



Ю.Н. Селюк, И.В. Довнар

УЧЕБНАЯ ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНАЯ ПРАКТИКА

Ю.Н. Селюк, И.В. Довнар

УЧЕБНАЯ ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНАЯ ПРАКТИКА

*Рекомендовано в качестве
учебно-методического пособия для студентов учреждений высшего
образования, обучающихся по специальности «Энергетическое
обеспечение сельского хозяйства(по направлениям)», направление
специальности « Энергетическое обеспечение сельского
хозяйства(электроэнергетика)»*

Минск
БГАТУ
2012

УДК 621.31(07)
ББК 31.27я7
С29

Рецензент – старший преподаватель кафедры
«Электротехника и электроника» БНТУ *Л. В. Скуратович*

Селюк, Ю. Н.
С29 Учебная электрослесарная практика : учебно-методическое пособие
/ Ю. Н. Селюк, И. В. Довнар. – Минск : БГАТУ, 2012 – 228 с.
ISBN 978-985-519-542-0.

УДК 621.31(07)
ББК 31.27я7

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Лабораторная работа 1. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	5
Лабораторная работа 2. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫХ РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	16
Лабораторная работа 3. СПОСОБЫ РАЗДЕЛКИ И ОКОНЦЕВАНИЯ ЖИЛ ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ	39
Лабораторная работа 4. РАЗБОРНЫЕ И НЕРАЗБОРНЫЕ КОНТАКТНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ПРИ МОНТАЖЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ.....	69
Лабораторная работа 5. ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	86
Лабораторная работа 6. ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ ТРОСОВЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ	109
Лабораторная работа 7. ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ В ТРУБАХ	124
Лабораторная работа 8. ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ ОТКРЫТОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ.....	148
Лабораторная работа 9. ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ В КОРОБАХ	159
Лабораторная работа 10. ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ	169
Лабораторная работа 11. ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ К МОНТАЖУ	191
Лабораторная работа 12. ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ ПУСКОЗАЩИТНОЙ АППАРАТУРЫ	201
Лабораторная работа 13. ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ	212

ВВЕДЕНИЕ

Целью учебной электрослесарной практики является получение студентами навыков в выполнении основных видов электрослесарных работ, характерных для сельскохозяйственного производства, освоение технологических приемов обработки металлов, пластмасс, проводниковых и электроизоляционных материалов, усвоение основных положений по охране труда и технике безопасности, связанных с выполнением электрослесарных работ.

Данное учебно-методическое пособие составлено в соответствии с программой по учебной электрослесарной практике для студентов специальностей 1-74 06 05 Энергетическое обеспечение сельскохозяйственного производства, 1-53 01 01 Автоматизация технологических процессов и производств (сельское хозяйство) агроэнергетического факультета и включает в себя 13 основных тем.

Лабораторная работа 1

ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Общие требования по охране труда

Соблюдение правил охраны труда является обязанностью каждого студента.

Инструктаж и обучение по охране труда студентов проводит преподаватель в виде:

- первичного инструктажа на рабочем месте до начала выполнения всего курса лабораторных работ;
- внепланового инструктажа в случае изменения технологии работ и несчастного случая;
- целевого инструктажа при выполнении работ, не связанных с обязанностями студентов (погрузка, разгрузка, уборка).

Инструктаж должен подтверждаться личной подписью инструктируемого в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте с указанием даты проведения инструктажа, подписи инструктирующего.

В учебной лаборатории запрещается:

- входить в аудиторию в головных уборах и верхней одежде;
- устранять неисправности в электрооборудовании, устанавливать или заменять лампы электроосвещения. Эту работу должен выполнять электротехнический персонал;
- вносить в помещение горючие и легковоспламеняющиеся вещества и жидкости;
- нахождение студентов в здании кафедры в состоянии алкогольного опьянения либо в состоянии, вызванном употреблением наркотических средств, психотропных или токсических веществ;
- распитие спиртных напитков, употребление наркотических, психотропных или токсических веществ на рабочем месте или в рабочее время, курение в здании кафедры и на прилегающей территории.

Во время занятий следует:

- пользоваться только установленными проходами, не перелезать через оборудование, приборы, стулья, столы;

- при получении травмы или недомогании студенту следует прекратить работу, сообщить об этом преподавателю, применить аптечку, при необходимости вызвать «Скорую помощь».

Требования по охране труда перед началом работы

Привести свою одежду в порядок: застегнуть манжеты рукавов, заправить одежду, застегнуть пуговицы, убрать волосы под головной убор.

Осмотреть свое рабочее место, убрать посторонние предметы, освободить проходы и не загромождать их.

Проверить совместно с преподавателем или лаборантом состояние оборудования, электроприводов, устойчивость и надежность крепления оборудования и его частей, наличие и исправность ограждений вращающихся частей.

Не оставлять без присмотра приборы, устройства, оборудование, включенные в электрическую сеть или нагреваемые любым способом.

На рабочем месте следует держать только те инструменты, приспособления, изделия, материалы, которые необходимы для выполнения данной работы.

Следить за тем, чтобы руки, одежда и обувь всегда были сухими, особенно при работе с электрическими приборами и электрическим оборудованием.

Требования по охране труда при выполнении электрослесарных работ

Работать нужно только исправным инструментом:

а) бойки кернера, молотка, зубила, крейцмейселя должны быть правильно закалены, без трещин и расклепов;

б) ручки молотков должны быть сделаны из соответствующих пород дерева и расклинены металлическим клином; ручки напильников должны иметь металлические кольца;

в) гаечные ключи должны выбираться по размерам гаек и болтов, иметь правильный, несработанный зев; не допускается применение ключей, наращенных трубами;

г) напильники не должны иметь затупленных и загрязненных поверхностей.

Обо всех замеченных неисправностях станков, машин или установок необходимо сообщать мастеру или преподавателю; при этом работа прекращается и принимаются меры к отключению агрегата.

При разметке необходимо на свободный конец чертилки рейсмаса надевать пробку, чтобы не поранить глаза себе и товарищам.

При выполнении слесарных работ наиболее опасна рубка металла, во время которой отлетающие куски могут ранить работающего, поэтому следует пользоваться защитными очками.

При резке металла ручными и приводными ножовками нужно надежно закреплять ножовочное полотно, так как в противном случае оно может разрушиться и вызвать травмирование работающих. Разрезаемую заготовку следует надежно закреплять в тисках; в конце резки следует ослабить нажим на ножовку и поддерживать отрезаемую часть.

При резке металла ножницами должен быть отрегулирован их зазор, а сами ножи должны быть хорошо заточены. Несоблюдение этих условий ведет к образованию заусенцев и к ранению.

При правке листового металла молотом листы следует удерживать кузнечными клещами или струбцинами. Применение кузнечных клещей или струбцин повышает производительность труда и предохраняет от ушибов.

При засыпке труб песком перед нагревом для гибки следует в одной из заглушек сделать небольшое отверстие для выхода газов.

При опиловке необходимо надежно зажимать изделие в тиски, так как в противном случае выскочившая деталь может быть испорчена, а работающий может быть травмирован.

Ручка напильника должна быть прочно насажена на хвостовик во избежание ранения рук или лица. Запрещается пользоваться напильниками без ручек или с неисправными ручками (расколотыми или без насадных колец). Очищать напильник следует только металлической щеткой.

При работе электрической шлифовальной машинкой необходимо надежно закрывать наждачный круг защитным кожухом.

При работе на сверлильном станке запрещается держать деталь рукой. Ее следует прочно укрепить на столе сверлильного станка при помощи специальных приспособлений.

Для предупреждения вырывания дрелей при заедании сверла, особенно в момент выхода сверла из детали, рекомендуется применять самовыключающиеся муфты, которые автоматически отключают дрель в случае превышения расчетного крутящего момента.

При заточке инструмента подручник точила должен отстоять от круга не более чем на 3 мм; во время заточки необходимо применять защитные очки или экран.

Не допускается приступать к работе на станке, не ознакомившись с его управлением и особенностями конструкции.

Стружку не следует счищать руками. Для этой цели необходимо пользоваться крючком, металлической щеткой или скребком.

При работе на наждачном точиле или со шлифовальной машинкой надо обязательно использовать защитные очки.

К работе с электроинструментом могут допускаться лица, предварительно прошедшие проверку знания ими основных правил эксплуатации и техники безопасности. Приведенные ниже основные правила техники безопасности должны строго выполняться студентом при работе с любым видом электроинструмента.

Категорически запрещается работать без заземления инструмента.

Только убедившись в полной исправности электрооборудования и в надежном закреплении рабочего инструмента можно начинать работу.

Включать электрифицированный инструмент следует только перед самым началом рабочей операции; при всяком перерыве в работе двигатель должен быть выключен.

Необходимо следить за исправным состоянием изоляции питающего шнура, не допускать его перекручивания.

При переходе с электроинструментом с одного места работы на другое нельзя допускать натяжения шнура.

Не разрешается оставлять без надзора инструмент, присоединенный к электросети. Студент обязан изучить и выполнять специальные правила при работе тем или иным электроинструментом, которые изложены в прилагаемых к ним инструкциях.

Электроинструмент перед пуском в работу необходимо тщательно осмотреть. При наличии неисправностей в самом инструменте или его электропроводке производить работы запрещается. Перед началом работы с электроинструментом необходимо надеть спецодежду, резиновые перчатки, а при работе в сырых помещениях — диэлектрические галоши.

В системе мероприятий, направленных на обеспечение безопасных и здоровых условий труда, большое значение имеет использование эффективных средств защиты. Они должны создавать наиболее благоприятные для организма человека отношения с окружающей внешней средой и обеспечивать оптимальные условия для трудовой деятельности. По характеру их применения средства защиты делятся на две категории: средства коллективной защиты и средства индивидуальной защиты.

К средствам коллективной защиты относятся средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест; средства нормализации освещения; средства защиты от:

- ионизирующих излучений;
- неионизирующих излучений;
- шума;
- вибрации;
- поражения электрическим током;
- воздействия механических, химических факторов, биологических факторов.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) должны применяться в тех случаях, когда безопасность работ не может быть обеспечена конструкцией и размещением оборудования, организацией производственных процессов, архитектурно-планировочными решениями и средствами коллективной защиты.

К средствам индивидуальной защиты относятся: изолирующие костюмы, пневмокостюмы, гидроизолирующие костюмы, скафандры; средства защиты органов дыхания: противогазы, респираторы, пневмошлемы, пневмомаски; специальная одежда: комбинезоны, полукOMBинезоны, куртки, брюки, костюмы, халаты, плащи, полущубки, тулупы, фартуки, жилеты, нарукавники; специальная обувь: сапоги, ботфорты, полусапоги, ботинки, полуботинки, туфли, галоши, боты, бахилы; средства защиты головы: каски, шлемы, подшлемники, шапки, береты, шляпы; средства защиты рук: рукавицы, перчатки; средства защиты лица: защитные маски, защитные щитки; средства защиты органов слуха: противοшумные шлемы, противοшумные наушники, противοшумные вкладыши; средства защиты глаз: защитные очки; предохранительные приспособления: предохранительные пояса, диэлектрические коврики, реечные захваты, манипуляторы, наколенники, налокотники, наплечники; защитные дерматологические средства: моющие средства, пасты, кремы, мази.

При выдаче СИЗ должен проводиться специальный инструктаж по правилам пользования и простейшим способам проверки их пригодности к эксплуатации, а в необходимых случаях — тренировка с целью лучшего усвоения способов и приемов применения СИЗ.

Спецодежда используется для защиты тела рабочего от неблагоприятных факторов производственной среды и должна отвечать следующим требованиям: защищать от производственных вредностей, обеспечивать нормальную терморегуляцию организма, хорошо очищаться от загрязнений и др.

Спецодежда должна обладать как защитной способностью, так и сохранять такие гигиенические свойства, как гигроскопичность, воздухопроницае-

мость и др. Если в одном виде одежды нельзя совместить все эти свойства, то обязательным является обеспечение защитных свойств, а отсутствие или недостаточность гигиенических свойств компенсируется покроем.

Для изготовления одежды применяются ткани из натуральных волокон (хлопчатобумажные, шерстяные, льняные), искусственных и синтетических волокон; используются специальные пропитки, покрытия или другие виды обработки тканей.

Для защиты от конвекционной теплоты используются халаты, брюки, куртки из хлопчатобумажных, льняных тканей.

Для защиты от влаги используется одежда с применением тканей с водонепроницаемыми пропитками (парафиновые эмульсии, битумы, смолы и др.).

Для предохранения от пыли применяется спецодежда из ткани атласного переплетения типа «Молескин» — комбинезоны с завязками на руках, щиколотках.

К средствам индивидуальной защиты глаз и лица относятся очки открытого и закрытого типов, козырьковые очки, ручные и наголовные щитки, шлемы, защищающие глаза и органы дыхания.

При выборе очков и других средств защиты глаз следует исходить из особенностей производственного процесса.

При механической обработке материалов (обрубка, клепка) применяют очки закрытого типа с безосколочными стеклами. При разливе металлов и сплавов, а также агрессивных жидкостей рекомендуются очки закрытого типа, маски с экраном или светофильтром. Отраженный свет излучения требует применения очков закрытого типа или масок с защитным экраном и светофильтрами. Для защиты глаз от лучистой энергии применяют очки со светофильтрами (табл. 1.1). Специальные очки с металлизированными стеклами используют для защиты глаз от электромагнитных излучений в диапазонах миллиметровых, сантиметровых, дециметровых и метровых волн.

Для защиты глаз, лица и шеи от механических повреждений и от излучения необходимо применять специальные щитки и маски. Для защиты электросварщиков выпускаются щиток-маска, щиток наголовный или маска защитная с прозрачным экраном.

Действие электрического тока на живую ткань в отличие от действия других материальных факторов (пар, химические вещества, излучения и т. п.) носит своеобразный и разносторонний характер. Проходя через организм человека, электрический ток производит **термическое и электролитическое действия**, являющиеся обычными физико-химическими процессами, присущими как

живой, так и неживой материи; одновременно электрической ток производит и биологическое действие, которое является особым специфическим процессом, свойственным лишь живой ткани.

Таблица 1.1

Типы защитных очков			
Тип обозначения	Наименование	Вид очкового стекла	Назначение
1	2	3	4
О	Открытые защитные очки	Бесцветное стекло Светофильтр	Защита спереди и с боков от твердых частиц. Защита спереди и с боков от слепящей яркости видимого излучения, радиоволн и от сочетания их с твердыми частицами
од	Двойные открытые защитные очки	Комбинация бесцветного стекла и светофильтра	Защита спереди и с боков от слепящей яркости видимого излучения, инфракрасного излучения, радиоволн и твердых частиц при чередующихся воздействиях вредного излучения и твердых частиц
зп	Закрытые защитные очки с прямой вентиляцией	Бесцветное стекло Светофильтр	Защита спереди, с боков, сверху и снизу от твердых частиц. Защита спереди, с боков, сверху и снизу от слепящей яркости видимого излучения, инфракрасного излучения и от сочетания их с твердыми частицами
зпд	Двойные закрытые защитные очки и светофильтры	Комбинация бесцветного стекла и светофильтра	Защита спереди, с боков, сверху и снизу от слепящей яркости видимого излучения, инфракрасного излучения и твердых частиц при чередующихся воздействиях вредного излучения и твердых частиц
зн	Закрытые защитные очки с непрямой вентиляцией	Бесцветное стекло	Защита спереди, с боков, сверху и снизу от ультрафиолетового излучения, радиоволн и от сочетания их с пылью и твердыми частицами

1	2	3	4
знд	Двойные закрытые защитные очки с непрямой вентиляцией	Комбинация бесцветного стекла и светофильтра	Защита спереди, с боков, сверху и снизу от ультрафиолетового излучения, радиоволн, пыли и твердых частиц при чередующихся воздействиях вредного излучения и пыли или твердых частиц
г	Герметичные защитные очки	Бесцветное стекло Светофильтр	Защита спереди, с боков, сверху и снизу от разъедающих газов, жидкостей и от сочетания их с пылью и твердыми частицами. Защита спереди, с боков, сверху и снизу от ультрафиолетового излучения, слепящей яркости видимого излучения, инфракрасного излучения и от сочетания их с разъедающими газами и жидкостями
гд	Двойные герметичные защитные очки	Комбинация бесцветного стекла и светофильтра	Защита спереди, с боков, сверху и снизу от ультрафиолетового излучения, слепящей яркости видимого излучения, инфракрасного излучения, разъедающих газов, жидкостей, пыли и твердых частиц при чередующихся воздействиях вредного излучения и разъедающих газов, жидкостей, пыли и твердых частиц
л	Защитный лорнет	Светофильтр	Защита спереди от слепящей яркости видимого излучения и инфракрасного излучения (при условии кратковременной работы)
к	Козырьковые защитные очки	Светофильтр	Защита спереди от слепящей яркости видимого излучения и инфракрасного излучения (при условии работы в защитном головном уборе)
н	Насадные защитные очки	Бесцветное стекло Светофильтр	Защита спереди от твердых частиц (при условии работы в корригирующих очках). Защита спереди от слепящей яркости видимого излучения (при условии работы в корригирующих очках)

Термическое действие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве до высокой температуры кровеносных сосудов, нервов, сердца, мозга и других органов, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства.

Электролитическое действие тока выражается в разложении органической жидкости, в том числе и крови, что вызывает значительные нарушения ее физико-химического состава.

Биологическое действие тока проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма, а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормально действующем организме и теснейшим образом связанных с его жизненными функциями.

При прохождении электрического тока непосредственно через мышечную ткань возбуждение, обусловленное раздражающим действием тока, проявляется в виде непроизвольного сокращения мышц. При токе 20–25 мА, протекающем между руками или между рукой и ногами, мышцы судорожно сокращаются и человек самостоятельно не может оторваться от электроисточника. У многих при этом нарушаются голосовые связки, и они не могут позвать на помощь.

Наибольшее значение тока, при котором человек в состоянии самостоятельно освободиться от его действия, называют максимальным отпускающим током. Чуть меньшее значение тока называют минимальным неотпускающим током (для мужчин это 20–25 мА, для женщин 10–15 мА). При токе около 100 мА и продолжительности воздействия 3 с или более может возникнуть фибрилляция сердца, остановить которую можно только с помощью специального прибора — дефибриллятора.

Для защиты от поражения электрическим током используется ряд специальных технических средств.

Диэлектрические боты и галоши применяют в качестве дополнительного средства защиты в закрытых и при отсутствии осадков в открытых электроустановках. Диэлектрические боты и галоши защищают работающих от поражения током при повреждении изоляции электрооборудования. Их использование значительно увеличивает электрическое сопротивление человека и, следовательно, снижает величину протекающего тока.

Диэлектрические боты и галоши по внешнему виду (цвету, отсутствию лакировки или специальных знаков) должны отличаться от бот и галош, предназначенных для других целей. Электроустановки следует комплектовать диэлектрической обувью нескольких размеров.

Диэлектрические резиновые ковры применяются в качестве дополнительного средства защиты в закрытых электроустановках напряжением до 1000 В и выше, кроме особо сырых помещений.

В сырых и подверженных загрязнению помещениях необходимо использовать изолирующие подставки. Изолирующая подставка состоит из настила, укрепленного на опорных изоляторах высотой не менее 70 мм. Настил размером не менее 50×50 см изготавливается из сухих деревянных планок толщиной не менее 30 мм без сучков и косослоя. Просветы между планками не должны превышать 3 мм. Сплошные настилы применять не рекомендуется, так как они затрудняют проверку отсутствия случайного шунтирования изоляторов. Настил должен быть окрашен со всех сторон.

Изолирующие подставки должны быть прочными и устойчивыми. Для устранения опрокидывания края настила не должны выступать за опорную поверхность. Назначение данных средств аналогично изложенному ранее.

Слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками применяют для работы под напряжением в электроустановках до 1000 В в качестве основного средства защиты.

Изолирующие рукоятки должны быть выполнены в виде чехлов или в виде неснимаемого покрытия из влагостойкого, маслобензостойкого, нехрупкого электроизоляционного материала с упорами со стороны рабочего органа. Изоляция должна покрывать всю рукоятку, ее длина должна быть не менее 100 мм до середины упора. Изоляция стержней отверток должна оканчиваться на расстоянии не более 10 мм от конца лезвия отвертки. Изолирующие рукоятки как на поверхности, так и в толще изоляции не должны иметь раковин, сколов, вздутий, дефектов.

По окончании работы следует отключить все установки и электрооборудование, сообщить об этом мастеру или преподавателю, затем убрать рабочее место, сдать полученные инструменты, приспособления и методические пособия.

Студент допускается к выполнению электрослесарных работ после изучения изложенных правил охраны труда с пометкой в журнале по технике безопасности.

Упражнение 1

1. Изучить изложенный в работе материал; при необходимости дополнительно ознакомиться с имеющимися в лаборатории инструкциями.
2. Практически ознакомиться со средствами индивидуальной защиты, представленными в лаборатории, освоить порядок их применения.
3. Выполнить тестовое задание по ТБ и расписаться в журнале регистрации инструктажа.

Лабораторная работа 2

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫХ РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

При выполнении электрослесарных работ используются различные инструменты и оборудование, которые условно можно объединить в следующие группы:

- измерительные инструменты и приборы;
- вспомогательный и режущий инструмент;
- специализированные электромонтажные инструменты;
- механизированное оборудование и электроинструменты.

К первой группе относятся инструменты для выполнения различного рода измерений (длины, углов, высоты и т. д.), а также приборы для измерения электрических либо неэлектрических величин.

Штангенинструменты. К ним относятся инструменты с линейным нониусом (шкала отсчета): штангенциркули, штангенглубомеры и штангенрейсмусы. Эти три вида инструментов отличаются друг от друга только расположением измерительных поверхностей.

Штангенциркуль — инструмент, который используется как для наружных, так и внутренних измерений, а также для разметочных работ. Он состоит из штанги с неподвижными измерительными губками, расположенными на одном из ее концов, а также рамки с губками, по форме и размеру соответствующих неподвижным. На штанге нанесена основная шкала с делениями 1 мм, а на перемещающейся рамке закреплен нониус. Наружные размеры могут измеряться как одними, так и другими губками. Верхние губки заострены, поэтому с их помощью можно выполнять разметку (рис. 2.1).

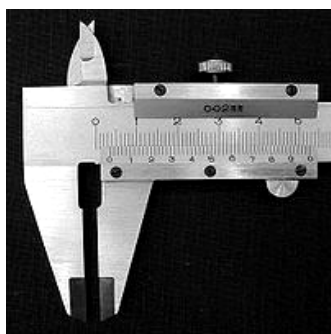


Рис. 2.1. Штангенциркуль

Штангенциркуль имеет микроскопическое устройство, позволяющее с большой точностью регулировать перемещение рамки с подвижной губкой и быстро устанавливать заданный размер.

Штангенглубомер служит для измерения глубины несквозных отверстий, выточек, канавок, пазов, уступов и т. п. (рис. 2.2).

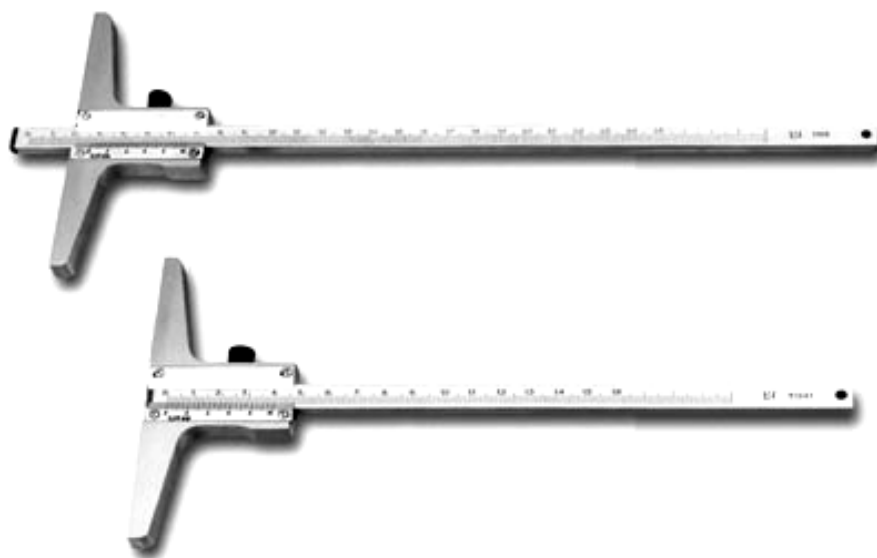


Рис. 2.2. Штангенглубомер

Штангенрейсмус предназначен для измерения высоты деталей в пределах до 2 500 мм, а также для разметки деталей (рис. 2.3).

