущиеся в настоящее время работы по компенсации электромагнитных полей от высоковольтных ЛЭП (в частности, путем расщепления фаз и создания в этих фазах сдвига максимумов) позволяют делать обнадеживающие прогнозы.

В интересах нынешнего и будущих поколений в России принимаются необходимые меры для охраны и научно обоснованного рационального использования земли и ее недр, водных ресурсов, растительного и животного мира, для сохранения в чистоте воздуха и воды, обеспечения воспроизводства природных богатств и улучшения окружающей среды. Эти положения нашли свое отражение в Конституции Российской Федерации.

В настоящее время ведутся работы по совершенствованию технологических процессов в целях сокращения выбросов в окружающую среду вредных веществ и улучшения очистки от вредных примесей отходящих газов, увеличения выпуска высокоэффективных газопылеулавливающих аппаратов, водоочистного оборудо-

вания, а также приборов и автоматических станций контроля за состоянием окружающей среды.

При использовании природных ресурсов необходимо соблюдать следующие основные правила:

мероприятия по охране природы разрабатывать и осуществлять на научной основе;

местные интересы подчинять общенародным, а интересы текущего момента — интересам будущего;

немедленно проводить в жизнь регламентирующие указания по использованию природных ресурсов.

К мероприятиям по борьбе с загрязнением атмосферы электростанциями, транспортом и промышленными предприятиями относятся:

увеличение высоты труб на электростанциях и металлургических комбинатах для обеспечения норм выбросов сернистых отходов и рассеяния оксидов азота;

применение ротоклонов, электрофильтров и механических золоуловителей, обеспечивающих улавливание до 99,5 % вредных примесей;

удаление оксидов серы из дымовых газов;

улучшение сжигания топлива;

удаление серы из топлива;

переход на малосернистое топливо;

переход в городах на централизованное теплоснабжение во избежание загрязнения воздуха мелкими котельными;

переход в больших городах на электрификацию процессов в коммунальном хозяйстве и в быту, включая отопление;

внедрение безотходных технологий в промышленности и на транспорте;

строгое соблюдение санитарных норм для всех источников, загрязняющих атмосферу.

Основными мероприятиями по борьбе с загрязнением воды являются:

внедрение оборотных систем водоснабжения;

создание надежных очистных сооружений;

внедрение новых безотходных технологий;

разработка и применение новых санитарных норм.

Охрана почвы и ландшафта является важным звеном комплексной проблемы охраны окружающей среды.

Предприятия, организации и учреждения, разрабатывающие месторождения полезных ископаемых открытым или подземным способом, производящие геологоразведочные, строительные или иные работы на предоставленных во временное пользование сельскохозяйственных землях или лесных угодьях, обязаны за свой счет приводить эти земельные участки в состояние, пригодное для использования в сельском, лесном или рыбном хозяйстве.

В связи с этим необходимо производить рекультивацию земель, в целях борьбы с эрозией почвы сажать лесозащитные полосы. Для уменьшения расхода плодородной земли под полосы отчуждения следует шире использовать кабельные линии, вести разработку сверхпроводящих и криогенных ЛЭП.

Открытые распределительные устройства, занимающие большие территории в городах, в будущем будут выполняться закрытыми и размещаться под землей.

Для уменьшения загрязнения окрестностей ТЭС твердыми отходами предпринимают меры к поставке на электростанции топлива с меньшим содержанием породы, а также всемерно увеличивают масштабы использования золы и шлака для строительства.

10.4. Пожарная безопасность

Пожарная безопасность в электроцехах, мастерских, складских помещениях и на открытых площадках объектов электрохозяйства обеспечивается путем реализации противопожарных мероприятий, предусматривающих как предупреждение пожаров, так и их тушение. Категории производств по пожарной опасности приведены в табл. 10.3.

В производственных и санитарно-бытовых помещениях для курения выделяют специальные места, устанавливают и периодически проверяют исправность противопожарного инвентаря и огнегасящих средств — огнетушителей (пенных, порошковых, углекислотных, бромэтиловых), пекогонов, кранов с резиновыми шлангами или брезентовыми рукавами, электробезопасных брендспойтов, пожарных лестниц, багров, топоров и др. Применение при тушении пожара неизолированных брендспойтов может привести к поражению людей электрическим током. Огнетушители, вырабатывающие токопроводящую пену, в электропомещениях использовать не разрешается.

В электромастерских, электроремонтных цехах, производственных и складских помещениях пожарную опасность часто создают внутренние источники — горючие вещества, легковоспламеняющиеся материалы, спецодежда и др.

К внешним источникам пожарной опасности относят: открытое пламя при разогревании битумов и других масс (мусора, остатков стройматериалов); искры, образующиеся при трении или рубке металлов; заряды статического напряжения; разряды атмосферного электричества; раскаленные куски металла при электро- или газовой резке и сварке; выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания.