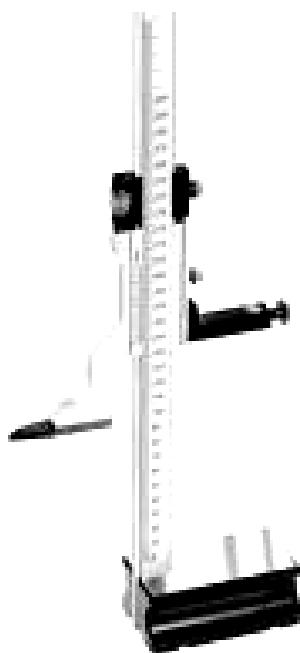


Рис. 2.3. Штангенрейсмус

Измерительные линейки. Применяют для измерений с нужной точностью внутренних и наружных размеров плоских деталей. Измерения линейкой производят путем прикладывания ее к измеряемой детали.

Чертилки (рис. 2.4) предназначены для выполнения разметочных линий по линейке, угольнику или шаблону. Угол заострения — $15\text{--}20^\circ$. Форма инструмента — различная.

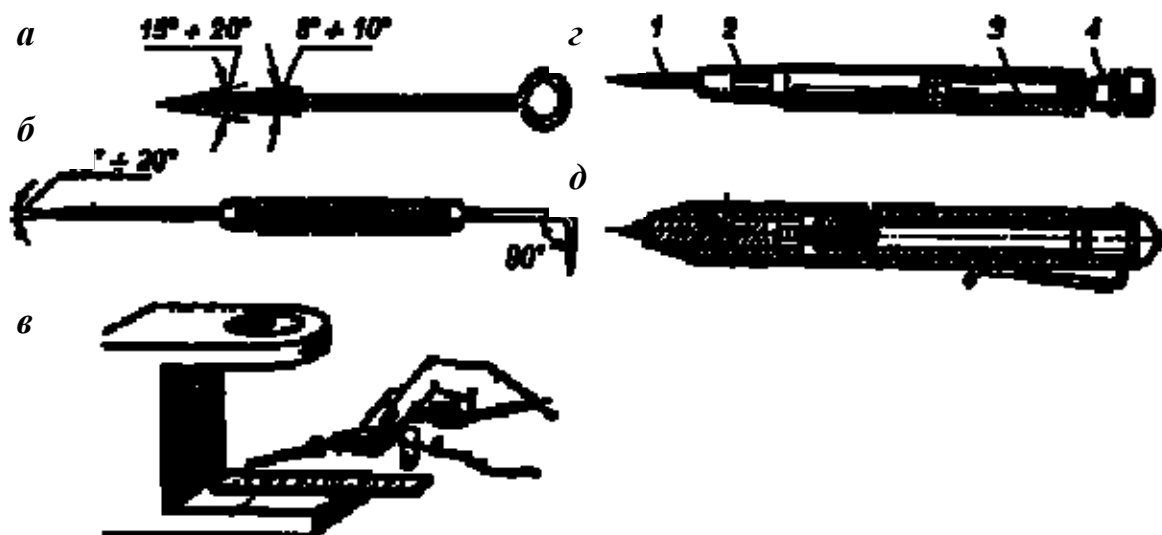


Рис. 2.4. Чертилки:

а — круглая; *б* — с отогнутым концом; *в* — применение чертилки с отогнутым концом; *г* — со вставными иглами; *д* — карманная; 1 — игла; 2 — корпус; 3 — запасные иглы; 4 — пробка

Инструменты для проверки углов. Для проверки углов используют угольники, универсальные угломеры и другие инструменты.

Угольники являются наиболее распространенным инструментом для проверки точности прямых углов и для контроля взаимно перпендикулярного расположения плоскостей деталей. Наиболее распространенными угольниками при монтаже оборудования являются слесарные плоские и с широким основанием.

Угольники с углом 90° бывают как цельные, так и составные, различных размеров (рис. 2.5, 2.6). Для проверки прямых углов угольник накладывают на проверяемую деталь и определяют правильность обработки проверяемого угла на просвет. При проверке наружного угла угольник накладывают на деталь его внутренней частью, а при проверке внутреннего угла — наружной частью. Иногда размер просвета определяют с помощью щупов.

С помощью угольников можно лишь проверить правильность заданных или выполняемых углов, но судить о величине отклонения нельзя.



Рис. 2.5. Угольник слесарный с широким основанием УШ

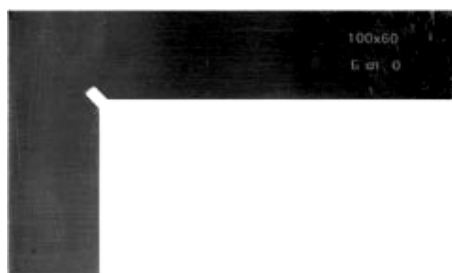


Рис. 2.6. Угольник плоский УП

Для измерения или разметки углов или определения величины переносимых углов пользуются *транспортиром* или *угломером*. Угломеры, содержащие шкалу и нониус, позволяют сравнительно точно измерять величины любых углов (рис. 2.7).

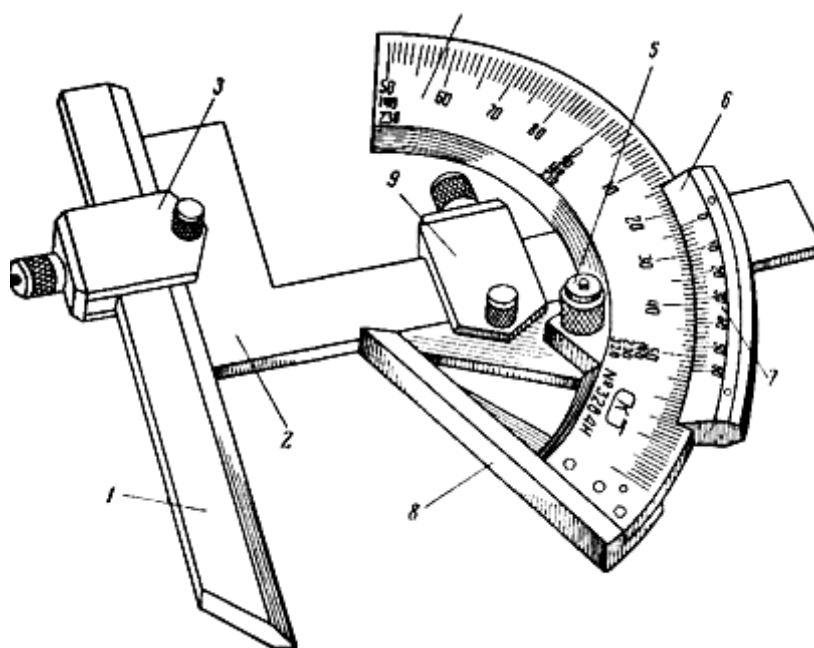


Рис. 2.7. Угломер

Одномерные инструменты. Наряду с многомерными измерительными инструментами, которыми измеряют любой размер в пределах крайних делений шкалы инструмента, применяют так называемые одномерные инструменты для проверки одного определенного размера, форм и взаимного расположения поверхностей деталей. К ним следует отнести калибры, шаблоны и щупы.

Калибры — бесшкальные измерительные инструменты, предназначенные для проверки определенных размеров обрабатываемых деталей. Калибры определяют не числовые значения измеряемых величин, а годность детали, т. е. правильность ее действительных размеров (рис. 2.8).



Рис. 2.8. Калибр измерительный

Для проверки контуров деталей сложного профиля используют профильные калибры (шаблоны). Они представляют собой как бы элемент сопрягаемой детали.

Щупы (рис. 2.9) применяют при выверке оборудования, сборке его узлов, для проверки зазоров между сопрягаемыми поверхностями. Они представляют собой металлические пластины определенной толщины. При выполнении электрослесарных работ для предварительных грубых измерений получили широкое распространение металлические или деревянные *метры* (складные) (рис. 2.10), а при контроле заготовок больших размеров или трасс для прокладки электропроводок или шин с невысокой точностью используются *рулетки* (рис. 2.11).



Рис. 2.9. Щупы



Рис. 2.10. Метр складной



Рис. 2.11. Рулетка измерительная

Для задания или проверки вертикальной базы отсчета, контроля отклонения формы, а также для вертикального проецирования точек и переноса осей применяют отвесы. Простейший отвес состоит из тонкой нити с грузом.

Для контроля расположения поверхностей оборудования используют *гидростатические нивелиры* (рис. 2.12). По разности превышений ими можно оценивать наклоны протяженных плоских поверхностей и отклонения их формы. Среди многочисленных и разнообразных нивелиров применяется, в частности, шланговый. Он состоит из двух сообщающихся сосудов, выполненных в виде цилиндров, соединенных шлангом. На цилиндрах имеются шкалы. Внутри цилиндра с миллиметровой шкалой размещен поплавок с нанесенной на нем кольцевой риской. Фиксация положения риски поплавка относительно шкалы проводится визуально.



Рис. 2.12. Гидростатический нивелир

Для измерения малых отклонений поверхностей оборудования от горизонтальности используются *уровни* (рис. 2.13).



Рис. 2.13. Уровень с двумя ампулами: одна размещена вдоль оси, другая – перпендикулярно

По принципу действия различают ампульные и маятниковые уровни.

Приборы для измерения сопротивления, тока, напряжения

При выполнении электрослесарных работ необходимо измерять некоторые электрические величины, в основном электрическое сопротивление, для чего используют разнообразные методы и приборы, среди которых наибольшее распространение получил прямой метод.

Для прямого метода измерения применяют омметры, мегаомметры (рис. 2.14), а также различные мосты, в которых реализуется метод сравнения измеряемого сопротивления с сопротивлением образцовых резисторов.

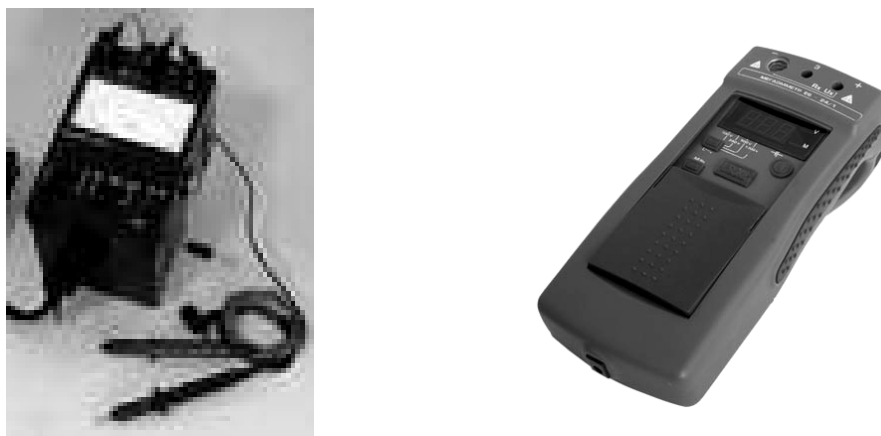


Рис. 2.14. Мегаомметры

Для измерения сопротивления изоляции электроустановок, а также для измерения значительных сопротивлений и в некоторых других случаях используют мегаомметры. Они могут быть аналоговыми (для отображения результатов измерения используется прибор с индикаторной стрелкой, измеряемое сопротивление является непрерывной величиной) и цифровыми (измеряемое сопротивление преобразуется в дискретную величину и отображается на цифровом индикаторе). Аналоговые мегаомметры включают в себя генератор постоянного тока с ручным приводом (либо преобразователь напряжения питания) и измерительный прибор. Сущность измерения при помощи мегаомметра заключается в подаче на измеряемую изоляцию определенного испытательного напряжения (500–2500 В) и измерении величины электрического сопротивления испытуемой изоляции. К аналоговым относят мегаомметры марок ЭСО203, М4100 и др.

Порядок работы с аналоговым мегаомметром со встроенным генератором следующий.

1. Устанавливают переключатель измерительных напряжений и переключатель диапазонов измерения в нужные положения.

2. Убедившись в отсутствии напряжения на объекте измерения, подключают объект к гнездам «гх». При необходимости экранировки для уменьшения влияния токов утечки экран объекта подсоединяют к гнезду «Э».

3. Для проведения измерений вращают рукоятку генератора со скоростью 120-144 оборотов в минуту.

4. После установления стрелочного указателя на определенной отметке делают отсчет значения измеренного сопротивления. При необходимости следует перейти на другой диапазон измерения.

5. По окончании измерений устанавливают переключатели мегаомметра в среднее положение.

Одной из разновидностей цифровых мегаомметров является прибор модели Е6-24. Указанная модель оснащена системой защиты от подключения к необесточенной сети или внезапной подачи напряжения во время измерений. Мегаомметр позволяет выбрать одно из трех испытательных напряжений (500; 1000; 2500 В). Текущее значение испытательного напряжения отображается светодиодным индикатором на лицевой панели прибора.

Питание мегаомметра осуществляется как от аккумуляторной батареи, так и от сети переменного тока через адаптер, служащий для зарядки аккумулятора. Мегаомметр Е6-24 оборудован системой контроля состояния аккумулятора. Диапазон измерений — до 10 ГОм, ток в измерительной цепи — не более 1 мА.

Для измерения величины напряжения переменного либо постоянного тока используются вольтметры. Они, как и мегаомметры, могут быть аналоговыми и цифровыми. Существуют также и электронные вольтметры, показания которых могут быть представлены как в цифровой, так и в аналоговой формах. В отличие от аналоговых электронные вольтметры постоянного и переменного токов имеют высокие входное сопротивление и чувствительность, широкие пределы измерения и частотный диапазон от 20 Гц до 1000 МГц, малое потребление тока из измерительной цепи.

При измерении напряжения методом непосредственной оценки вольтметр подключается параллельно участку исследуемой цепи. Для уменьшения погрешности измерения собственное потребление энергии вольтметра должно быть мало, а его входное сопротивление — велико.

Амперметры применяются для измерения силы постоянного и переменного тока, включаются в цепь последовательно с нагрузкой.

К вспомогательному и режущему инструменту относят: слесарные молотки, кернеры, чертилки, разметочные циркули, рейсмусы, зубила, ножницы по металлу, ножовки, напильники, отвертки и т. д.

Слесарные молотки (рис. 2.15) являются наиболее распространенным ударным инструментом. Они служат для нанесения ударов при рихтовке, рубке, пробивании отверстий. При электрослесарных работах применяют молотки двух типов — с круглым и квадратным бойками, насаженными на рукоятки. Молотки с круглым бойком используют в тех случаях, когда требуется значительная сила или меткость удара. Молотки с квадратными бойками выбирают для более легких работ. Молотки в зависимости от выполняемых работ бывают: весом 50, 100, 200 и 300 г — для выполнения инструментальных работ; 400, 500 и 600 г — для слесарных работ; 800, 1000 г — для ремонтных работ. Длина рукоятки зависит от веса молотка и находится в интервале 200–400 мм. Конец рукоятки, на который насаживается молоток, расклинивается для его надежной фиксации.

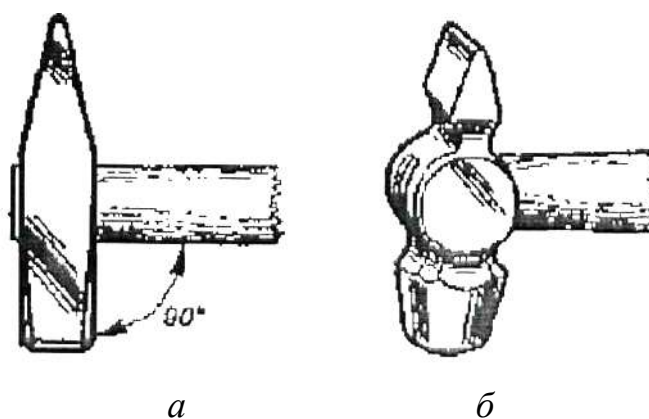


Рис. 2.15. Молотки:
а — с квадратным бойком; б — с круглым бойком

Для нанесения разметок с целью обозначения границ изготавливаемой детали используются чертилки, рейсмусы и керны.

Разметкой называется операция нанесения на обрабатываемую заготовку разметочных линий, определяющих контуры будущей детали или места, подлежащие обработке. Точность, достигаемая при обычных методах разметки, составляет примерно 0,5 мм. При точной разметке ее можно повысить до сотых долей миллиметра.

Чертилки (иглы) служат для нанесения линий (рисок) на размечаемую поверхность с помощью линейки, угольника или шаблона. Изготавливают чертилки из инструментальной стали.

Чертилка с отогнутым концом представляет собой заостренный с двух сторон стальной стержень, один конец которого отогнут под углом 90°. Средняя часть чертилки утолщена, для удобства на ней сделана накатка. Отогнутым концом наносят риски в труднодоступных местах.

Кернер — слесарный инструмент, применяющийся для нанесения углублений (кернов) на предварительно размеченных линиях (керны делают для того, чтобы риски были отчетливо видны и не стирались в процессе обработки детали). Различают кернеры обыкновенные, специальные, пружинные (механические), электрические и др. Обыкновенный кернер представляет собой стальной стержень длиной 100, 125 или 160 мм и диаметром соответственно 8, 10 или 12 мм.

Зубило — это простейший режущий инструмент, представляющий собой заостренный стальной стержень. Чем острее рабочая часть инструмента, т. е. чем меньше угол, образованный его сторонами, тем меньше усилие потребуется для его углубления в материал. Зубило (рис. 2.16) изготавливают длиной 100, 125, 160, 200 мм; ширина рабочей части соответственно равна 5, 10, 16 и 20 мм.

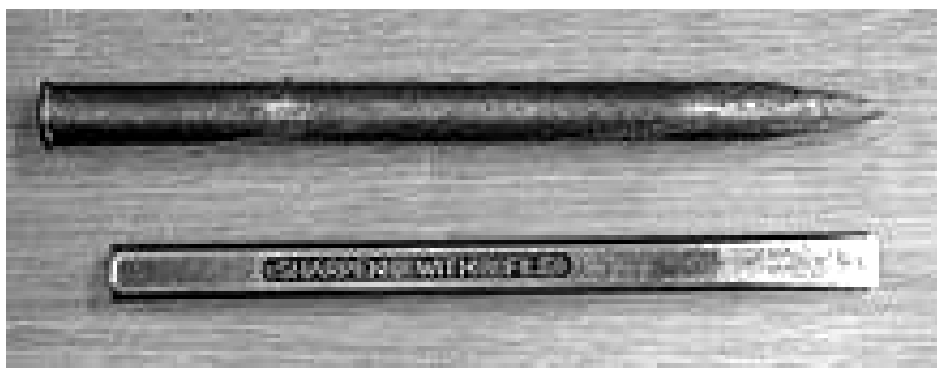


Рис. 2.16. Зубила слесарные

Обыкновенные *ручные ножницы* (рис. 2.17) применяются для резания стальных листов толщиной 0,5–1 мм и листов из цветных металлов толщиной до 1,5 мм. Ручные ножницы изготавливают с прямыми и кривыми режущими лезвиями.



Рис. 2.17. Ручные ножницы по металлу

По расположению режущей кромки лезвия ножницы делятся на правые — скос на каждой части режущей половины находится с правой стороны — и левые — указанный скос находится с левой стороны.

Длина ножниц равна 200, 250, 320, 360 и 400 мм, а режущей части (от острых концов до шарнира) — соответственно 55–65, 70–82, 90–105, 100–120 и 110–130 мм. Хорошо заточенные и отрегулированные ножницы должны резать бумагу.

Маховые ножницы широко используются для резки листового металла толщиной 1,5–2,5 мм (сталь, дюралюминий и т. д.) и металлических изделий значительной длины.

Ножницы с наклонными ножами (гильотинные) позволяют разрезать листовой металл толщиной до 32 мм, листы размерами 1000–32000 мм, режут — полосовой прокат, а также листовые неметаллические материалы.

Ручная ножовка (пила) (рис. 2.18) — инструмент, предназначенный для разрезания толстых листов полосового, круглого и профильного металла либо неметаллических материалов, а также для прорезания шлицев, пазов, обрезки и вырезки заготовок по контуру и других работ.

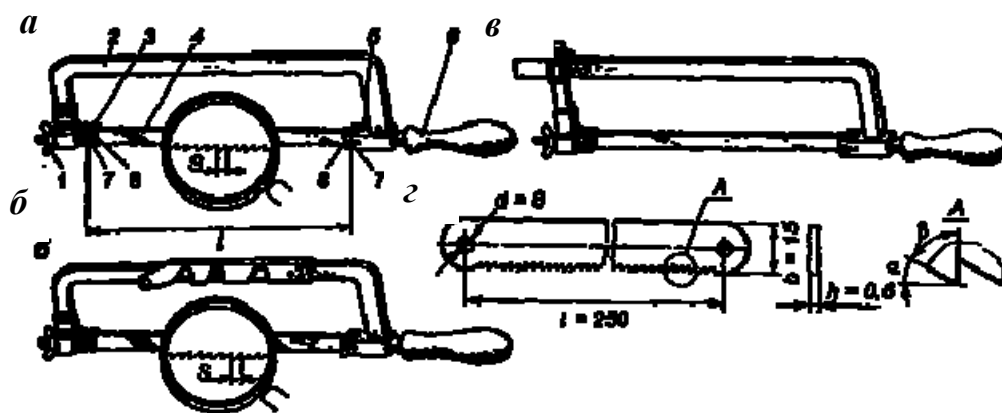


Рис. 2.18. Ручная ножовка (станок):

а — цельная; *б* — раздвижная; *в* — с передвижным держателем; *г* — ножовочное полотно;
1 — гайка-«барашек»; *2* — рамка (станок); *3* — подвижная головка; *4* — ножовочное полотно; *5* — неподвижная головка; *6* — хвостовик с ручкой; *7* — штифты; *8* — прорези

Ножовочное полотно представляет собой тонкую и узкую стальную пластину с двумя отверстиями и с зубьями на одном или обоих ребрах. В зависимости от назначения ножовочные полотна разделяются на ручные и машинные.

Размер (длина) ручного ножовочного полотна определяется по расстоянию между центрами отверстий под штифты; длина закрепления полотна для ручной пилы составляет 250–300 мм, высота — 13 и 16 мм, толщина — 0,65 и 0,8 мм.

Для резки более твердых материалов применяют полотна, у которых угол заострения зубьев больше, для резания мягких материалов — угол заострения меньше. Полотна с большим углом заострения более изнosoустойчивы.

Опиливанием называется операция по обработке металлов и других материалов снятием небольшого слоя напильниками вручную или на опилочных станках.

С помощью напильников обрабатывают плоскости, криволинейные поверхности, пазы, канавки, отверстия любой формы, поверхности, расположенные под разными углами, и т. п.

Напильник представляет собой стальной брусок определенного профиля и длины, на поверхности которого имеются насечки (нарезки), образующие впадины, и острозаточенные зубцы (зубья), имеющие в сечении форму клина. Напильники подразделяют по размеру насечки, ее форме, по длине. Наиболее распространенным принято считать их деление по назначению: общего назначения; специального назначения; надфили; рашпили; машинные.

Напильники общего назначения предназначены для общеслесарных работ. По числу n насечек (зубьев), приходящихся на 10 мм длины, напильники подразделяются на 6 классов, а насечки имеют номера от 0 до 5.

Первый класс напильников с насечками 0 и 1 ($n = 4-12$) называют *драчёвыми*.

Второй класс напильников с насечками 2 и 3 ($n = 13-24$) называют *личными*.

Третий, четвертый и пятый классы с насечками 4 и 5 ($n = 24-28$) называют *бархатными напильниками*.

Напильники специального назначения для обработки цветных сплавов в отличие от слесарных напильников общего назначения имеют другие, более рациональные для данного конкретного сплава углы наклона насечек и более глубокую и острую насечку, что обеспечивает высокую производительность и стойкость напильников.

Надфили — это небольшие напильники, применяемые для лекальных, граверных, ювелирных работ, а также для зачистки в труднодоступных местах отверстий, углов, коротких участков профиля и др.

Отвертки (рис. 2.19, 2.20) при производстве слесарно-электромонтажных работ предназначены для заворачивания и отворачивания винтов, шурупов и саморезов с прямыми и крестообразными шлицами, а также для круглых гаек со шлицем на торце.

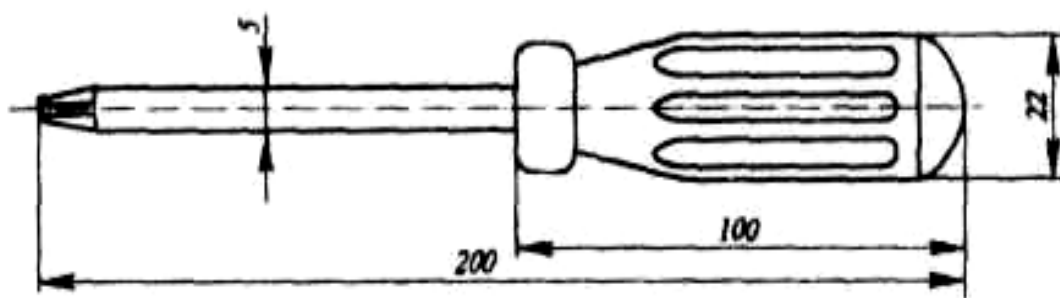


Рис. 2.19. Отвертка с крестообразным шлицем

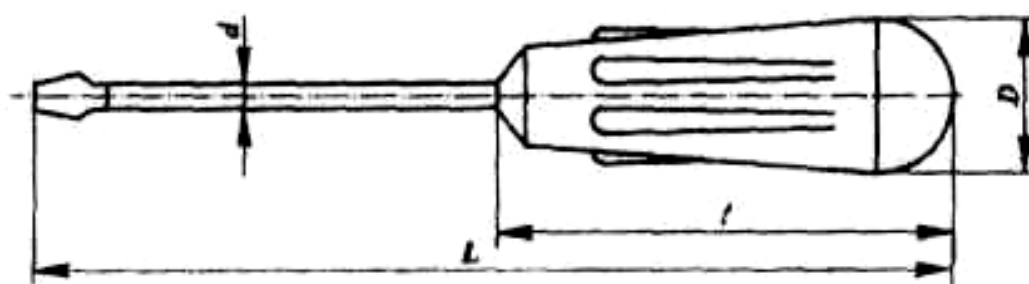


Рис. 2.20. Отвертка с прямым шлицем:

L – длина отвертки; l , D – длина и диаметр рукоятки; d – диаметр шлица

Гаечные ключи относят к основным сборочно-монтажным инструментам, используемым при сборке и разборке болтовых соединений. Головки ключей стандартизованы и имеют определенный размер, который указывается на рукоятке ключа.

Гаечные ключи разделяют на простые одноразмерные, универсальные (разводные) ключи специального назначения.

Простые одноразмерные ключи бывают: плоские односторонние и двусторонние, накладные глухие; для круглых гаек; торцевые изогнутые и прямые. Торцевые ключи прямые и изогнутые применяют в тех случаях, когда гайку невозможно завинтить обычным ключом.

Разводные ключи отличаются от простых тем, что они могут применяться для завинчивания гаек в определенном диапазоне размеров.

К специализированным монтажным инструментам можно отнести плоскогубцы, круглогубцы, кусачки, ножи монтерские и др.

Плоскогубцы универсальные электромонтажные (рис. 2.21) с электроизоляционным покрытием на рукоятках предназначены для фиксирования и отрезания медных и алюминиевых проводов малых сечений.

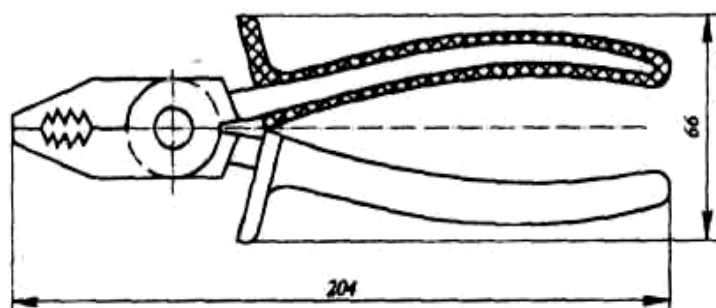


Рис. 2.21. Плоскогубцы универсальные электромонтажные

Кусачки боковые (рис. 2.22) с электроизоляционным покрытием на рукоятках используются для отрезания медных и алюминиевых проводов малых сечений.

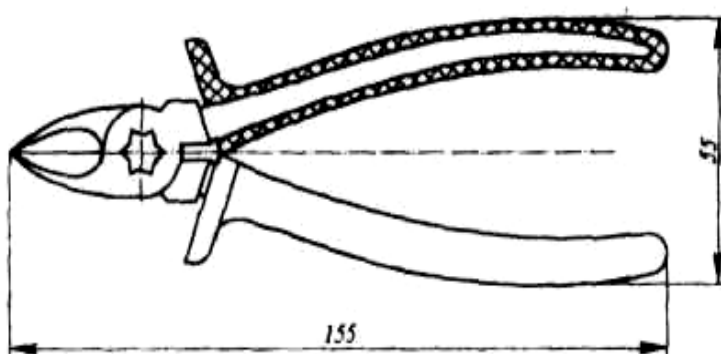


Рис. 2.22. Кусачки боковые

Круглогубцы (рис. 2.23) с электроизоляционным покрытием на рукоятках предназначены для закручивания колец на жилах медных и алюминиевых проводов малых сечений.

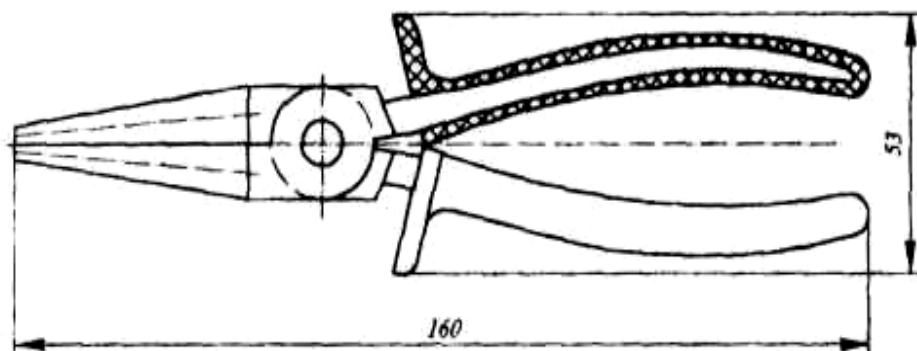


Рис. 2.23. Круглогубцы

Нож монтерский служит для снятия изоляции с проводов и кабелей, а также для зачистки оголенных жил.

Для разрезания кабелей небольших диаметров используются *ножницы секторные НС*.

Клеши универсальные (рис. 2.24) предназначены для снятия изоляции с проводов марок ПВ, АПВ и для выполнения ответвлений от магистральных линий в щитках этажных или протяжных ящиках без разрезания магистралей. Ответвление осуществляется с помощью сжимов.

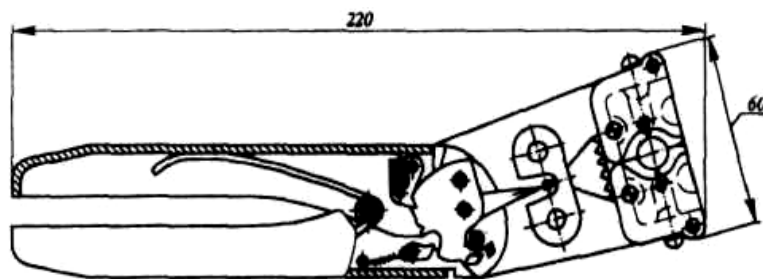


Рис. 2.24. Клеши универсальные

Клеши перерезают изоляцию в радиальном и продольном направлениях, что дает возможность снять изоляцию как в середине, так и на концах проводов.

Инструмент МБ-1У (рис. 2.25) предназначен для снятия изоляции с проводов и жил кабелей различных марок, а также для перерезания проводов и жил кабелей.

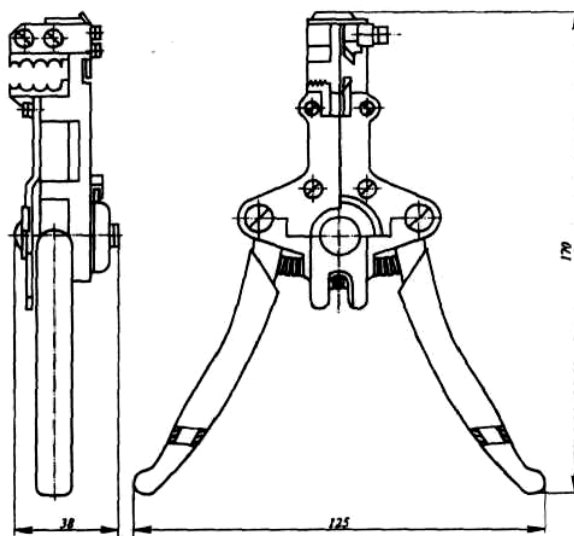


Рис. 2.25. Инструмент МБ-1У

Технические данные

Сечение проводов при снятии изоляции и прорезании, мм ²	0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6
Длина участка, с которого снимается изоляция, мм	до 30
Масса, кг	0,27

Нож кабельный универсальный НКУ (рис. 2.26) предназначен для снятия алюминиевой и полимерной оболочек кабеля или проводов и перерезания полимерных труб. Он представляет собой корпус с рукояткой, откидную скобу с направляющими роликами, шток с механизмом его подачи и каретку, несущую режущий элемент в виде дискового ножа. Установка ножа для поперечного, спирального и продольного надрезов оболочек осуществляется автоматически.

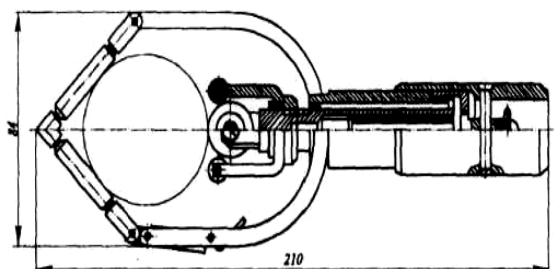


Рис. 2.26. Нож кабельный универсальный НКУ

Технические данные

Диаметр обрабатываемого кабеля, мм	18-55
Диаметр перерезаемых труб, мм	55
Толщина стенки перерезаемой трубы, мм	3
Время перерезания полимерных труб, с	15
Время надрезания и снятия оболочки с кабеля, с	3
Масса, кг	0,85

К механизированному оборудованию для электрослесарных работ относятся пресс-клещи и ручные гидравлические прессы различных конструкций, шино- и трубогибы, ручные дрели и т. д.

Пресс-клещи ПК-4 (рис. 2.27) предназначены для оконцевания алюминиевыми и медно-алюминиевыми наконечниками и алюминиевыми гильзами проводов и кабелей сечением от 16 до 35 мм², а также для соединения и ответвления алюминиевыми гильзами проводов суммарным сечением от 13 до 32,5 мм² способом опрессовки.

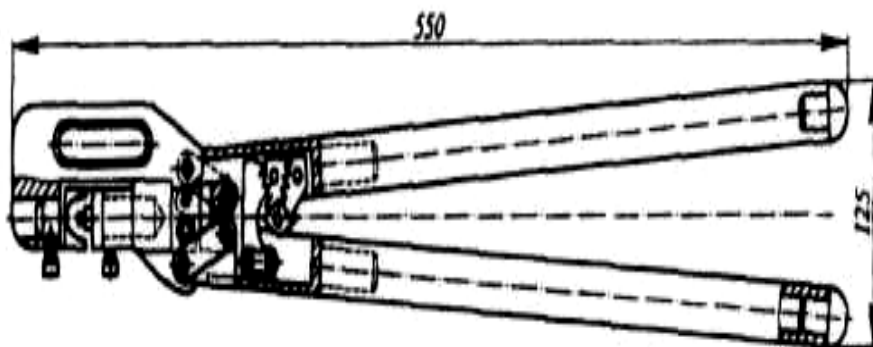


Рис. 2.27. Пресс-клещи ПК-4

Для выполнения отверстий в различных материалах могут применяться ручные дрели (рис. 2.28).

Ручные дрели применяют для сверления отверстий диаметром до 10 мм. Конструкция ручной двухскоростной дрели (рис. 2.28) позволяет выбирать одну из двух частот вращения шпинделя (при перестановке рукоятки на вал частота вращения шпинделя повышается).

Сверлить ручной дрелью можно в вертикальном и горизонтальном положении, на низкой и высокой подставке. Осевое усилие на сверло передают через упор грудью или рукой.



Рис. 2.28. Ручная дрель

Для значительных по величине токов в качестве проводников используются неизолированные шины (полосы металла обычно прямоугольного сечения из меди и алюминия). Для изгибания медных и алюминиевых шин на плоскость и ребро, а также изгибания труб (для выполнения трубных электропроводок) применяют как ручные (рис. 2.29), так и с приводами шино- и трубогибы.

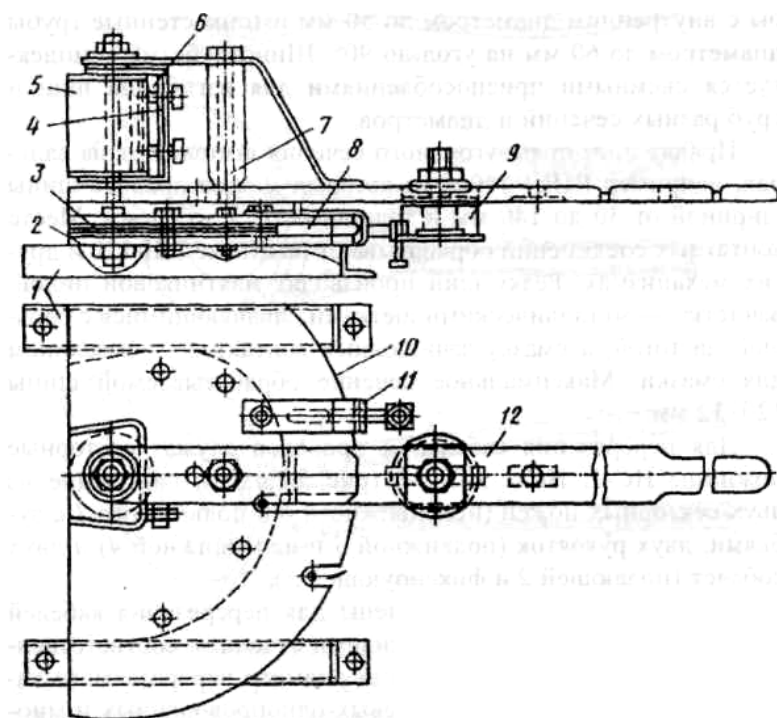


Рис. 2.29. Ручной шиногиб:

1 – опорные швеллеры; 2, 10 – нижняя (опорная) и верхняя плиты; 3 – шаблон-прокладка; 4 и 11 – прижимные приспособления; 5 – коробка; 6 – щель; 7 и 9 – подвижные ролики; 8 – зазор; 12 – рычаг

При изгибании шин на плоскость шину закладывают в щель 6 коробки 5 и прижимают винтами к ее стенке, а для изгибания на ребро шину устанавливают в зазор 8 между шаблоном-прокладкой 3 и плитой.

При повороте рычага 12 вокруг его оси соответствующий подвижный ролик давит на шину и изгибает ее. Изогнув шину на заданный угол, отводят рычаг, отвертывают винты прижимных элементов и снимают шину с приспособления.

Приводные (механизированные) шино- и трубогибы позволяют изгибать шины и трубы больших сечений и диаметров. В частности, с помощью универсального шинотрубогиба УШТМ-2 можно изгибать на плоскость и ребро медные и алюминиевые шины сечением до 100×10 мм, а также водогазопроводные трубы с внутренним диаметром до 50 мм и тонкостенные трубы диаметром до 60 мм на угол до 90°. Шинотрубогиб комплектуется съемными приспособлениями для изгибания шин и труб разных сечений и диаметров.

Пресс гидравлический ПГР-20М1 (рис. 2.30) предназначен для оконцевания и соединения алюминиевых и медных жил проводов и кабелей сечением 16–240 мм² способом опрессовки, комбинированным обжатием (шестигранное обжатие и местное вдавливание), скругления секторных однопроволочных алюминиевых жил сечением 25–240 мм², а также секторных комбинированных жил сечением 120–185 мм².

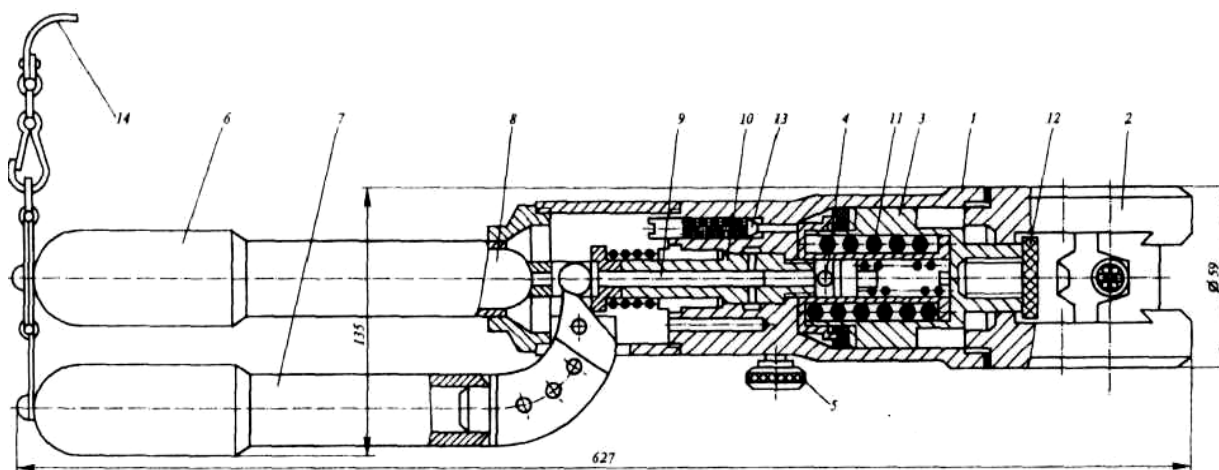


Рис. 2.30. Гидравлический пресс ПГР-20М1:

- 1 – корпус; 2 – бугель; 3 – рабочий поршень; 4 – нагнетательный клапан;
 5 – запорный клапан; 6 – неподвижная ручка; 7 – подвижная ручка; 8 – баллон
 масляный; 9 – нагнетающий поршень; 10 – цилиндр; 11 – пружина возврата;
 12 – подпятник; 13 – предохранительный клапан; 14 – ремень

Основные типы механизированного инструмента:

электрического действия — электрогайковерты и электрошуруповерты, электросверлилки, перфораторы, шлифовальные и отрезные машинки, электронапильники, лобзики, резбонарезатели, электроножницы и др.;

пневматического действия — гайковерты, механические отвертки, рубильные молотки, сверлильные и шлифовальные машины и др.

С использованием *ручных шлифовальных машин* выполняются следующие виды работ: зачистка сварных швов, удаление продуктов коррозии с металлоконструкций и оборудования, подгонка соединяемых элементов конструкций. Для выполнения этих работ используются высокоскоростные машины как отечественного, так и импортного производства с абразивными армированными кругами, рассчитанными на скорость резания до 80 м/с. Все они имеют защитный кожух, который можно поворачивать и закреплять в нужном положении. Включение и выключение машин осуществляется курковым выключателем.

Плоскошлифовальные и ленточно-шлифовальные машины применяются для обработки больших плоских поверхностей из различных материалов, шпаклеванных и окрашенных. Рабочим органом является платформа со шлифовальной шкуркой. Ручные шлифовальные машины с гибким валом в качестве привода имеют электродвигатель, стоящий отдельно на подставке. Крутящий момент передается на рабочий орган через муфту гибким валом.

Электрические и пневматические ручные сверлильные машины выпускают для сверления отверстий в различных материалах — металлах, пласт-

массах, дереве, бетоне, кирпиче и камне, а также они могут использоваться для зачистки, шлифования и полирования, если в шпиндель установить соответствующий инструмент.

По конструктивному исполнению различают *прямые машины*, если сверло расположено параллельно валу двигателя, и *угловые машины*, у которых сверло располагается под углом к валу двигателя. Угловые машины используются при выполнении отверстий по углам и в труднодоступных местах. При работе сверлильной машиной приходится прикладывать значительные осевые усилия, величина которых зависит как от диаметра сверла, так и от обрабатываемого материала. Для облегчения условий труда сверлильные машины снабжаются дополнительно боковыми рукоятками (одной или двумя), а также грудным упором.

Сверлильные машины могут быть использованы в качестве станка. Для этого их необходимо закрепить в стойку-штатив.

Все виды ручных машин и механизмов разделены на группы в соответствии с их назначением и конструктивными особенностями. Каждая ручная машина отечественного производства имеет свой индекс, который состоит из двух частей — буквенной и цифровой. Буквенная часть индексов ручных машин характеризует вид привода; ИЭ — электрический; ИП — пневматический; ИМ — моторизованные, с двигателем внутреннего сгорания. Последующие две цифры позволяют определить группу ручных машин по назначению, их конструктивным особенностям, согласно установленному классификатору. Последние две цифры характеризуют регистрационный номер модели.

Перфораторы предназначены для сверления, бурения отверстий в кирпиче, бетоне и твердых породах. Перфораторы выпускаются в основном с электрическим приводом.

Выполнение сборочных работ сопряжено с завертыванием, затяжкой и отвертыванием крепежных деталей резьбовых соединений, для чего применяют гайковерты, шуруповерты и другие подобные инструменты. Эти машины различаются как по конструктивному исполнению — прямые и угловые, так и по принципу действия — статического действия и ударно-вращательного. Основными параметрами гайковертов является максимальный диаметр резьбы и момент затяжки. Гайковерты бывают электрические и пневматические.

Электрические гайковерты изготавливают на однофазное напряжение 220 В, 50 Гц и на напряжение 36 В с повышенной частотой 200 Гц. Большинство гайковертов выпускаются с неререверсивными электродвигателями, т. е. они работают без изменения направления вращения.

Ручные шуруповерты выпускаются с электрическим приводом и предназначены для заворачивания и отворачивания шурупов, саморезов, винтов, болтов и гаек с диаметром резьбы до 6 мм. Крепление рабочего инструмента на шпинделе обеспечивается шариковым зажимом (замком).

Для обеспечения высокого качества электрослесарных работ и создания безопасных условий труда все инструменты и оборудование должны находиться в исправном состоянии. Поверхность инструментов не должна иметь трещин, сколов и других повреждений. Режущий инструмент должен быть заточен в соответствии с технологическими требованиями. Применяемое механизированное оборудование и электроинструмент перед началом работы должны быть проверены; в случае обнаружения неисправностей оборудование подлежит обязательному ремонту в специализированных мастерских.