Для предупреждения пожара необходимо свести к минимуму возможность появления внешних источников пожарной опасно-

Категории производств по пожарной опасности и минимальные степени огнестойкости зданий, сооружений и помещений энергетического хозяйства предприятия

Здания, сооружения и помещения	Категория производства по пожарной опасности	Минимальная степень огнестойкости
Электроремонтные цехи, мастерские без кузнечных и сварочных отделений	Д	IV
Литейные сварочные и кузнечные цехи и отделения	Г	III
Автогаражи	Г	III
Склады баллонов с горючими газами, бензином	А	II
Помещения высоковольтных лабораторий	Г	II
Помещения для ремонта трансформаторов	В	III
Материальные склады	В	III
Компрессорные станции для сжатого воздуха	Д	IV
Открытые склады площадки	Не нормируют	

сти, особенно зарядов статического электричества. Следует помнить, что бензин может воспламенить образующаяся при электризации диэлектриков разность потенциалов 1 кВ, горючие газы — 3 кВ, горючую пыль — 5 кВ. Для защиты от статического электричества применяют следующие способы:

отвод зарядов статического электричества через заземляющие устройства;

увеличение влажности воздуха до 70 % и более в пыльных помещениях;

добавление в электризирующую среду материалов, повышающих проводимость.

Основными огнегасительными средствами являются: вода, водные растворы, пены, инертные газы, водяной пар, песок, земля. Эффективность тушения пожара во многом зависит от своевременности и интенсивности подачи огнегасительных средств в очаг воспламенения.

К первичным средствам пожаротушения относят: химическую пену, воду из бочек, песок из ящиков, куски войлока или кожи

(размер 2×2 м), инвентарные ведра, багры, лопаты, ломы и топоры. Эти средства должны находиться вблизи зданий, помещений или внутри них.

Набор противопожарного оборудования устанавливают по согласованию с местными органами Госпожнадзора в зависимости от степени пожарной опасности объекта.

Весь пожарный инвентарь должен быть выкрашен в красный цвет и находиться на специальных щитах, к которым должен быть обеспечен легкий доступ.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой система стандартов безопасности труда?
2. Какие метеорологические условия существенно влияют на организм человека?
3. Какими вредными веществами в основном загрязняется биосфера?
4. Какая относительная влажность воздуха является оптимальной для трудового процесса, а какая — допустимой?
5. Как влияет развитие энергетики на биосферу?
6. Перечислите основные мероприятия по борьбе с загрязнением атмосферы и воды.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. Общие сведения об электрических сетях и их схемах	5
1.1. Основные термины и определения	5
1.2. Электротехнические чертежи и схемы	6
1.3. Способы маркировки элементов электрических цепей	9
Глава 2. Сведения об электрических установках	11
2.1. Производство электроэнергии на электрических станциях	11
2.2. Общие сведения об электроприемниках	14
2.3. Качество электрической энергии и надежность электроснабжения	18
2.4. Назначение и классификация подстанций	20
2.5. Схемы и основное электрооборудование понизительных подстанций	20
2.6. Линии электропередачи	23
2.7. Организация электроснабжения предприятия	25
Глава 3. Требования к безопасному устройству и эксплуатации электроустановок	28
3.1. Электротравматизм и его предотвращение	28
3.2. Классификация защитных средств, периодичность их испытаний и осмотров	33
3.3. Правила пользования защитными средствами	35
3.4. Защитное заземление	41
3.5. Осмотр электроустановок и переключения в их схемах	46
3.6. Производство работ в действующих электроустановках	50
Глава 4. Слесарные и слесарно-сборочные работы	54
4.1. Типовые слесарные операции, применяемые инструмент и приспособления. Рабочее место электромонтера	54
4.2. Типовые соединения, применяемые в электротехнических изделиях	64

Учебное издание

Сибикин Юрий Дмитриевич

**Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования
и сетей промышленных предприятий**

Учебник

В двух книгах

Книга 1

9-е издание, стереотипное

Редактор *Е. М. Зубкович*

Технический редактор *О. Н. Крайнова*

Компьютерная верстка: *Р. Ю. Волкова*

Корректоры *И. В. Могилевец, Т. В. Кузьмина*

Изд. № 109101422. Подписано в печать 01.07.2014. Формат 60×90/16.
Гарнитура «Таймс». Бумага офс. № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 13,0.
Тираж 2 000 экз. Заказ № 35948.

ООО «Издательский центр «Академия». www.academia-moscow.ru
129085, Москва, пр-т Мира, 101В, стр. 1.
Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.

Санитарно-эпидемиологическое заключение № РОСС RU. АЕ51. Н 16591 от 29.04.2014.

Отпечатано в соответствии с качеством предоставленных издательством
электронных носителей в ОАО «Саратовский полиграфкомбинат».
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59. www.saprk.ru

Для подготовки квалифицированных кадров по профессии «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)» рекомендуются следующие учебники и учебные пособия:

- Ю. Д. Сибикин
Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. В двух книгах. Книга 2
- В. М. Нестеренко, А. М. Мысьянов
Технология электромонтажных работ
- Ю. Д. Сибикин
Справочник электромонтажника
- В. В. Москаленко
Справочник электромонтера

ISBN 978-5-4468-1385-8



9 785446 813858

Издательский центр «Академия»
www.academia-moscow.ru