В зависимости от режима использования и ответственности работающих за техническое состояние оборудования и инструмента электрослесарный инструмент можно условно разделить на *бригадный* и *индивидуальный*. К индивидуальному относится, как правило, инструмент, постоянно используемый каждым рабочим электрослесарной бригады во время смены. В частности, индивидуальными инструментами являются отвертки, гаечные ключи, плоскогубцы и т. п. Механизированные приспособления и электроинструмент относятся к бригадным, поскольку данное оборудование, как правило, используется периодически и требует специальной подготовки работающего. Поэтому бригадные инструменты выделяются в небольшом количестве на бригаду, с назначением ответственных за их использование, хранение и обслуживание.

Порядок хранения инструментов, ухода за ними, их приема и выдачи работающим устанавливается ведомственными инструкциями, ознакомление с которыми должно быть обязательным для всех работников предприятия.

Для каждой группы электрослесарных инструментов можно выделить характерные неисправности. В основном — это механические повреждения инструмента либо потеря его режущих свойств. Для электроинструмента характерными являются повреждение электрической изоляции, нарушение электрических контактов или выход из строя подшипников приводных электродвигателей. В случае возникновения неисправностей инструменты и оборудование к работе не допускаются и должны быть отремонтированы либо заменены.

При выполнении механизированными слесарными инструментами любой слесарной операции необходимо прежде всего соблюдать правила техники безопасности, существующие для этой операции. Кроме того, необходимо соблюдать следующие общие правила:

- в нерабочем состоянии или при длительном перерыве в работе механизированный инструмент должен быть отключен от электрической сети. Подключение к сети необходимо производить только перед самым началом рабочей операции;

- производить подключение механизированных инструментов к сети можно только тогда, когда слесарь убедится в полной его исправности и в надежном закреплении рабочего наконечника или режущего инструмента;

- механизированный инструмент, присоединенный к сети, не разрешается оставлять без надзора;

- при длительных перерывах в работе рабочий наконечник или режущий инструмент в шпинделе механизированного инструмента оставлять не разрешается;

- перед началом работ необходимо надеть защитные очки;

- не начинать работу механизированным инструментом без вставленного рабочего наконечника или режущего инструмента;

- запрещается производить регулировку, устранять неисправности, ремонтировать механизированный инструмент с включенным двигателем;

- при ремонте механизированный инструмент должен быть отсоединен от питающей электросети.

Упражнение 1

1. Изучить классификацию и общие сведения по электрослесарным инструментам с использованием образцов, имеющихся в лаборатории.

2. Сформировать из студентов учебной группы несколько бригад (по 4–5 человек).

3. Каждой бригаде получить по заданию преподавателя и мастера оборудование и инструменты, а также их паспорта для подробного изучения.

4. С использованием имеющихся материалов каждому студенту заполнить итоговую таблицу по приведенной форме:

Наименование инструмента (оборудования)	Назначение и основные характеристики	Вид (бригадный или индивидуальный)	Основные правила ухода и хранения	ТБ при работе

Лабораторная работа 3

СПОСОБЫ РАЗДЕЛКИ И ОКОНЦЕВАНИЯ ЖИЛ ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ

Кабельная промышленность выпускает широкую номенклатуру кабельных изделий (проводов и кабелей) практически для всех отраслей народного хозяйства.

Провод — одна неизолированная или одна и более изолированных жил, поверх которых в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься неметаллическая оболочка, обмотка (или) оплетка волокнистыми материалами или проволокой.

Кабель — одна или более изолированных жил (проводников), заключенных, как правило, в металлическую или неметаллическую оболочку, поверх которой в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься соответствующий защитный покров (в том числе броня).

Провода и кабели могут иметь одно- или многопроволочные (состоящие из нескольких проволок) жилы.

Кабельные изделия предназначены для передачи и распределения электрической энергии, сигналов связи и информации, выполнения электрических соединений в различных электротехнических устройствах, изготовления обмоток электрических машин, аппаратов и приборов. Среди многих систем классификации кабельных изделий наиболее обоснованной является классификация кабелей и проводов по назначению, хотя исторически сложившиеся группировки иногда определяются по другим признакам, например, по области применения.

Наиболее распространенным видом кабельных изделий являются силовые кабели, используемые для подвода электроэнергии к электродвигателям, электронагревателям, осветительным установкам и подобному электрооборудованию.

Силовые кабели состоят из следующих основных элементов: токопроводящих жил, изоляции, оболочек и защитных покровов. Помимо основных элементов в конструкцию силовых кабелей могут входить экраны, нулевые жилы, жилы защитного заземления и заполнители (рис. 3.1).

Изоляция служит для обеспечения необходимой электрической прочности токопроводящих жил кабеля по отношению друг к другу и к заземленной оболочке (земле). Для силовых кабелей применяются в основном пропитанная

бумажная и пластмассовая изоляции. Изоляция, наложенная непосредственно на жилу кабеля, называется *изоляцией жилы*. Изоляция многожильного кабеля, наложенная поверх изолированных скрученных жил, называется *поясной изоляцией*. *Бумажная пропитанная изоляция* — это многослойная изоляция из лент кабельной бумаги, наложенных в виде обмотки, и изоляционного пропиточного состава.

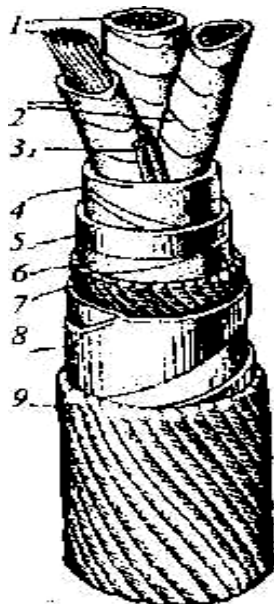


Рис. 3.1. Электрический кабель с секторными жилами и поясной изоляцией:
 1 — алюминиевые или медные токоведущие жилы; 2 — бумага, пропитанная маслом, — фазная изоляция; 3 — джутовые заполнители; 4 — бумага, пропитанная маслом, — поясная изоляция; 5 — свинцовая оболочка; 6 — бумажная лента; 7 — прослойка из джута; 8 — стальная ленточная броня; 9 — джутовый покров

Экраны используются для защиты внешних цепей от влияния электромагнитных полей токов, протекающих по кабелю, и для обеспечения симметрии электрического поля вокруг жил кабеля. Для выравнивания электрического поля силовых кабелей напряжением 6–10 кВ применяются электропроводящие экраны. В кабелях с бумажной изоляцией напряжением 6–10 кВ экраны располагаются на поясной изоляции. В качестве экранов применяется электропроводящая кабельная бумага. Допускается выполнять экран на поясной изоляции из металлизированной полупроводящей бумаги, поверх которой наложена алюминиевая или медная фольга. В кабелях с пластмассовой изоляцией напряжением 6 кВ экраны накладываются на жилы и на поясную изоляцию. Электропроводящий полиэтилен или поливинилхлоридный пластик накладывается на каждую жилу, при этом материал экрана и изоляции жил должен быть одинаковым.

Заполнители предназначены для устранения свободных промежутков между конструктивными элементами кабеля в целях герметизации, придания необходимой формы и механической устойчивости конструкции. Для многожильных кабелей с поясной бумажной изоляцией в качестве заполнителей промежутков между изолированными жилами применяются жгуты из бумаги. Для заполнения промежутков между жилами в отдельных оболочках в качестве заполнителей применяются жгуты из пропитанной кабельной пряжи или стеклопряжи. Для кабелей с пластмассовой изоляцией заполнение должно быть из материала изоляции или из поливинилхлоридного пластика. Допускается изготавливать кабели с пластмассовой изоляцией на напряжение до 1 кВ без заполнителей.

Для предотвращения проникновения в изоляцию влаги, защиты изоляции от воздействия света, различных химических веществ, а также для предохранения от механических повреждений кабель имеет *защитные оболочки*. Лучшими материалами для оболочек кабелей с бумажной изоляцией с точки зрения его герметичности и влагопроницаемости являются алюминий и свинец. Кабели с невлагоемкой пластмассовой изоляцией не нуждаются в металлической оболочке и поэтому изготавливаются в пластмассовой оболочке. Алюминиевые оболочки изготавливаются прессованными и сварными. Такие оболочки герметичны и в 2,0–2,5 раза прочнее свинцовых, имеют повышенную стойкость к вибрационным нагрузкам. Высокая электрическая проводимость алюминия позволяет использовать оболочки в качестве экрана для защиты кабеля от внешних электрических влияний. Алюминиевая оболочка может быть использована в качестве нулевой жилы силового кабеля. Прочность свинцовых оболочек ниже алюминиевых, и при длительном приложении растягивающих усилий прочность уменьшается. Свинцовые оболочки также подвержены разрушению почвенной и электрохимической коррозией.

Пластмассовые — поливинилхлоридные и полиэтиленовые — оболочки отличаются от изоляционного состава соответствующим подбором компонентов пластификаторов и стабилизаторов, обеспечивающих повышенную стойкость против светового старения. Полиэтиленовые и поливинилхлоридные оболочки более стойки к агрессивным средам по сравнению с алюминиевыми и свинцовыми оболочками. Оболочки из поливинилхлоридного пластика не распространяют горение, влагостойки, маслостойки, но обладают существенным недостатком — при низких (отрицательных) температурах становятся хрупкими. Оболочки из полиэтилена обладают большей влагонепроницаемостью и стойкостью к агрессивным средам.

Защитные покровы предназначены для защиты оболочки кабеля от внешних воздействий. Защитные покровы могут состоять из подушки, бронепокрова и наружного покрова. В зависимости от конструкции кабеля один или два из указанных элементов могут отсутствовать.

Подушка — часть защитного покрова, наложенная на оболочку и предназначенная для предохранения оболочки от повреждения ее лентами или проволоками брони. Толщина подушки в зависимости от конструкции кабеля бывает от 1,4 до 3,2 мм.

Бронепокров — часть защитного покрова, состоящая из металлических лент или проволок и предназначенная для защиты кабеля от внешних механических воздействий. Ленты бывают стальные, покрытые битумным составом, оцинкованные, толщиной 0,3; 0,5 и 0,8 мм и шириной 10–60 мм. Диаметр стальных оцинкованных проволок — от 1,4 до 6,0 мм.

Наружный покров — часть защитного покрова кабеля, предназначенная для защиты брони от коррозии и выполненная из защитного шланга, выпрессованного из пластмассы, или из волокнистых материалов, пропитанных специальным противогнилостным или негорючим составом. Толщина наружного покрова из волокнистых материалов бывает от 1,6 до 3,1 мм, из шланга — от 1,7 до 3,1 мм.

Разделка провода (кабеля) — это система последовательных операций по удалению с токопроводящих жил защитных покровов и слоев изоляции.

Для выполнения разделки, а также выбора инструментов и приспособлений при оконцевании необходимо знать площадь поперечного сечения токоведущих жил проводов (кабелей). Определение сечения производится расчетом для круглых жил диаметром d по формуле

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}. \quad (3.1)$$

Измерение диаметра круглых жил проводов и кабелей производится при помощи штангенциркуля либо микрометра. Порядок выполнения измерений (после удаления изоляции с токоведущей жилы на расстоянии, достаточном для проведения измерений) следующий. При использовании штангенциркуля необходимо:

- взять штангенциркуль и слегка ослабить зажимной винт рамки;
- развести губки штангенциркуля на размер, больший размера жилы;

- передвинуть подвижную рамку до полного соприкосновения губок с поверхностью измеряемой токопроводящей жилы (рис. 3.2);

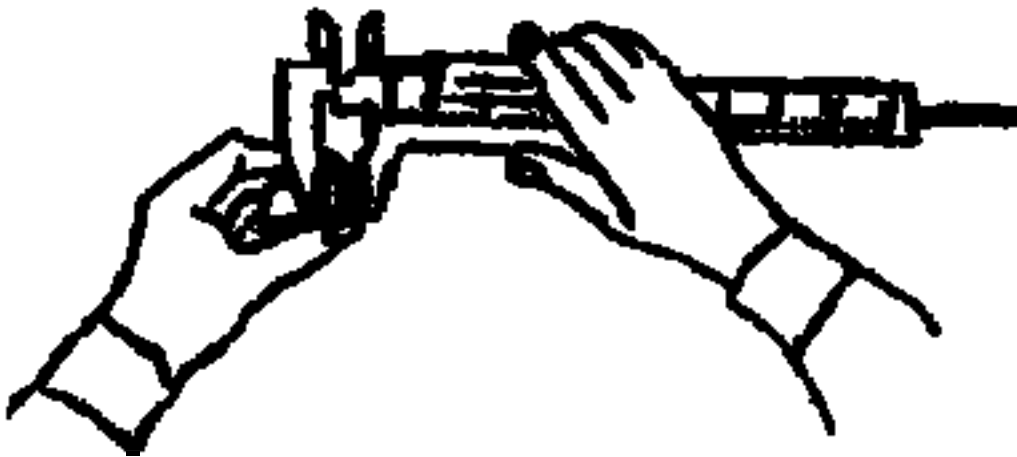


Рис. 3.2. Измерение штангенциркулем размера токопроводящей жилы

- отсчитать по шкале штанги целое число миллиметров до нулевого деления нониуса. Определить, какое деление нониуса совпало с одним из делений штанги. Умножив количество промежутков между нулевым делением нониуса и совпавшим делением на величину точности измерения штангенциркуля, определить количество десятых долей миллиметра (рис. 3.3).

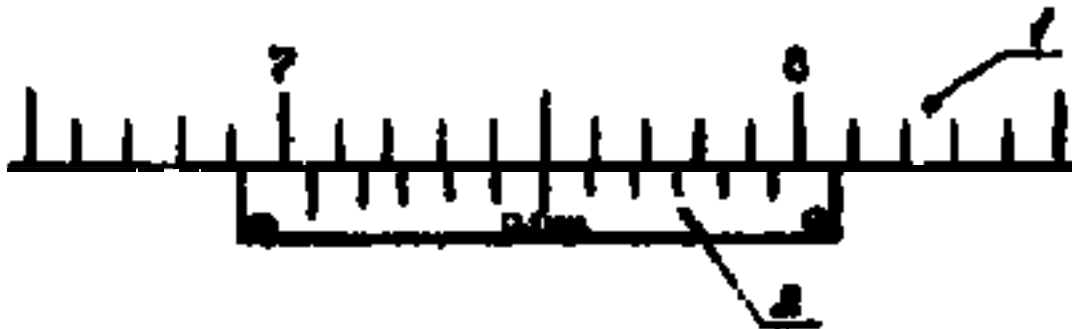


Рис. 3.3. Отсчет показания штангенциркуля:
1 – шкала; 2 – нониус

При использовании микрометра последовательность действий следующая:

- проверить точность установки микрометра на нуль;
- поместить деталь между пяткой скобы и торцом винта микрометра и плавно вращать трещотку по часовой стрелке, пока не будет услышан характерный звук пощелкивания механизма трещотки. Зафиксировать положение микрометрического винта стопором (рис. 3.4, а);

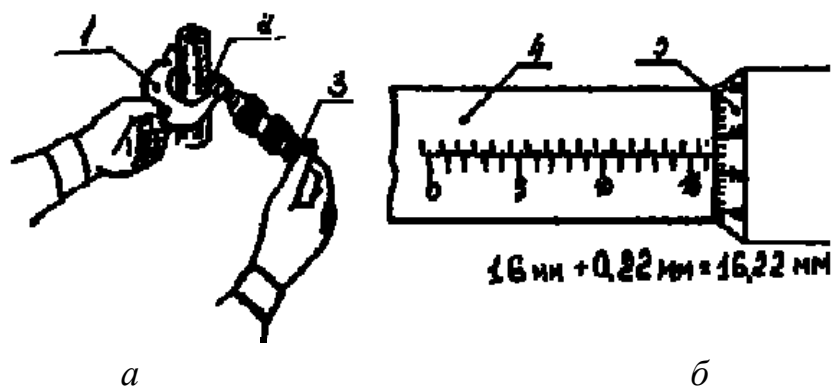


Рис. 3.4. Измерение микрометром:
а – процесс измерения; *б* – отсчет показаний;
 1 – скоба; 2 – торец винта; 3 – трещотка; 4 – втулка-стебель;
 5 – коническая часть барабана

- прочитайте показания микрометра. Целые миллиметры и полумиллиметры отсчитывать по числу делений на втулке микрометра. Сотые доли миллиметра необходимо определять по делению на конической части барабана, совпавшему с продольной чертой стебля (рис. 3.4, *б*).

В случае проведения измерений для секторных жил необходимо дополнительно определить угол вершины сектора при помощи угломера. Для этого следует:

- установить сектор угломера так, чтобы угол между съемной линейкой и гранью угольника был несколько больше измеряемого угла детали;
- приложить одну грань измеряемого угла секторной жилы к съемной линейке угломера, передвинуть подвижную линейку так, чтобы между сторонами измеряемого угла и гранями угольника и съемной линейки угломера был равномерный просвет;
- закрепить сектор стопором;
- целое число градусов отсчитать по шкале основания угольника до нулевого деления нониуса. Определить, какое деление нониуса совпало с одним из делений шкалы основания;
- умножив количество промежутков между нулевым делением нониуса и совпавшим делением на величину точности измерения, определить количество долей градуса.

После проведения измерений производится вычисление площади поперечного сечения токоведущей жилы в квадратных миллиметрах.

Необходимые линейные измерения и разметку жил производят при помощи металлической линейки и разметочного инструмента (либо чертежных приспособлений).

Порядок разделки токоведущих жил (это необходимо при выполнении всех электрических соединений) различен для проводов и кабелей разных конструкций. Далее будет рассмотрен порядок выполнения разделки некоторых видов проводниковых изделий.

Разделка концов незащищенных изолированных проводов заключается в удалении слоя изоляции с токоведущих жил с помощью монтерского ножа, либо с применением специального инструмента (клещи универсальные и т. п.), предназначенного для снятия изоляции с проводов и перекусывания жил.

При снятии изоляции монтерским ножом последний направляют под углом $10\text{--}15^\circ$ к поверхности провода так, чтобы, срезая изоляцию, он скользил по поверхности жилы, не повреждая ее (рис. 3.5).

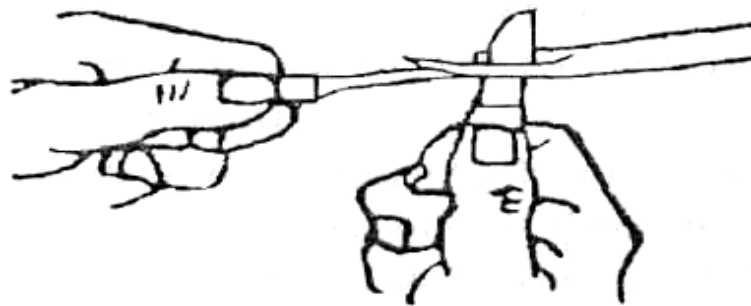


Рис. 3.5. Снятие изоляции монтерским ножом

Длина разделки проводов при оконцевании жил сечением до 10 мм^2 приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Длина разделки при оконцевании медных и алюминиевых проводов и кабелей сечением до 10 мм^2 изгибанием в кольцо жилы и пайкой

Сечение жил, мм^2		Длина разделки при оконцевании, мм			
Алюминие- вых	Медных	Пайкой		Изгибанием в кольцо конца жилы	
		Наконеч- ником	Конца жилы в виде стержня	Много- проволочной	Одно- проволоч- ной
—	0,75	—	—	30	20
—	1	—	—	30	20
—	1,5	25	15	35	20
—	2,5	30	15	40	25
—	4	40	15	—	25

Сечение жил, мм ²		Длина разделки при оконцевании, мм			
Алюминие- вых	Медных	Пайкой		Изгибанием в кольцо конца жилы	
		Наконеч- ником	Конца жилы в виде стержня	Много- проволочной	Одно- проволоч- ной
—	6	40	15	—	30
—	10	45	20	—	35
2,5	—	—	—	—	25
4	—	—	—	—	25
6	—	—	—	—	30
10	—	—	—	—	35

Длина разделки жил провода и кабелей при оформлении алюминиевых и медных жил в виде стержня без пайки (однопроволочных жил) соответствует данной таблице.

Разделка концов кабелей предшествует монтажу муфт, заделок, присоединению к выводам электротехнического оборудования. Она заключается в ступенчатом удалении на определенной длине защитных покровов, брони, оболочки, экрана и изоляции кабеля.

Перед разделкой конца кабеля с бумажной изоляцией проверяют отсутствие влаги в бумажной изоляции жил. Для этого ленты, прилегающие к оболочке и жилам, погружают в нагретый до 150 °С парафин (рис. 3.6). Если будет обнаружено легкое потрескивание и выделение пены, то изоляция кабеля увлажнена (во избежание ошибочных результатов к лентам не прикасаются руками).



Рис. 3.6. Проверка бумажной изоляции кабеля на влажность:
1 – ковш с парафином; 2 – термометр; 3 – пинцет; 4 – кабельная бумага

При необходимости удаляют имеющуюся влажную изоляцию, лишнюю длину концов. Дефектные места кабеля отрезают секторными ножницами НС (рис. 3.7, а).

Приступая к разделке кабеля, определяют места установки бандажей (несколько витков стальной проволоки для фиксации границ ступеней разделки) по формуле $A=B+O+П+И+Г$ (рис. 3.8, *а*). На конце кабеля отмеряют расстояние A и распрямляют этот участок, после чего подматывают смоляную ленту (рис. 3.7, *б*) и накладывают бандаж (рис. 3.7, *в*) из двух-трех витков стальной оцинкованной проволоки вручную или с помощью специального приспособления — клетневки. Концы проволоки захватывают плоскогубцами, скручивают и пригибают вдоль кабеля (рис. 3.9, *а*). От конца кабеля до установленного бандажа разматывают наружный кабельный покров и не срезают, а оставляют его для защиты ступени брони от коррозии после монтажа муфты.

Второй проволоочный бандаж накладывают на броню кабеля на расстоянии B (50–70 мм) от первого, которое определяется необходимостью припайки к бронелентам заземляющего проводника. При монтаже чугунных соединительных и ответвительных муфт и концевых заделок в стальных воронках участок брони используют для уплотнения их горловины, поэтому их размер B увеличивают до 100–600 мм. В данном случае под концевой заделкой понимается разновидность кабельной муфты, устанавливаемой в местах присоединения кабеля к электрооборудованию.

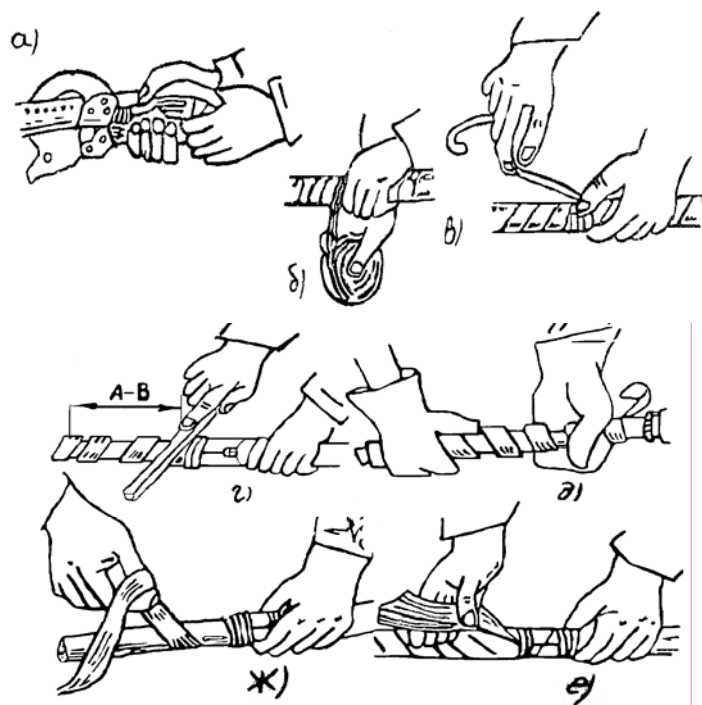


Рис. 3.7. Операции по резке концов кабелей, наложению бандажей и удалению покровов:
а – резка конца кабеля ножницами НС; *б* – подмотка из смоляной ленты; *в* – наложение проволоочного бандажа; *г* – надрезание брони; *д, ж, з* – удаление брони, кабельной пряжи подушки и кабельной бумаги

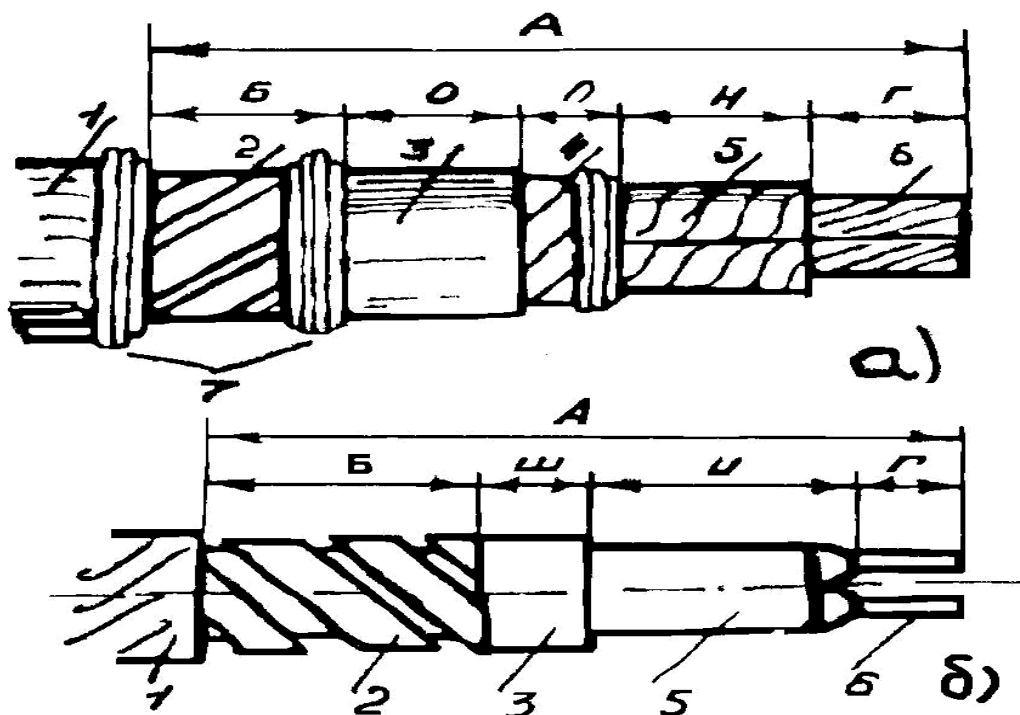


Рис. 3.8. Разделка концов трехжильного кабеля:
a – с поясной бумажной изоляцией; *б* – с пластмассовой изоляцией; 1 – наружный покров;
 2 – броня; 3 – оболочка; 4 – поясная изоляция; 5 – изоляция жилы; 6 – жила кабеля;
 7 – бандаж; А, Б, В, Г, Д, Е, О, П, Ш – размеры разделки

По внешней кромке бандажа бронерезкой или ножовкой с ограничением глубины резания надрезают верхнюю и нижнюю ленты брони (не более половины их толщины), затем броню разматывают (рис. 3.7, *з*, *д*), перегибают в разные стороны по надрезу, обламывают и снимают. Образовавшиеся заусенцы удаляют напильником.

После снятия брони удаляют подушку (рис. 3.7, *е*, *ж*). Для этого кабельную бумагу и битумный состав подогревают беглым огнем пропановой горелки. Затем очищают оболочку кабеля салфеткой, смоченной в бензине или ацетоне, или пропитанной подогретым до 35–40 °С трансформаторным маслом.

Для удаления оболочки на расстояние *O* (50–70 мм) от среза брони, которое определяется необходимостью припайки к оболочке горловины муфты или заделки заземляющего проводника, и *П* (15–20 мм для кабеля напряжением до 1 кВ и 25 мм для кабеля 6–10 кВ), зависящем от длины ступени поясной изоляции, необходимой для увеличения электрической прочности муфты у обреза металлической оболочки, делают кольцевые надрезы. В чугунных муфтах и концевых стальных воронках участок оболочки используется только для присоединения заземляющего проводника, поэтому расстояние *O* уменьшается до 20–25 мм (рис. 3.8, *a*).

Длина разделки токоведущих жил Γ может быть ориентировочно принята по таблице 3.1 либо соответствующим нормативным документам. Длина участка изоляции жилы Π приблизительно равна расстоянию Γ (рис. 3.8, *а*).

На свинцовых оболочках кольцевые надрезы на половину глубины выполняют монтерским (рис. 3.11, *б*) или специальным, с ограничителем глубины резания (рис. 3.11, *в*), ножом. От второго кольцевого надреза до конца кабеля делают два продольных надреза на расстоянии 10 мм один от другого (рис. 3.11, *д*, *е*). Полоску оболочки между двумя надрезами захватывают плоскогубцами и удаляют (рис. 3.11, *и*). Оставшуюся часть оболочки раздвигают (рис. 3.11, *к*) и отламывают у второго кольцевого надреза. Между первым и вторым кольцевыми надрезами оболочка временно остается для предохранения поясной изоляции от надрывов при изгибе жил.

На гладких алюминиевых оболочках, обладающих по сравнению со свинцовыми большей твердостью, надрезы выполняют специальным ножом НКА-1М с режущим диском, устанавливаемым под углом 90° к оси кабеля (рис. 3.11, *з*). От второго кольцевого надреза выполняют надрез по винтовой линии (рис. 3.11, *ж*), предварительно установив резец ножа под углом 45° . Оболочку кабеля от второго кольцевого надреза удаляют плоскогубцами (рис. 3.11, *л*).

Для удаления гофрированной алюминиевой оболочки ее надрезают на расстоянии 10–15 мм у выступа гофра, после чего плоскогубцами отгибают надрезанную часть оболочки на шаг и надрывают ее дальше на 25–30 мм (рис. 3.11, *н*). Полоску оболочки закрепляют в прорези специального ключа. Поворотом ключа по часовой стрелке (рис. 3.11, *о*) равномерно наматывают на него полоску алюминиевой оболочки, снимают ее на участке требуемой длины до заранее установленного проволочного бандаж.

Операцию разделки кабеля завершают удалением поясной изоляции и полупроводящей бумаги, разматываемых от конца кабеля и обрываемых (но не срезаемых ножом) у места временного среза оболочки (рис. 3.10), наложением бандажей из хлопчатобумажных ниток (рис. 3.9, *б*). Жилы кабеля выгибают, разводят в стороны и отрезают ножом заполнители, расположенные между ними (рис. 3.12).

Освобожденные от поясной изоляции жилы кабеля плавно и постепенно выгибают по шаблону 1 (рис. 3.12, *а*), который вводят между ними так, чтобы жилы попадали в углубление 2 и плотно прижимались. При отсутствии шаблонов жилы выгибают вручную (через палец) постепенным движением обеих рук (рис. 3.12, *б*, *в*), не допуская крутых переходов и повреждения изоляции.

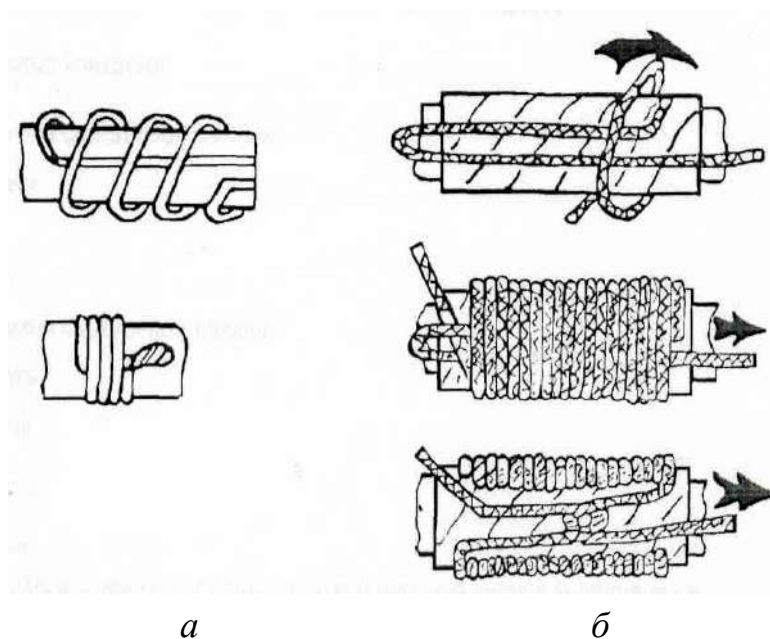


Рис. 3.9. Схемы наложения бандажей:
а – проволочных; *б* – из хлопчатобумажных ниток

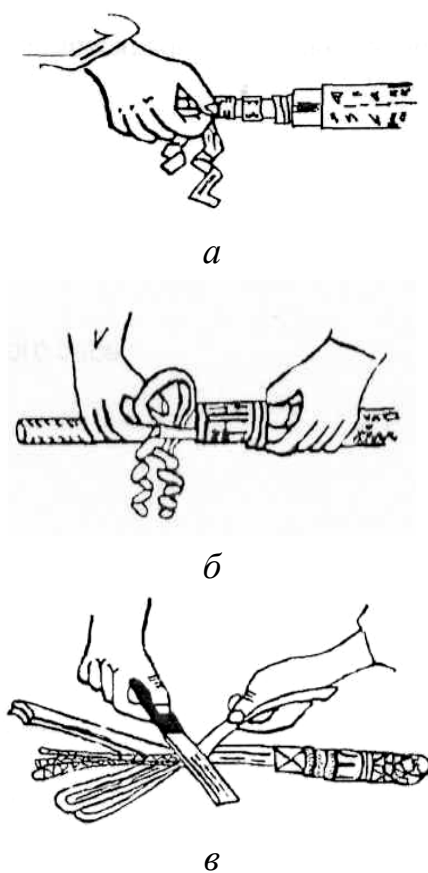


Рис. 3.10. Операции по удалению поясной изоляции:
а – удаление бумажных лент; *б* – отрывание лент у обреза металлической оболочки; *в* – отрезание заполнителей

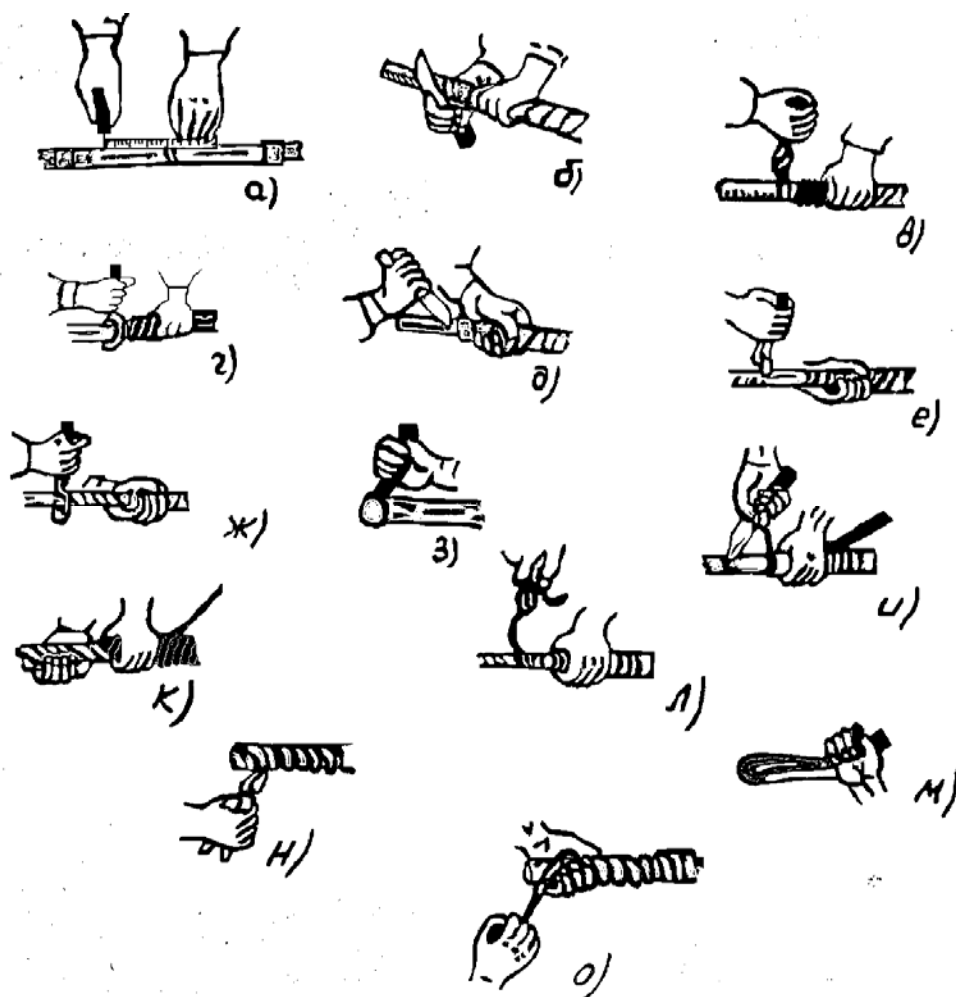


Рис. 3.11. Операция по удалению оболочек:

а – разметка; *б, в* – круговые надрезы свинцовых оболочек; *з* – круговые надрезы алюминиевых оболочек; *д, е* – продольные надрезы свинцовых оболочек; *ж* – надрез алюминиевой оболочки по винтовой линии; *з, м* – надрезы пластмассовых оболочек; *и, к* – снятие свинцовых оболочек; *л* – снятие алюминиевых оболочек; *н, о* – удаление гофрированной алюминиевой оболочки

Разделку конца кабеля с пластмассовой изоляцией выполняют аналогично, путем ступенчатого удаления защитных покровов, брони, подушки под ней, а также изоляции. При разделке кабеля напряжением выше 6 кВ, кроме того, удаляют экраны из полупроводящих и металлических лент. Размеры разделки определяют по формуле $A = B + Ш + И + Г$ (рис. 3.8, б).

При разделке кабеля с поясной изоляцией, полупроводящими и металлическими экранами конец его распрямляют на участке длиной 1 м. На расстоянии *A* на наружном пластмассовом шланге выполняют кольцевой и продольный надрезы на половину его толщины специальным ножом (рис. 3.11, з), после чего шланг на надрезанном участке удаляют. Проволочный бандаж из стальной оцинкованной проволоки накладывают поверх брони на расстоянии 40 мм от среза наружного шланга, надрезают и удаляют броню и подушку под ней.

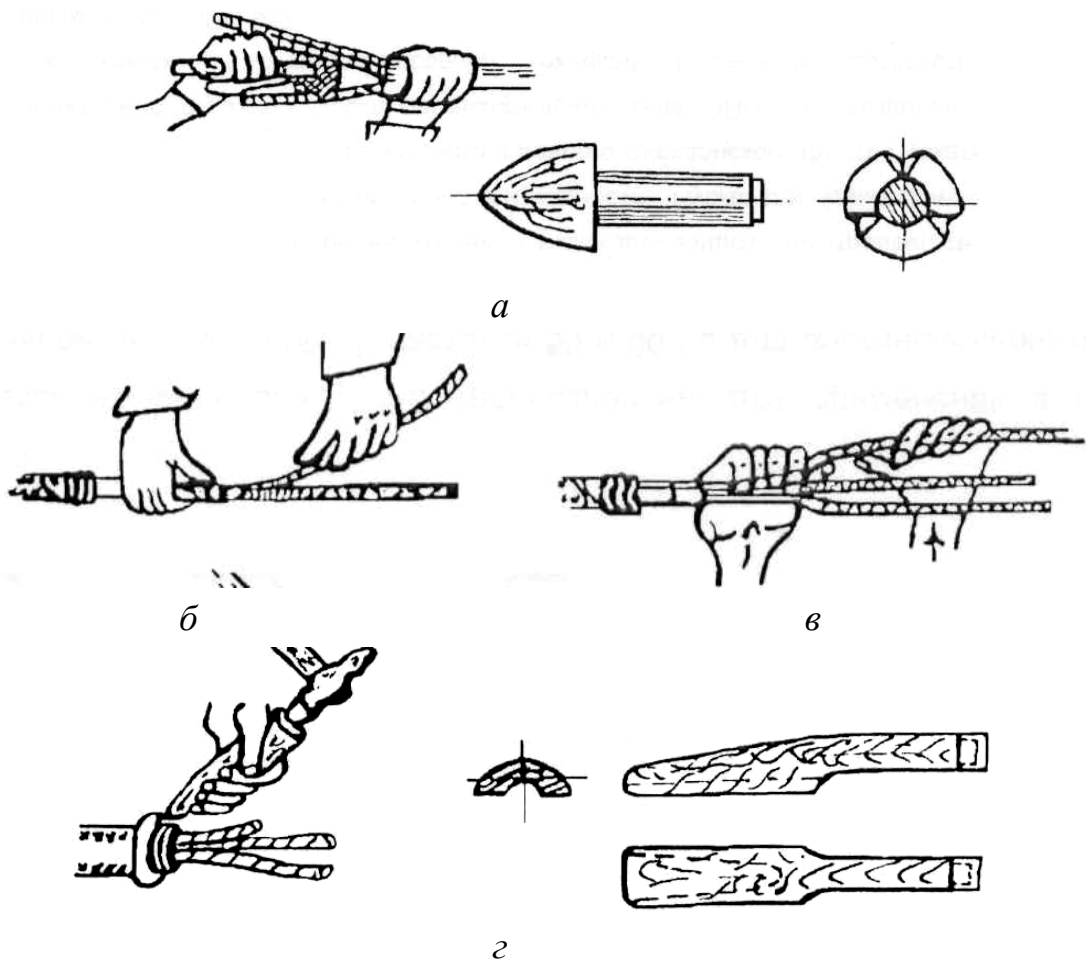


Рис. 3.12. Изгибание жил и удаление бортика у металлической оболочки:
 а – разводка жил с помощью шаблона; б, в – изгибание жил руками; з – отгибание буртика

Ленты металлического экрана сматывают с конца кабеля, отгибают вниз и закрепляют бандажом на расстоянии 30 мм от места среза брони. Затем ленты обрезают по кромке бандажа. При использовании лент металлического экрана для последующего экранирования самой муфты их не обрезают. В этом случае для получения лент достаточной длины кабель разделяют с запасом (обычно 100 мм). Ленты сматывают в рулоны и временно закрепляют на броне или на шланге разделяемого конца кабеля.

Полупроводящий экран по поясной изоляции снимают с конца кабеля, оставляя ступень 10 мм от металлического экрана. Для удаления поясной пластмассовой изоляции на расстоянии 10 мм от среза полупроводящего экрана выполняют кольцевой надрез на половину толщины поясной изоляции и от кольцевого надреза до конца кабеля продольный надрез на такую же глубину. Скрученные с заполнением (заполнение удаляют, срезая его ножом у места среза поясной изоляции) изолированные жилы разводят и выгибают так, чтобы радиус изгиба был не менее 10-кратного размера высоты сектора

или диаметра жилы по изоляции. Изоляцию жил удаляют ножом на расстоянии Γ (рис. 3.8, б) от конца кабеля, после чего срезают изоляцию на конус (длина конусного участка зависит от напряжения кабеля и составляет 15 мм до 6 кВ). Поверхность конуса зачищают напильником.

Разделку кабелей с резиновой изоляцией выполняют аналогично разделке кабелей с пластмассовой изоляцией. Резиновую оболочку удаляют монтерским ножом.

Для выполнения разделки проводов и кабелей используются следующие инструменты и приспособления: кусачки, монтерский нож, клещи для снятия изоляции, микрометр, электроплитка, плоскогубцы, бронерезка, ножовка с ограничением глубины резания, напильник, паяльная лампа или пропановая горелка, специальный нож НКА-1М с режущим диском, шаблон для выгибания токоведущих жил, специальный нож для удаления наружного пластмассового шланга. Порядок работы с указанным оборудованием изложен в упражнениях.

При выполнении операций разделки следует соблюдать общие правила безопасности при работе с режущим инструментом (нож, бронерезка и пр.), а также правила безопасности при работе с электронагревательными приборами, пропановыми горелками и расплавленным парафином.

Пайка — вид электрослесарной обработки по образованию неразъемного соединения при помощи расплавленного металла или сплава, называемого припоем.

Пайка широко применяется для соединения токоведущих жил проводов и кабелей (в основном медных). Однако современными правилами применение пайки в силовых и осветительных электропроводах не рекомендуется.

Пайка выполняется при температуре ниже температуры плавления материалов соединяемых деталей. Вместе с тем температура припоя, с помощью которого осуществляется пайка, должна быть несколько выше точки его плавления, а температура соединяемых деталей должна быть близка к температуре плавления припоя. Соблюдение этого условия необходимо для получения такой подвижности припоя, чтобы заполнялись зазоры в швах между контактными элементами и происходило смачивание их поверхностей.

Для обеспечения эксплуатационных характеристик паяного изделия прежде всего необходимы высокое качество и надежность паяного соединения, которые при неблагоприятных условиях могут стать «слабым звеном» паяной конструкции. При этом важнейшую роль играет правильный выбор типа паяного соединения и совместимость его с технологическим процессом, т. е. со способом пайки, технологическими и вспомогательными материалами, его оснащением.

Тип паяного соединения определяется расположением соединяемых деталей. При расположении деталей внахлест поверхность спая параллельна их осевой линии (рис. 3.13).

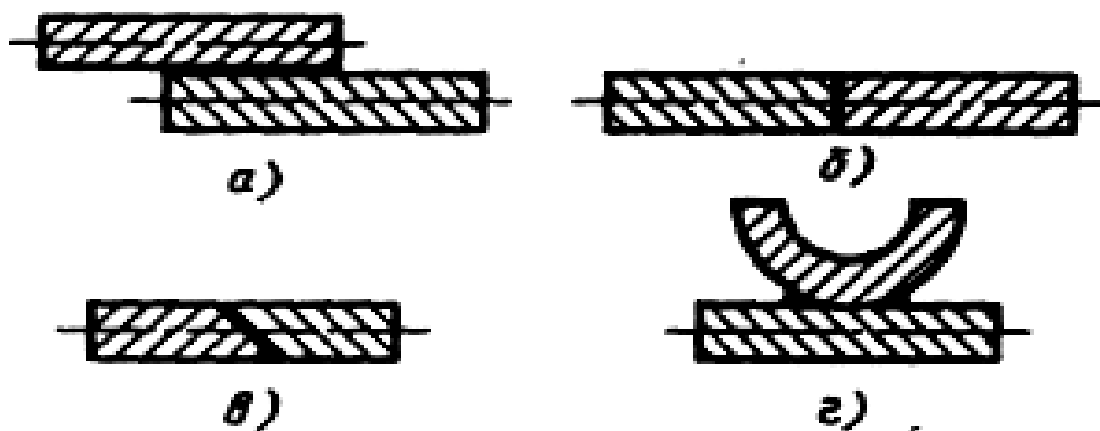


Рис. 3.13. Схема паяных соединений различных типов:
 а – внахлест; б – встык; в – косостыковое; г – соприкасающиеся

Пересекающиеся детали могут быть спаяны в тавр или в угол. При этом поверхность спая располагается под углом к осевой линии деталей или параллельно одной из них и перпендикулярно к другой.

Соприкасающиеся детали паяют вдоль линии касания или в точке соприкосновения. Поверхность спая во всех рассматриваемых типах соединений может быть плоской или криволинейной.

Косостыковое соединение (переходное между соединением встык и соединением внахлест) применяют главным образом в тех случаях, когда требуется увеличить прочность шва при стыке; оно более прочное, чем стыковое, из-за большой поверхности шва, но технологически сложнее и используется редко.

В изделиях, подвергающихся в процессе изготовления после пайки изгибу и штамповке или работающих при больших статических нагрузках, а также в условиях ударных нагрузок или сильной вибрации, стыковые паяные швы, как правило, не рекомендуются; следует использовать соединение внахлест.

К технологическим материалам при пайке относятся такие, компоненты которых входят в состав образующегося паяного соединения, — припой и контактные или барьерные покрытия.

Припоем называют материал для пайки и лужения с температурой плавления ниже температуры плавления паяемых материалов. К вспомогательным материалам относятся такие, компоненты которых непосредственно не входят в состав образующегося паяного соединения, но участвуют в его образовании.

К ним относятся паяльные флюсы, активные и инертные газовые среды, вещества, ограничивающие растекание припоя (стоп-материалы), и др.

Припой подразделяют на две группы — готовые и образующиеся при работе. Наиболее широкое применение при пайке нашли готовые припои. Число различных припоев, разработанных к настоящему времени, весьма велико и продолжает непрерывно увеличиваться, что обусловлено повышением требований, предъявляемых к свойствам паяных соединений, и необходимостью улучшения паяемости существующих и новых материалов.

Припой классифицируют по следующим признакам:

1) по химическому составу — медные, серебряные, золотые, палладиевые, платиновые, никелевые, железные, марганцевые, магниевые, оловянно-свинцовые, индиевые, цинковые, кадмиевые, висмутовые, галлиевые, титановые и др.;

2) по технологическим свойствам — самофлюсующие, которые имеют лучшие технологические свойства за счет частичного удаления припоем окислов с паяемой поверхности, и композиционные — состоящие из смеси тугоплавких и легкоплавких порошков, позволяющих производить пайку узлов с большими зазорами;

3) по содержанию активизирующих компонентов (титана, циркония и др.), повышающих смачиваемость припоем окисленных поверхностей паяемых материалов;

4) по температуре конца расплавления припой разделяют на пять классов: особолегкоплавкие ($t_{\text{пл}} \leq 145 \text{ }^{\circ}\text{C}$); легкоплавкие ($145 \text{ }^{\circ}\text{C} < t_{\text{пл}} \leq 450 \text{ }^{\circ}\text{C}$); среднеплавкие ($450 \text{ }^{\circ}\text{C} < t_{\text{пл}} \leq 1100 \text{ }^{\circ}\text{C}$); высокоплавкие ($1100 \text{ }^{\circ}\text{C} < t_{\text{пл}} \leq 1850 \text{ }^{\circ}\text{C}$); тугоплавкие ($t_{\text{пл}} \geq 1850 \text{ }^{\circ}\text{C}$);

5) по сортаменту — пластичные припои изготавливают в виде полос, фольги, проволоки; хрупкие — в виде литых прутков, отливок, порошка, паст. Применяют также припои в виде стружки, сетки, колец, брикетов. Для удобства использования оловянно-свинцовых припоев и повышения производительности труда последние иногда изготавливают в виде трубок, заполненных флюсом или пастой, т. е. самофлюсующие.

Припой принято делить на две группы: мягкие и твердые. К мягким относятся припои с температурой плавления до $400 \text{ }^{\circ}\text{C}$, к твердым — припои с температурой плавления свыше $500 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Кроме температуры плавления припой существенно различаются и по механическим свойствам.

Медные жилы проводов и кабелей паяют с помощью мягких оловянно-свинцовых припоев ПОС-30, ПОС-40 и др. (табл. 3.2) с применением флюсов.

Таблица 3.2

Состав и температура плавления припоев для пайки медных жил проводов и кабелей

Марка оловянно-свинцового припоя	Масса составных частей*, %					Температура плавления, °С
	Олово	Сурьма	Примесей не более			
			Медь	Висмут	Мышьяк	
ПОС – 30	29-31	1,5-2	0,1	0,2	0,05	250
ПОС – 40	39-41	1,5-2	0,1	0,2	0,05	229
ПОС – 50	49-50	0,2-0,5	0,08	0,1	0,03	216
ПОС – 61	60-62	0,2-0,5	0,08	0,1	0,03	189

* Остальная масса – свинец.

Оловянно-свинцовые припои обладают высокими технологическими свойствами, пластичны и при выполнении пайки не требуют дорогостоящего оборудования и сложных способов пайки. Пайку оловянно-свинцовыми припоями производят обычно при нагреве паяльником. В зависимости от содержания в припоях олова изменяются свойства и температура плавления. Минимальной температуры плавления (183,3 °С) достигают при содержании в сплаве 61,9 % олова (ПОС-61). Этот припой весьма пластичен, обладает высокими технологическими свойствами.

Оловянно-свинцовые припои, а также и паяные соединения, выполненные ими, при охлаждении до низких температур меняют свои механические свойства — охрупчиваются.

Паяные соединения, выполненные оловянно-свинцовыми припоями, также имеют низкую коррозионную стойкость при наличии конденсата; стойкость припоя понижается с повышением содержания в их составе свинца. Для работы в этих условиях соединения необходимо защищать лакокрасочными покрытиями.

Флюсами называют вспомогательные материалы, используемые при пайке. Они служат для растворения и удаления оксидных пленок с поверхности спаиваемых металлов и из расплава и образования на его поверхности прочной, воздухопроницаемой пленки. Поэтому флюсы имеют плотность и температуру плавления ниже используемого припоя.

По действию, оказываемому на спаиваемые металлы, флюсы делятся на следующие группы:

1. Активные или кислотные (на основе соляной кислоты, хлористых и фтористых соединений металлов и пр.). При монтажной пайке электрорадиоприборов, пайке обмоток электрических машин и пр. их применение недопустимо.

2. Бескислотные (канифоль в чистом виде и с добавками спирта, глицерина). Наиболее широко используются при пайке мягкими припоями.

3. Активированные (изготавливаются на основе канифоли с добавками небольшого количества соляно-кислого или фосфорно-кислого анилина, салициловой кислоты, соляно-кислого диэтиламина и пр.).

4. Антикоррозийные (на основе фосфорной кислоты с добавлением органических соединений и растворителей или на основе органических кислот).

Пайка является одним из способов оконцевания медных многопроволочных (состоящих из нескольких проволок) жил проводов и кабелей. При этом конец жилы оформляется в кольцо, которое затем покрывается расплавленным припоем либо при помощи погружения в него, либо при помощи паяльника.

При пайке в качестве источника тепла используют паяльник (для жил сечением до 10 мм²), паяльную бензиновую лампу емкостью 0,5–1 л или специальный набор инструментов с баллонами, заполненными пропан-бутаном.

Основной инструмент при пайке — электрический паяльник. Действие этого электронагревательного прибора основано на свойстве проводника нагреваться при прохождении через него электрического тока. Устройство паяльника показано на рис. 3.14. Нагревающаяся часть паяльника — медный стержень 1 с заостренным под углом 30–45° концом — жалом. Стержень вставлен в металлическую трубку 2, вокруг которой располагается нагревательный элемент 3 (нихромовая спираль) в оболочке из теплостойкой изоляции — керамики или слюды. Концы спирали присоединены к проводам питающего шнура (провода) 4 с вилкой 6. Нагревательный элемент закрыт снаружи кожухом 7. Шнур паяльника пропущен через его ручку 5 (пластмассовую или деревянную). При включении в электрическую сеть нагревательный элемент паяльника нагревается до температуры 300–350 °С, его тепло передается медному стержню, которым плавят припой и нагревают соединяемые детали.

Промышленностью выпускаются электрические паяльники, рассчитанные на напряжение 220 В. Для ремонта электронных схем электрооборудования используют паяльники со встроенной термпарой и блоком для автоматического регулирования рабочей температуры стержня.

Стабильность температуры пайки обусловлена динамикой теплового баланса в результате теплопоглощения, теплоподвода и теплоемкости паяльного стержня и зависит от мощности нагревателя и термического КПД паяльника. По мощности паяльники разделяют на маломощные (6–20 Вт), средней мощности (30–100 Вт) и мощные (более 100 Вт).

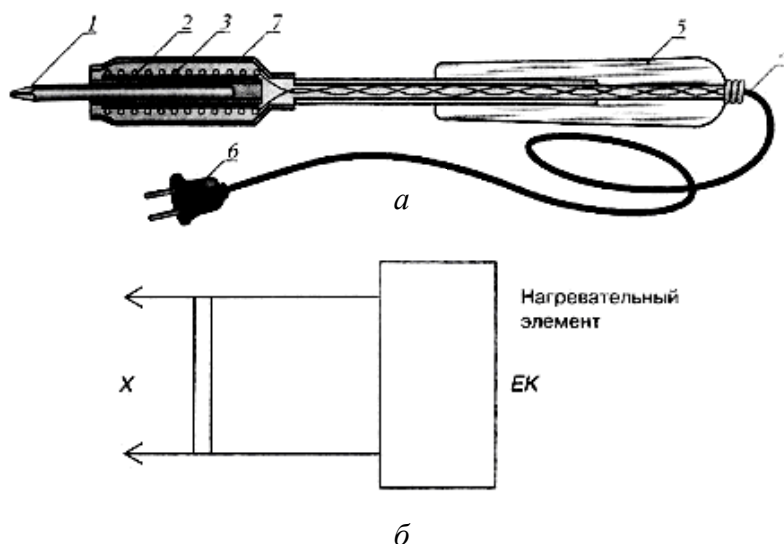


Рис. 3.14. Электрический паяльник:

a – устройство; 1 – медный стержень; 2 – металлическая трубка; 3 – нагревательный элемент; 4 – питающий шнур (провод); 5 – ручка; 6 – вилка; 7 – кожух;
б – электрическая схема

По режиму нагрева паяльники разделяют на паяльники непрерывного и периодического нагрева. Паяльники непрерывного нагрева рассчитаны на длительную работу во включенном состоянии. Время их разогрева относительно велико, однако при рабочей температуре жала процесс пайки протекает очень быстро. Такие паяльники имеют стержень относительно большой массы, что позволяет аккумулировать в нем значительное количество теплоты. При пайке температура стержня незначительно понижается и за счет аккумулированной теплоты быстро восстанавливается (3–5 с).

Паяльники периодического нагрева подразделяют на паяльники форсированного и импульсного режима нагрева. У низковольтных паяльников импульсного типа паяльный стержень заменен тонкой нихромовой проволокой, которая разогревается практически мгновенно.

При форсированном режиме разогрев паяльного стержня осуществляется при повышенной мощности, а сама пайка протекает при подаче на паяльный стержень половинной мощности, что достаточно для поддержания необходимой температуры пайки. В наиболее распространенной конструкции в цепь нагревателя включается диод, который уменьшает мощность в 2 раза.

Подготовка паяльника к работе включает следующие операции:

1. Очистка жала паяльника от окалины напильником;
2. Включение паяльника, расположенного на подставке, в электрическую сеть (легкое потрескивание паяльника означает, что он исправен и начинает нагреваться);

3. Проверка нагрева паяльника опусканием его жала в канифоль (если канифоль шипит и от нее идет сильный дым – паяльник нагрет нормально);

4. Очистка жала паяльника в канифоли и лужение его путем приложения к жалу прутка припоя. Лужение — покрытие металла тонким слоем припоя для предохранения его от окисления; используется также в паяных соединениях для обеспечения контакта деталей.

Оконцеванием называют операцию, при которой концу токопроводящей жилы провода или кабеля придают форму, удобную для ее присоединения к контактными выводам электрооборудования (рис. 3.15). Контактные выводы электрооборудования изготавливают плоскими, штыревыми и гнездовыми. Плоские и штыревые выводы предназначены для сварного, паяного и болтового присоединения, а гнездовые — для врубного присоединения с помощью штифтовых кабельных наконечников.

Многопроволочные медные жилы сечением до 10 мм^2 оконцовывают под штырь (рис. 3.15, а) и петель (рис. 3.15, б).

Находит широкое применение оконцевание многопроволочных медных жил блочным наконечником (рис. 3.15, в), ограничивающей шайбой-звездочкой (рис. 3.15, д).

Алюминиевые и медные жилы проводов и кабелей больших сечений оконцовывают наконечником (рис. 3.15, е). Наконечник состоит из контактной части, предназначенной для крепления к аппарату, и трубчатой, в которую вводят провод, подлежащий оконцеванию. Применяют наконечники марки Т (медные), ТА (алюминиевые), ТАМ (имеющие обмедненную контактную поверхность и алюминиевую трубчатую часть). Закрепляют наконечники опрессовкой, сваркой или пайкой.

Однопроволочные алюминиевые жилы сечением $2,5\text{--}10 \text{ мм}^2$, не оконцованные наконечником, предварительно зачищают до металлического блеска под слоем нейтральной смазки с оформлением жилы в кольцо. Затем производят затяжку на штыревом выводе между двумя гайками с установкой шайбы-звездочки и пружинной шайбы.

Соединение, ответвление и оконцевание медных и алюминиевых жил опрессовкой широко распространено в электромонтажной практике. Опрессовка может выполняться способами местного вдавливания, сплошного и комбинированного обжатия. При опрессовке жила провода или кабеля вводится в трубчатую часть наконечника или специальную гильзу и сжимается с помощью матрицы и пуансона, установленных в пресс-клещах. Контактное давление, создаваемое при этом между гильзой и жилой, обеспечивает надежное соединение.

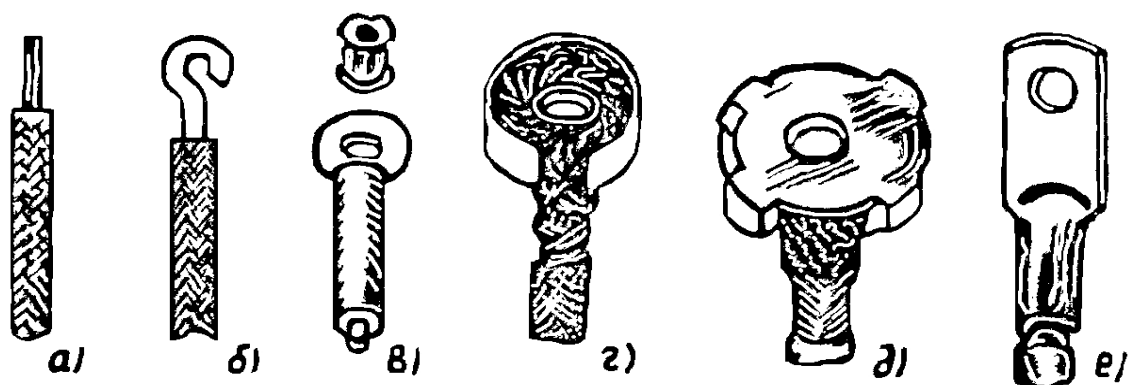


Рис. 3.15. Виды оконцевания жил проводов и кабелей:

a – в виде пестика; *б* – в виде колечка; *в* – блочным наконечником; *г* – ограничивающей шайбой; *д* – шайбой-звездочкой; *е* – наконечником

При опрессовке способом местного вдавливания зубьями пуансона в одном или нескольких местах создается значительное давление и, следовательно, лучший электрический контакт.

При опрессовке сплошным обжатием высокое давление, а, следовательно, и хороший электрический контакт, создаются на всем протяжении обжатия.

Комбинированное обжатие позволяет улучшить электрический контакт между жилой и трубчатой частью наконечника или гильзы благодаря тому, что в условиях сплошного обжатия создается дополнительное давление в месте вдавливания зуба пуансона в поверхность гильзы или наконечника.

При выборе способа опрессовки (местным вдавливанием, сплошным или комбинированным обжатием) достаточно освоить приемы выполнения одного из них. Опрессовка сплошным или комбинированным обжатием требует использования мощных прессов с большим усилием. Для опрессовки местным вдавливанием можно применять всевозможные клещи. Способ местного вдавливания наиболее широко распространен при выполнении электромонтажных работ.

Надежность получаемого опрессовкой контактного соединения во всех случаях достаточно высока, если правильно определена область применения, точно выбраны наконечник или гильза, рабочие инструменты, тщательно подготовлены поверхности и качественно произведена опрессовка.

Строительные нормы и правила указывают, что для оконцевания алюминиевых жил (сечением от 25 до 240 мм²) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 35 кВ следует применять трубчатые наконечники. Для жил сечением 2,5 мм² проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ применяются кольцевые наконечники (пистоны).

Для соединения алюминиевых и медных жил (сечением от 16 до 240 мм²) проводов напряжением до 2 кВ и кабелей до 1 кВ рекомендуется использовать гильзы. Допускается выполнять ответвления жил сечением 2,5 мм² проводов напряжением до 2 кВ опрессовкой в фольге гребенчатыми матрицей и пуансоном.

Необходимо помнить, что при пайке выделяются вредные для здоровья человека газы, пары свинца и олова. Поэтому не следует наклоняться над местом пайки и вдыхать испарения. Пайку следует проводить под вытяжным зонтом или в хорошо проветриваемом помещении. После окончания пайки следует обязательно мыть руки теплой водой с мылом.

Упражнение 3.1. Разделка проводов и кабелей

Порядок выполнения работы.

1. Взять два отрезка одножильного установочного провода (по указанию преподавателя). Определить сечения токоведущих жил выбранных отрезков.
2. По таблице 3.1 определить необходимую длину разделки провода и произвести разметку провода при помощи металлической линейки и письменных принадлежностей. Удалить изоляцию с конца первого провода монтажным ножом, с конца другого — инструментом для снятия изоляции.
3. Предъявить преподавателю разделанные отрезки установочных проводов для оценки качества выполненной работы.
4. Взять несколько отрезков многожильного установочного провода. Определить сечение токоведущих жил и произвести разделку провода.
5. Предъявить выполненную работу преподавателю.
7. Взять отрезок кабеля с бумажной изоляцией. Проверить отсутствие влаги в изоляции. Определить расстояние A .
8. Отмерить на отрезке кабеля расстояние A и распрямить этот участок.
9. Выполнить разделку кабеля согласно методике, изложенной в теоретической части работы. Выполненную работу предъявить преподавателю для оценки.
10. Взять отрезок кабеля с пластмассовой изоляцией.
11. Распрямить конец кабеля на участке 1 м.
12. Определить расстояние A . Выполнить разделку кабеля согласно методике, изложенной в теоретической части работы. Выполненную работу предъявить преподавателю для оценки.

Упражнение 3.2. Оформление концов многопроволочных медных жил в кольцо с последующей пропайкой

Порядок выполнения работы.

1. Отмерить на конце провода расстояние, необходимое для изгибания кольца под заданный диаметр винтового зажима плюс расстояние для образования 2–3-х витков жилы. Снять изоляцию на отмеренном расстоянии с помощью специальных клещей или монтерского ножа (рис. 3.16, а).

2. Ослабить повив проволок жилы с помощью плоскогубцев или пассатижей (рис. 3.16, б). Зачистить проволоки жилы наждачной бумагой до металлического блеска (рис. 3.16, в). Уплотнить повив проволок жилы, оставив ослабленным только участок для навива на жилу после изгибания кольца.

3. Изогнуть конец жилы в кольцо круглогубцами и сделать 2–3 витка вокруг жилы, уплотнив их навив с помощью плоскогубцев или пассатижей. Лишние проволоки откусить кусачками (рис. 3.16, г).

4. Покрывать кольцо раствором канифоли в спирте. Погрузить кольцо на 1–2 с в расплавленный припой или пропаять с помощью паяльника (рис. 3.7, д).

5. Изолировать окончевание поливинилхлоридной лентой с перекрытием каждого витка от заводской изоляции жилы до кольца.

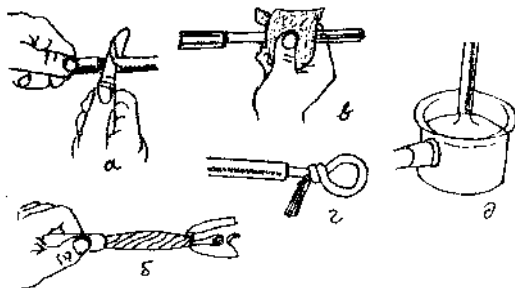


Рис. 3.16. Оформление концов многопроволочных медных жил в кольцо с последующей пропайкой

6. Выполненную работу предъявить преподавателю для оценки.

Упражнение 3.3. Оконцевание многопроволочных жил обжатием в кольцевых наконечниках

Порядок выполнения работы.

1. Снять изоляцию на расстоянии 25–30 мм от конца жилы с помощью специального инструмента (рис. 3.18) или монтерского ножа. Лезвие ножа должно быть направлено под углом к концу жилы во избежание ее надрезания.

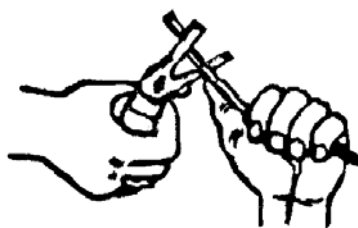


Рис. 3.18. Снятие изоляции

2. Ослабить повив проволок токопроводящей жилы с помощью плоскогубцев или пассатижей. Зачистить жилу с помощью наждачной бумаги и стеклянной шкурки до блеска. Свить зачищенные проволоки жилы в плотный жгут и скрутить конец жилы в колечко по ходу часовой стрелки (рис. 3.19).

3. Определить размер наконечника по таблице 3.3 в соответствии с сечением жилы и диаметром контактного винта.

Таблица 3.3

Выбор наконечника (пистона)

Чертеж	Тип наконечника	Сечение жил, мм ²	Диаметр конт. винта, мм	Размеры, мм			
				d	d_1	d_2	H
	П1	1,5	3	3,5	5,6	7,5	4,5
			4	4,5	6,6	8,5	
			5	5,5	7,6	9,5	
	П2	2,5	3	3,5	5,1	9,8	5,3
			4	4,5	6,1	10,8	
			5	5,5	7,1	11,8	
			6	6,5	8,1	12,8	

4. Изогнуть жилу кольцом и надеть на цилиндрическую часть наконечника (рис. 3.19).

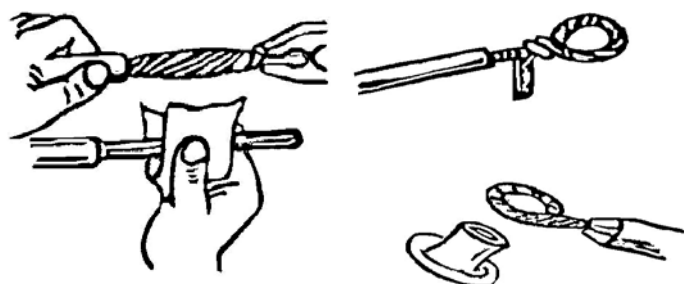


Рис. 3.19. Подготовка жилы и наконечника для опрессовки

5. Установить наконечник с жилой на стержень пуансона так, чтобы участок жилы между наконечником и изоляцией попал в желобок пуансона (рис. 3.20).

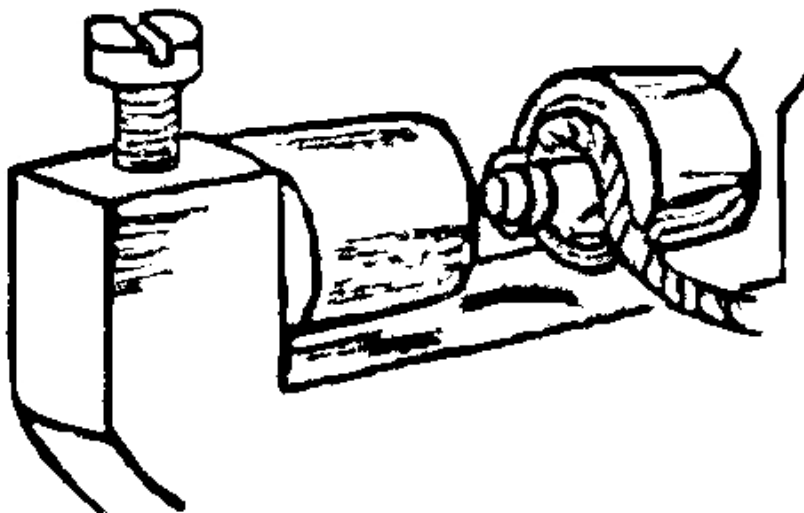


Рис. 3.20. Опрессовка для оконцевания

6. Осуществить опрессовку нажатием на рукоятки клещей до упора торцов матрицы и пуансона (рис. 3.17). Разжать клещи и снять готовое оконцевание.

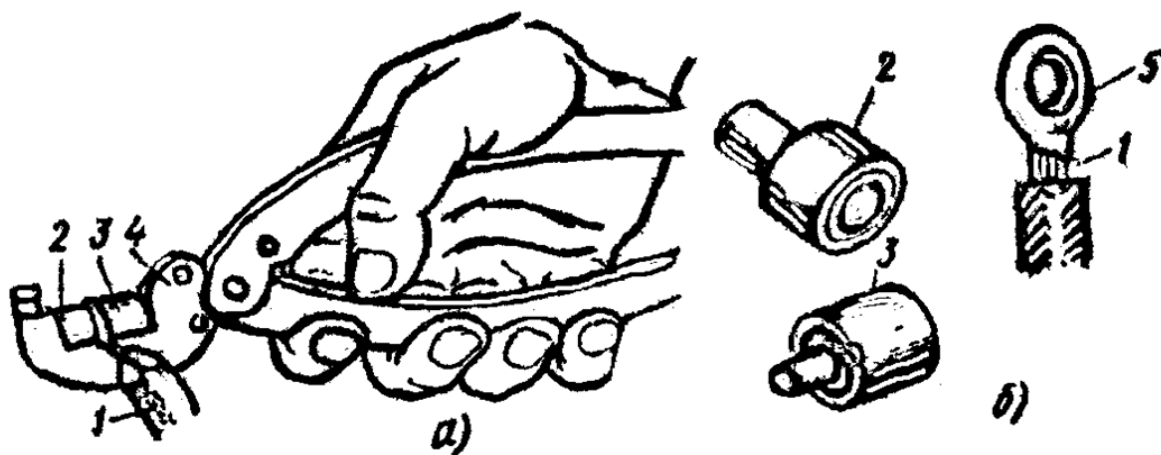
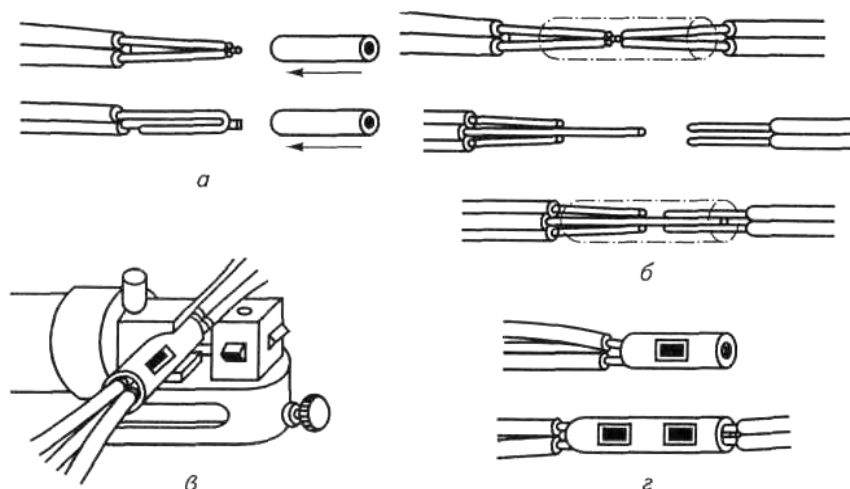


Рис. 3.17. Обжатие кольцевого наконечника (а); готовое соединение (б):
1 – многопроволочная жила; 2 – матрица; 3 – пуансон; 4 – клещи; 5 – кольцевой наконечник (пистон)

7. Выполненную работу предъявить преподавателю для оценки.

**Упражнение 3.4. Опрессовка однопроволочных алюминиевых жил
в гильзах ГАО (рис. 3.21)**



*Рис. 3.21. Опрессовка алюминиевых проводов в гильзах ГАО:
а – подготовка проводов для односторонней опрессовки; б – то же, для двусторонней
опрессовки; в – опрессовка соединения с помощью клещей ГKM;
г – вид соединения после опрессовки.*

Порядок выполнения работы.

1. Взять три отрезка провода АПВ. Определить суммарное сечение токоведущих жил. По таблице 3.4 выбрать гильзы (марку рабочего инструмента принять по указанию преподавателя).

Таблица 3.4

Выбор гильзы ГАО, матриц, пуансонов и механизмов для соединения и ответвления
алюминиевых однопроволочных жил сечением 2,5–10 мм² опрессовкой

Сум- марное сечение жил, мм ²	Тип гильзы	Маркировка матриц в зави- симости от применяемого механизма				Маркировка пуансонов в за- висимости от применяемого механизма				Оста- точная толщина в месте опреде- ления, мм ±0,2 мм
		ГKM	ПК-1М	ПК-2М	ПК-3М	ГKM	ПК-1М	ПК-2М	ПК-3М	
7,5 15	ГАО-4-1 ГАО-4-2	A4	—	A4	A4	A4	—	A4	A4	3,5
13 26	ГАО-5-1 ГАО-5-2	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	4,5
20,5 41	ГАО-6-1 ГАО-6-2	A5,4; A6	1A5,4;6	—	A6	1A5,4	1A5,4	—	A6	4,5
32,5 65	ГАО-8-1 ГАО-8-2	—	1A6	—	—	1A5,4; 6;7;8	—	—	—	6, 3

Если суммарное сечение жил меньше номинального внутреннего диаметра гильзы, вводят дополнительные гильзы. Гильзы ГАО изготавливают с односторонним или двухсторонним заполнением жилами, на что указывают цифры 1 или 2 в конце обозначения гильзы (ГАО-4-1, ГАО-4-2). Гильзы с односторонним заполнением чаще всего используют для соединения жил в ответвительных коробках.

2. Снять изоляцию с помощью специальных клещей или ножом (рис. 3.18). Зачистить оголенные участки жил наждачной бумагой или стеклянной шкуркой под слоем кварце-вазелиновой пасты.

3. Подготовить необходимое количество отрезков жил длиной чуть больше гильзы для заполнения пустот, зачистить и смазать их кварце-вазелиновой пастой.

4. Зачистить внутреннюю поверхность гильзы до блеска поступательными движениями ершика, смазанного техническим вазелином (рис. 3.22).

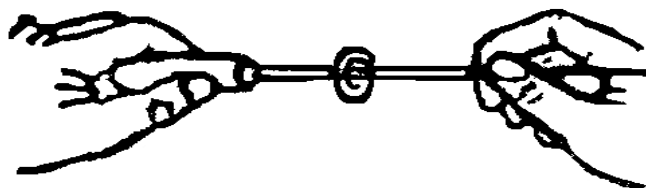


Рис. 3.22. Зачистка внутренней поверхности гильзы

5. Протереть гильзу снаружи и изнутри тканью, смоченной бензином. После протирки внутренней поверхности гильзы немедленно смазать ее кварце-вазелиновой пастой. Кварце-вазелиновую пасту наносят с помощью чистой, сухой палочки поступательно — круговыми движениями (рис. 3.23).

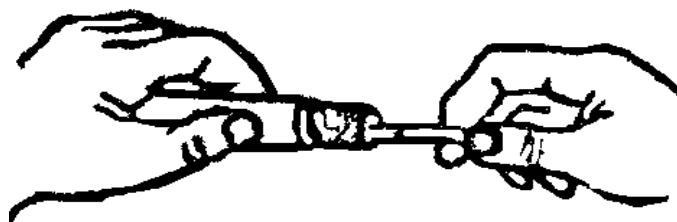


Рис. 3.23. Смазка внутренней поверхности гильзы

6. Проверить заполнение гильзы жилами. При необходимости заполнить гильзу жилами, изогнув нужное их количество, или вставить отрезки жил в гильзу так, чтобы внутри нее не было пустот (рис. 3.24).

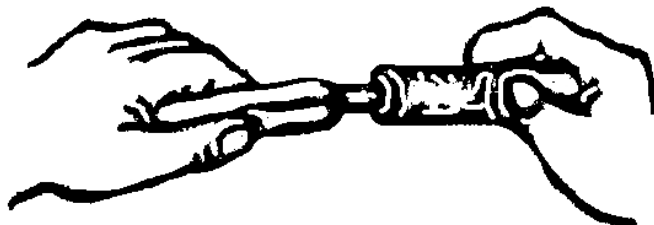


Рис. 3.24. Вставка подготовленной жилы в гильзу

7. Одностороннюю (с односторонним заполнением) гильзу опрессовать одним вдавливанием, а двухстороннюю — двумя (рис. 3.25). При работе пользоваться инструкцией по применению пресс-клещей и строго соблюдать изложенные в ней правила техники безопасности.

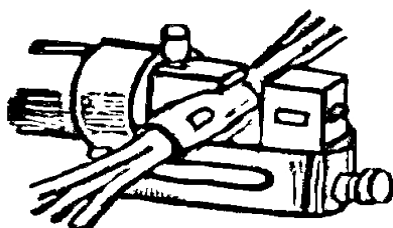


Рис. 3.25. Опрессовка гильзы

8. Остаточная толщина в месте опрессовки должна соответствовать данным, приведенным ниже и в таблице 3.4. Измерить остаточную толщину в месте опрессовки (рис. 3.26). При недостаточной глубине вдавливания опрессовку следует повторить и убедиться, что матрица и пуансон выбраны правильно.

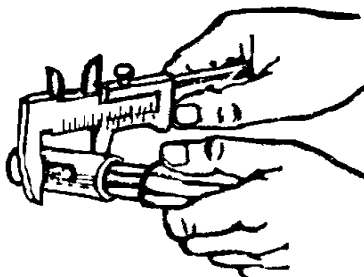


Рис. 3.26. Проверка качества опрессовки

9. Изолировать место соединения полиэтиленовым колпачком при использовании гильз ГАО-4-1, ГАО-5-1 или липкой изоляционной лентой с перекрытием заводской изоляции жил (рис. 3.27).



Рис. 3.27. Изолировка места опрессовки

10. Предъявить выполненную работу преподавателю для оценки.

Правильность глубины вдавливания проверяют штангенциркулем с насадкой или специальным измерителем. После опрессовки остаточная толщина материала h при площади поперечного сечения жил S должна быть следующей:

$S, \text{ мм}^2$	16–35	50	70 и 95	240
$h, \text{ мм}$	5,5	7,5	9,5	14

Лабораторная работа 4

РАЗБОРНЫЕ И НЕРАЗБОРНЫЕ КОНТАКТНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ПРИ МОНТАЖЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ

Различные элементы электрической цепи соединяются между собой и присоединяются к источникам или потребителям электроэнергии с помощью электрических контактных соединений (КС).

Электрический контакт — соединение токоведущих поверхностей, обеспечивающее непрерывность электрической цепи. **Контактное соединение** — конструктивный узел, образующий неразмыкаемый контакт.

Возросшая сложность электроустановок, многообразие условий их работы и требований, предъявляемых к ним, привели к появлению ряда разновидностей контактных соединений.

Непосредственно монтажу контактных соединений в электроустановках предшествует оконцевание жил проводов и кабелей. Оконцевание жил сечением до 10 мм² может быть выполнено в форме пестика, колечка, наконечником с помощью пайки или опрессовки.

Электрический контакт между проводниками осуществляется креплением двух токоведущих элементов с помощью болтов, винтов, сжимов, специальных пружин, заклепок, совместной деформации (опрессовки), а также сваркой, пайкой или адгезионным сцеплением – склеиванием.

По конструктивно-технологическому признаку контактные соединения подразделяются на три группы: неразборные, разборные и разъёмные.

Неразборные контактные соединения — такие, которые не могут быть разобраны без разрушения хотя бы одной из соединяемых деталей или соединяемого материала. К ним относятся: сварные, паяные, клепанные, опрессованные, клеевые.

Разборные контактные соединения — такие, которые могут быть разобраны без разрушения соединяемых деталей. К ним относятся: болтовые, винтовые, клиновые.

Разъёмные контактные соединения — устройства, состоящие из вилки и розетки (силовых разъёмов).

По роду связи токоведущих частей соединения можно разделить на цельнометаллические — со сварным контактом и сжимные — с механическим (сжимным) контактом. В свою очередь, сжимные соединения могут быть про-

стыми и сложными: первые образуются между двумя сплошными по структуре проводниками; вторые — между многопроволочным проводом и наконечником (гильзой и т. п.) или между двумя многопроволочными проводами.

Болтовые и винтовые разборные контактные соединения используют в основном для присоединения жил проводов и кабелей непосредственно к выводам электрооборудования (электродвигателей, аппаратуры управления и защиты и т. п.), а также для соединения и ответвления проводов и кабелей от магистральных электрических линий без их разрыва, например, с помощью сжимов.

При работе болтовые и винтовые контактные соединения испытывают натяжение, которое со временем ослабевает. Поэтому для обеспечения плотности контакта под головку стяжного болта или винта подкладывают пружинящую шайбу. На соединениях, подверженных вибрации, устанавливают контргайки.

При соединении алюминиевых и медных однопроволочных жил проводов и кабелей площадью сечения до 10 мм^2 болтовые и винтовые зажимы должны иметь ограничивающую шайбу-звездочку или другое устройство, препятствующее «выдавливанию» жилы из-под головки или гайки контактного зажима, и разрезную пружинящую шайбу.

Силовое электрооборудование, как правило, имеет плоские контактные выводы, штыревые и гнездовые (рис. 4.1). Эти выводы позволяют осуществлять разъемное соединение проводов и кабелей с электрооборудованием. Кроме этого, выводы контактных зажимов электрических аппаратов автоматики, управления, сигнализации и защиты могут быть лепестковые, штифтовые и желобчатые (рис. 4.1). К ним присоединяются только медные жилы проводов и кабелей пайкой.

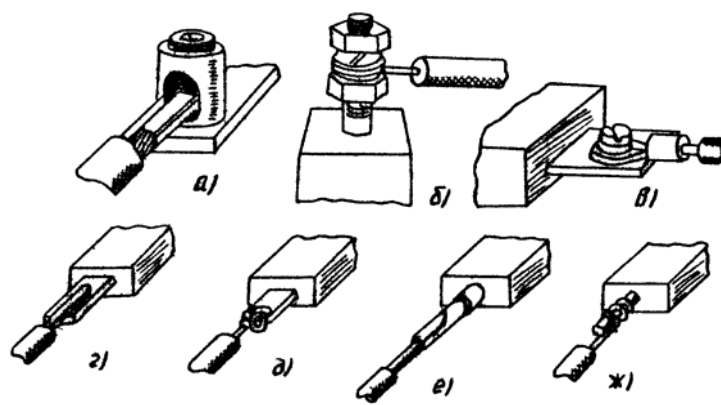


Рис. 4.1. Контактные вводы электрооборудования:
а — гнездовой; б — штыревой; в — плоский; г, д — лепестковый; е — желобчатый;
ж — штифтовый

В распределительных устройствах, силовых цепях, вторичных цепях, а также при присоединении проводников к установочным изделиям применяются переходные контактные зажимы (ответвительные, люстровые, клеммники из наборных и ненаборных зажимов) (рис. 4.2).

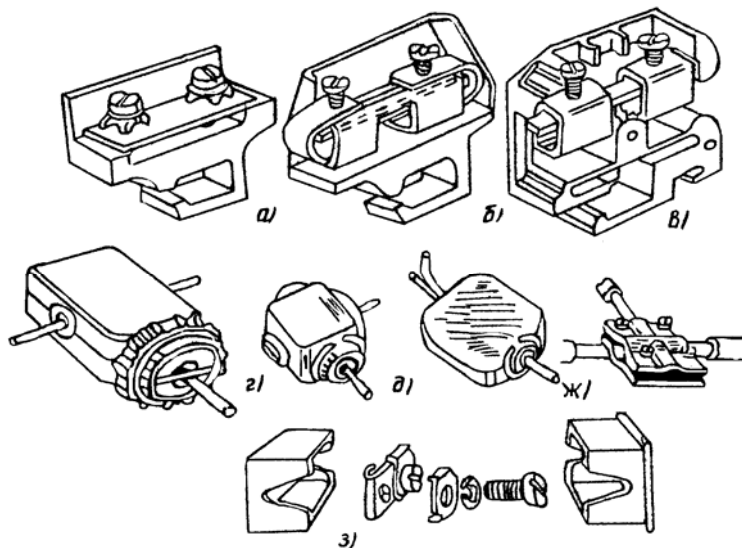


Рис. 4.2. Механические зажимы:

а, б, в – переходные контактные зажимы; з, д, ж – ответвительные сжимы;
з – винтовой зажим

Конструкция и основные размеры плоских и штыревых выводов электрооборудования приведены в таблицах 4.1 и 4.2. Выводы электрооборудования изготавливаются из меди, алюминия и их сплавов. При токе до 40 А они могут быть стальными. Выводы из меди и стали имеют металлопокрытие из олова, цинко-оловянистого сплава, кадмия и никеля.

Таблица 4.1

Размеры унифицированных плоских выводов с одним отверстием на ток до 1000 А

Чертеж	Обозначение исполнения	Номинальный ток, А	В, мм	l, мм	d, мм	Резьба	l ₁ , мм
	011	2,5-6,3	6	6	3,4	M3	3,0
	012	25	8	8	4,5	M4	4,0
	013	40	10	10	5,5	M5	6,0
	014	63	12	12	5,5	M5	6,0
	015	100	15	15	4,6	M6	7,5
	016	200	20	20	9,0	M8	10,0
	017	400	25	25	11,0	M10	12,5
	018	630	35	35	14,0	M12	17,5
	019	1000	50	50	18,0	M16	25,0

Таблица 4.2

Размеры унифицированных штыревых выводов на ток до 1250 А

Номинальный ток, А	Размеры вывода из:			Номинальный ток, А	Размеры вывода из:		
	стали	латуни	меди		стали	латуни	меди
2,5–6,3	M3	M3	—	250	—	M12	M10
16	M4	M4	—	320	—	M16	M12
25	M5	M5	—	400 630	—	M20	M16 M20×1,5
40	M6	M6	—	800	—	—	M24×2,0
53	—	M6	—	1000	—	—	M30×2,0
100	—	M8	—	1250	—	—	M33×2,0
150	—	M10	—				

Таблица 4.3

Соединение медных жил с выводами электрооборудования и зажимами

Тип вывода или зажима	Жила		Способ подготовки	Способ соединения с выводом и зажимом
	Характеристика	Сечение, мм ²		
1	2	3	4	5
Плоский	Однопроводочная	1,5–10	Зачистка до металлического блеска: оформление наконечника в кольцо	Затяжка винтом с установкой шайбы и пружинной шайбы (рис. 4.3, а)
Штыревой	То же	То же	То же	Зажатие между двумя гайками с установкой шайбы и пружинной шайбы
Гнездовой	То же	То же	Зачистка до металлического блеска	Затяжка винтом вывода или зажима
Плоский	Многопроводочная	1,0–10	Оконцевание наконечником опрессовкой или пайкой. До сечения 2,5 мм ² – опрессование кольцевым наконечником. Оформление жилы в кольцо, пропайка	Затяжка винтом с установкой шайбы и пружинной шайбы (рис. 4.3, б)
Плоский	Многопроводочная	16–240	Оконцевание жилы наконечником опрессовкой или пайкой	Затяжка болтами с установкой шайб, гаек и контргаяк

Окончание табл. 4.3

1	2	3	4	5
Штыревой	То же	То же	То же	Зажатие между двумя гайками без установки шайбы
Гнездовой	То же	То же	Оконцевание жилы штифтовым наконечником опрессовкой	Затяжка винтом вывода или зажима
Плоский	Много-проводочная	300 — 400	Оконцевание жилы наконечником пайкой	Зажатие болтами с установкой шайб, гаек и контргаяк
Штыревой	То же	То же	То же	Затяжка между двумя гайками без установки шайбы

Таблица 4.4

Соединение алюминиевых жил сечением до 10 мм² с плоскими и штыревыми выводами электрооборудования и зажимами

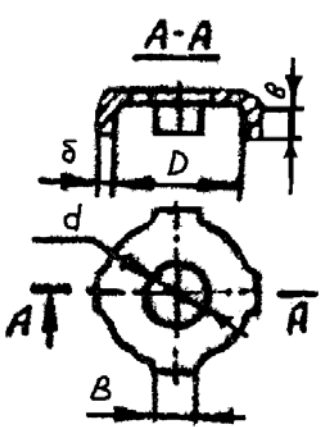
Жила			Способ соединения с выводом или зажимом	
Характеристика	Сечение мм ²	Способ подготовки	Плоским	Штыревым
Однопроводочная	2,5-10	Зачистка до металлического блеска под слоем нейтральной смазки с оформлением жилы в кольцо	Затяжка винтом с установкой шайбы-звездочки и пружинной шайбы (рис. 4.3, з)	Затяжка между двумя гайками с установкой шайбы-звездочки и пружинной шайбы
То же	2,5	Зачистка до металлического блеска под слоем нейтральной смазки с оконцеванием жилы кольцевым наконечником опрессовкой	Затяжка винтом с установкой пружинной шайбы	Затяжка между двумя гайками с установкой шайбы и пружинной шайбы

Жилы, имеющие металлопокрытие, очищаются бензином, ацетоном, уайт-спиритом. При применении болтов М8 вместо контргаяк разрешается устанавливать пружинные шайбы.

Необходимо помнить, что присоединение алюминиевых жил к штыревым выводам (и зажимам электрооборудования), установленным в сырых помещениях, в агрессивной среде или наружных установках не допускается.

Шайбы-звездочки выбирают по таблице 4.5.

Таблица 4.5

Шайбы-звездочки						
Чертеж	Сечение жилы, мм ²	Винт	Размеры, мм			
			<i>D</i>	<i>d</i>	<i>в</i>	<i>б</i>
	2,5; 4	M4	8,5	4,2	—	—
		M5	9,5	5,2	1,3	0,5
		M6	10,5	6,3	—	—
	6	M4	9,5	4,2	—	—
		M5	11	5,2	1,8	0,5
		M6	12	6,8	—	—
	10	M6	14	6,3	—	—
		M8	16	8,3	2,5	0,8
		—	—	—	—	—

Примечание. Размер *B* ориентировочно принимается 0,5 *d*.

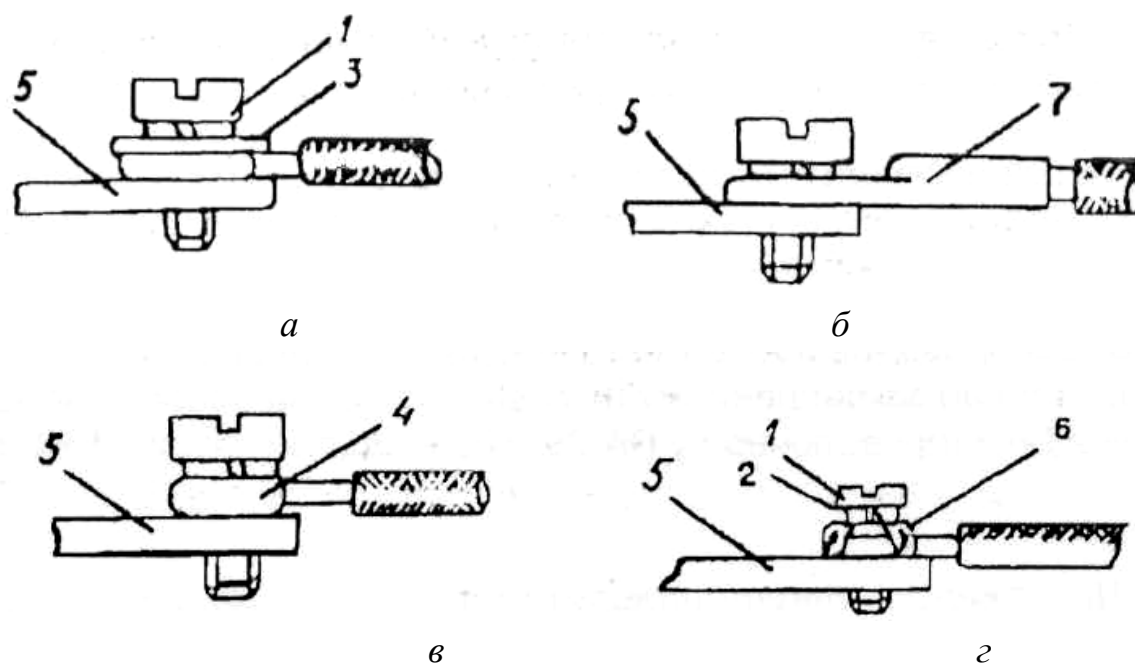


Рис. 4.3. Присоединение жил проводов и кабелей к плоским выводам электрооборудования:

а – медной однопроволочной жилы сечением до 10 мм²; *б, в* – медной многопроволочной жилы, оконцованной наконечником или в кольцо с пропайкой; *г* – алюминиевой однопроволочной жилы сечением до 10 мм²; 1 – винт; 2 – пружинная шайба; 3 – шайба; 4 – токоведущая жила; 5 – плоский вывод электрооборудования; 6 – шайба-звездочка; 7 – наконечник

Таблица 4.6

Соединение алюминиевых жил сечением до 10 мм² с гнездовыми выводами электрооборудования и зажимами

Характеристика	Сечение, мм ²	Способ подготовки и соединение с выводом или зажимом	Примечание
Однопроволочная	2,5–10	Оконцевание штифтовым наконечником из твердого алюминиевого сплава опрессовкой	Временно до выпуска штифтовых наконечников допускается соединение жилы без оконцевания, за исключением соединений с выводами и зажимами, установленных в сырых помещениях, с агрессивной средой, в наружных установках

Допускается присоединение к гнездовым выводам алюминиевых жил после сплавления их в монолит с добавкой легирующих присадок из твердых алюминиевых сплавов.

К гнездовым выводам электрооборудования и зажимам, установленным в наружных установках, в сырых помещениях и в помещениях с агрессивной средой, присоединение алюминиевых жил допускается только после оконцевания их медно-алюминиевыми штифтовыми наконечниками.

Основные виды неразборных соединений представлены на рисунке 4.4.

Одним из распространенных видов неразборных контактных соединений является пайка. Особенности пайки медных жил проводов и кабелей были рассмотрены в предыдущей работе. Следует отметить, что посредством пайки выполняется не только оконцевание, но также соединение и ответвление медных жил. Указанные работы будут рассмотрены в практической части.

Пайка алюминия представляет некоторые затруднения вследствие его легкой окисляемости с образованием на поверхности прочной окисной пленки. Удаляют ее обычно непосредственно во время пайки механическим способом. На разогретую поверхность металла сплавляют припой, который растирают специальной кисточкой или палочкой припоя. Окисная пленка при этом очищается под слоем припоя, а последний прочно соединяется с поверхностью металла. Алюминиевые жилы паяют с помощью припоев А, ЦО-12, ЦА-15 и др. (табл. 4.7).

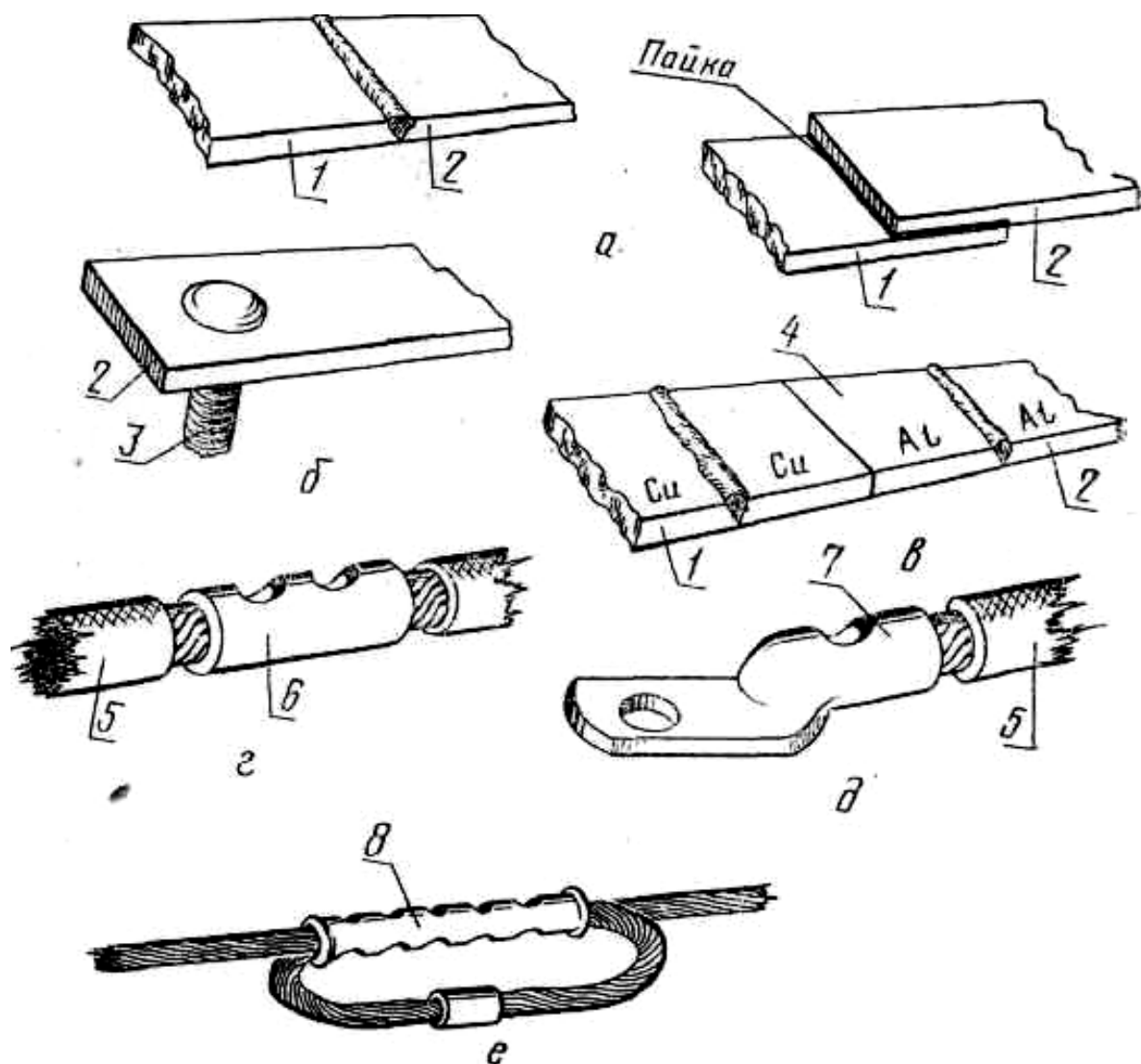


Рис. 4.4. Неразборные контактные соединения:

а – сваркой или пайкой; б – со штыревым выводом сваркой; в – сваркой через переходную медно-алюминиевую пластину; г – соединение жил проводов (кабелей) через соединительную гильзу опрессовкой; д – соединение жилы провода (кабеля) с кабельным наконечником опрессовкой (сваркой, пайкой); е – соединение жил проводов в овальных соединителях; 1 – плоский вывод (шина); 2 – шина; 3 – штыревой вывод; 4 – медно-алюминиевая пластина; 5 – провод (кабель); 6 – соединительная гильза; 7 – кабельный наконечник; 8 – овальный соединитель

Таблица 4.7

Состав и температура плавления припоев для пайки алюминиевых жил проводов и кабелей

Марка припоя	Температура плавления, °С	Состав припоя, %			
		Цинк	Олово	Медь	Алюминий
А, оловянно-медно-цинковый	400-425	58-58,5	40	1,5-2	–
ЦО-12, цинко-оловянистый	500-550	88	12	–	–
ЦА-15, цинко-алюминиевый	550-600	85	–	–	15

Припой ЦА-15 отличается высокой механической прочностью и устойчивостью против коррозии. При его использовании не требуется специальных мер антикоррозийной защиты места пайки. Однако он имеет недостаток — высокую температуру плавления, что ограничивает его применение в электромонтажной практике из-за опасности перегрева изоляции жил во время пайки.

Припой ЦО-12 имеет более низкую температуру плавления, чем ЦА-15, но не обладает достаточной противокоррозийной стойкостью. Его применяют для пайки алюминиевых жил кабелей внутри муфт, герметическая заделка которых исключает попадание к месту пайки влаги и воздуха.

Припой А имеет невысокую температуру плавления и лучше, чем припой ЦО-12 сопротивляется воздействию коррозии. Однако места пайки должны быть покрыты влагостойким лаком и тщательно изолированы.

Опрессовка как способ получения неразборных контактных соединений также была рассмотрена в предыдущей работе. Данный способ применяется и для соединения алюминиевых токоведущих жил в гильзах.

Кроме перечисленных способов возможно также выполнение неразборных контактных соединений сваркой.

Сварка — это процесс получения неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями конструкции при их местном или общем нагреве, пластическом деформировании или совместном действии обоих факторов.

Сварку применяют для оконцевания и соединения алюминиевых жил проводов и кабелей всех сечений. Различают три способа сварки: *электросварку контактным разогревом, газовую и термитную.*

Электросварка контактным разогревом (контактная) является наиболее распространенным видом сварки, применяемым при оконцевании и соединении алюминиевых жил проводов и кабелей.

Способы контактной электросварки:

- 1) с помощью аппарата ВКЗ-1 (рис. 4.5);
- 2) с помощью угольного электрода, установленного в электрододержателе, подключенном к одному полюсу вторичной обмотки трансформатора, ко второму полюсу трансформатора подключается держатель, в котором зажимают скрученные жилы (рис. 4.6);
- 3) то же, клещами с двумя угольными электродами (рис. 4.7);
- 4) то же, с применением обоймы.

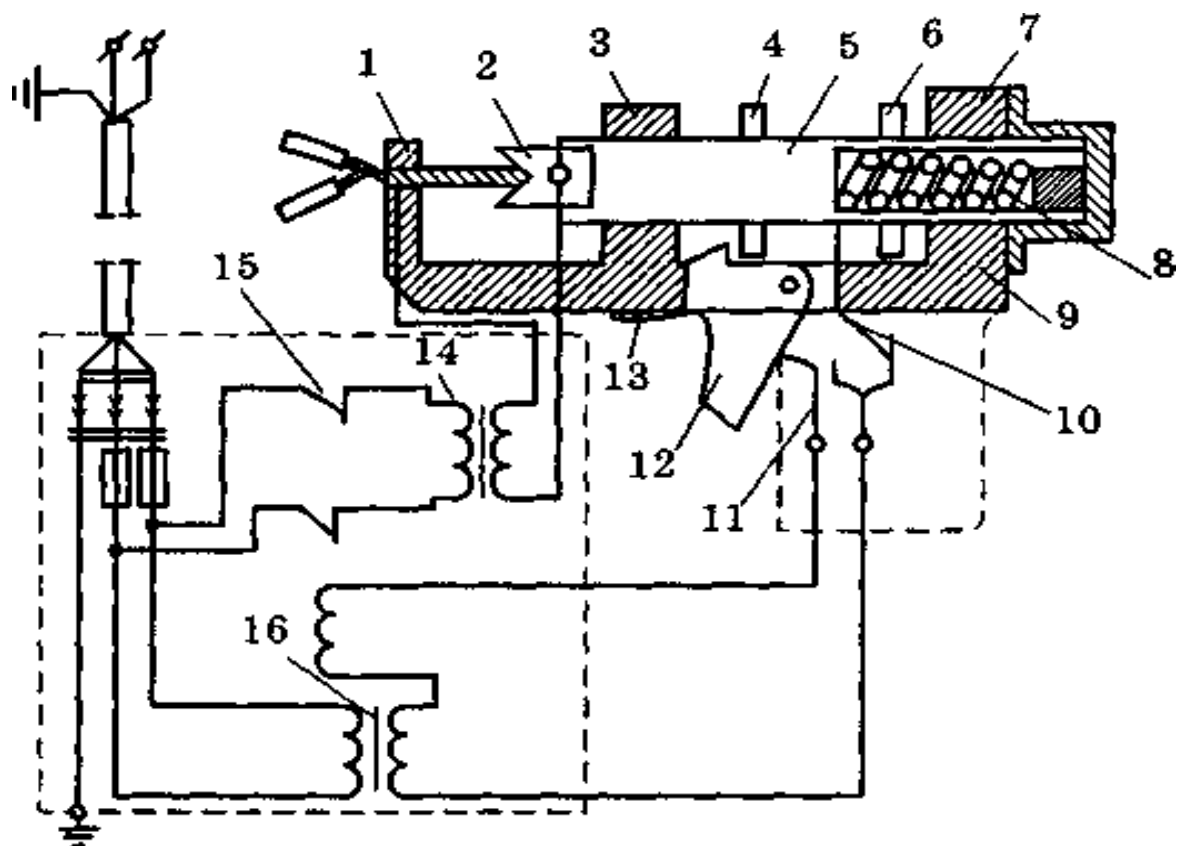


Рис. 4.5. Соединение алюминиевых жил с помощью аппарата ВКЗ-1:

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

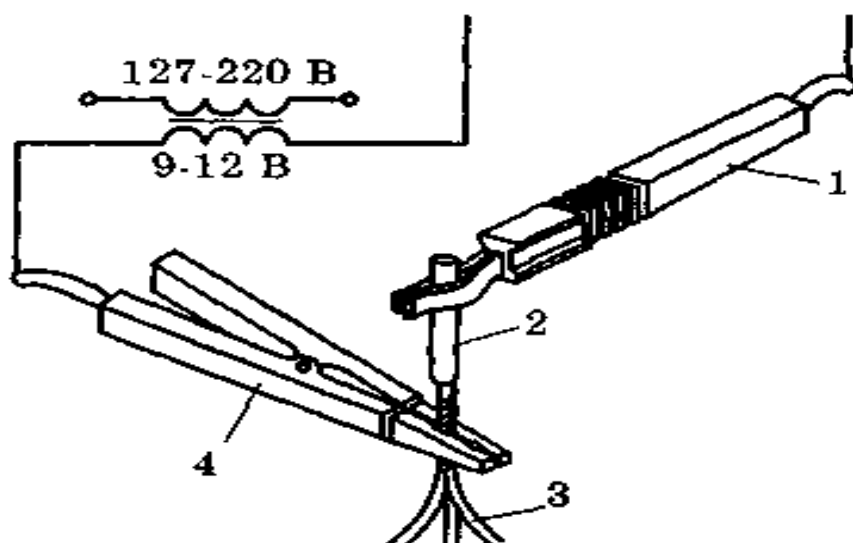


Рис. 4.6. Соединение алюминиевых жил электросваркой с помощью угольного электрода и держателя:

1 – электрододержатель; 2 – угольный электрод; 3 – алюминиевые однопроволочные провода; 4 – токоподводящий зажим

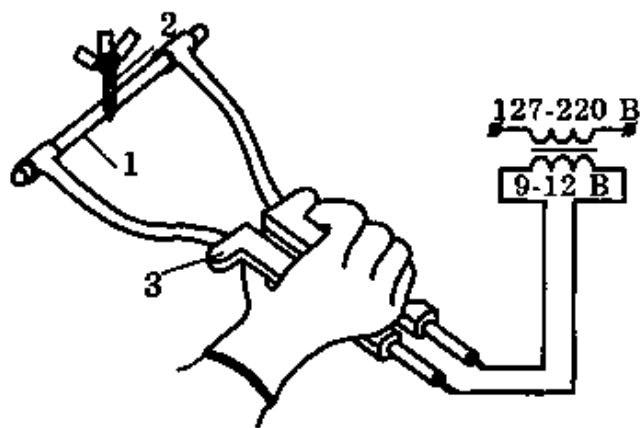


Рис. 4.7. Соединение алюминиевых жил в клещах с двумя угольными электродами:
1 – угольный электрод; 2 – скрутка алюминиевых жил; 3 – двухэлектродные клещи

Газовую сварку применяют для окончевания, соединения и ответвления алюминиевых жил проводов и кабелей. Для соединения жил суммарным сечением до 20 мм^2 применяют пропан-воздушную, для окончевания — ацетилено-кислородную сварку.

Пропан-кислородную сварку в стальных формах используют для окончевания жил сечением $300\text{--}1500 \text{ мм}^2$. Ацетилено-кислородную сварку применяют для окончевания в стальных формах жил сечением $50\text{--}240 \text{ мм}^2$.

Термитная сварка применяется для соединения, окончевания и ответвления алюминиевых жил проводов и кабелей. Термитная сварка обеспечивает высокое качество электрического контакта. Ее осуществляют с помощью термитного патрона, который состоит из муфеля (термитной массы) и стальной цилиндрической формочки – кокиля. После сгорания термитной массы внутри кокиля устанавливается температура, позволяющая успешно производить сварку алюминия. Эта температура сохраняется в течение нужного времени.

При соединении и окончевании указанным способом концы жил вводят в кокиль термитного патрона. После их расплавления добавляют присадочный материал из алюминиевого прутка через отверстие в верхней части муфеля, что компенсирует усадку металла в кокиле после охлаждения.

Сварку производят с использованием флюса ВАМИ, который обеспечивает защиту поверхности от окисления (могут использоваться и другие марки флюсов). При термитной сварке неизбежен перегрев жил, а, следовательно, ухудшение свойств не только самой жилы, но и изоляции. Поэтому во время сварки применяют специальные охладители (теплоотводы), имеющие комплект разрезных сменных бронзовых втулок с внутренним сечением в виде круга или сектора.

Медь в расплавленном состоянии обладает способностью в значительном количестве поглощать некоторые газы, в частности, водород. При взаимодействии с кислородом, находящимся в меди в виде закиси Cu_2O , происходит реакция восстановления меди из этого оксида с выделением паров воды: $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H} = \text{H}_2\text{O} + 2\text{Cu}$. Находясь в толще жидкого металла, водяные пары при повышении давления расширяют металл, образуя поры и сеть микроскопических трещин. Это явление носит название «водородной болезни». В результате этого понижается прочность металла, что делает его хрупким. Учитывая возможность возникновения пор и трещин вследствие «водородной болезни», необходимо предупреждать попадание влаги в шов и не пользоваться отсыревшими флюсами. Поэтому следует закреплять свариваемые детали и избегать сотрясений, как в момент сварки, так и в период охлаждения швов. Большая теплопроводность меди, превышающая в 6 раз теплопроводность стали, ведет к необходимости применять для сварки мощные источники теплоты, а также принимать меры для уменьшения тепловых потерь. К таким мерам относят применение подкладок из теплоизолирующего материала (графитовых, керамических) и наложение теплоизоляции на поверхность свариваемых деталей вдоль швов.

Сварка меди затрудняется ее способностью сильно окисляться в нагретом и особенно в расплавленном состоянии. На свариваемость меди оказывают большое влияние примеси, входящие в ее состав (кислород, свинец, сера, фосфор и др.).

Существуют различные способы и виды сварки, однако для электрослесарных работ в основном применяется ручная (перемещение электрода производится вручную) сварка электрической дугой. Источник питания может быть постоянного или переменного тока.

Ручная электродуговая сварка меди угольным электродом применяется преимущественно для малоответственных изделий. Угольные электроды целесообразно использовать при толщине меди до 15 мм. При большой толщине лучшие результаты получают, применяя графитовые электроды. Сварку выполняют электродами, заточенными на конус (на 1/3 его длины) постоянным током прямой полярности (электрод подключается к отрицательному полюсу источника питания).

Сварку угольным электродом ведут длинной дугой во избежание вредного влияния на сварочную ванну выделяющегося оксида углерода (CO). С этой же целью, а также в связи с возможностью охлаждения ванны присадочный материал не погружают в ванну, а держат под углом примерно 30° к изделию

на расстоянии 5–6 мм от поверхности ванны. Электрод располагают под углом 75–90° к свариваемому изделию. При использовании для сварки неплавящихся электродов (угольных или вольфрамовых) для обеспечения необходимой толщины сварного шва используется присадочный материал. Он представляет собой пруток из металла, аналогичного свариваемому, который расплавляется электрической дугой. Углекислый газ, выделяющийся в процессе сварки, недостаточно защищает расплавленный металл от окисления, поэтому применяют присадочный материал с раскислителем — фосфором, а также флюс (94–96 % прокаленной буры, 6–4 % металлического магния). Флюс (в виде порошка) наносят на смоченную жидким стеклом поверхность прутка или на свариваемые кромки и просушивают на воздухе.

Детали из меди толщиной менее 3 мм сваривают угольным электродом дуговой сваркой. При большей толщине соединений также можно применять дуговую сварку угольным электродом, однако при этом используют присадочный материал в виде прутков из меди, кремнистой или фосфористой бронзы. Свариваемую поверхность покрывают флюсом в виде порошка, в состав которого входят бура, борная кислота и борный ангидрид. Сварка меди возможна электродами с обмазкой из буры, борной кислоты и борного ангидрида.

Ручную сварку деталей из меди выполняют медными электродами с покрытием, используя постоянный ток обратной полярности (электрод подключается к положительному полюсу источника питания), короткой дугой без поперечных колебаний. Лучшее формирование шва обеспечивает возвратно-поступательное движение электрода. Удлинение дуги ухудшает формирование шва, увеличивает разбрызгивание электродного металла, снижает механические свойства сварных соединений.

Медь толщиной до 4 мм сваривают без подогрева. При толщине металла 5–10 мм необходим предварительный подогрев до температуры 250–300 °С. Для сварки меди наибольшее распространение получили электроды, в которых в качестве стержня используется медная проволока. Разработаны высокопроизводительные электроды, обеспечивающие сварку без подогрева меди толщиной до 15 мм или с невысоким (250–400 °С) подогревом для металла большой толщины.

Ручную аргонодуговую сварку выполняют вольфрамовым электродом постоянным током прямой полярности в аргоне высокой чистоты. Металл толщиной более 4 мм сваривают с предварительным подогревом до 800 °С. В качестве присадки используют прутки из меди, медно-никелевого сплава, бронзы и др.

Для металла толщиной свыше 5 мм сварку ведут обычно справа налево углом вперед при наклоне электрода по отношению к изделию на 80–90°, угол наклона присадочной проволоки 10–15°. Учитывая, что медь обладает неудовлетворительными литейными свойствами, особое внимание уделяют правильному выбору присадочного материала. Он должен представлять собой сплав меди, содержащий раскислители (фосфор, олово, цинк и др.).

Для выполнения разборных и неразборных контактных соединений применяется сварочное оборудование различного назначения, паяльники, инструменты для опрессовки и разделки проводов и кабелей, а также вспомогательные материалы.

При пайке и лужении необходимо соблюдать следующие правила безопасности:

- рабочее место паяльщика должно быть оборудовано местной вентиляцией (скорость движения воздуха — не менее 0,6 м/с);
- не допускается работа в загазованных помещениях;
- по окончании работы следует тщательно мыть руки с мылом;
- серную кислоту следует хранить в стеклянных бутылках с притертыми пробками; пользоваться нужно только разведенной кислотой;
- при нагреве паяльника следует соблюдать общие правила безопасного обращения с источником нагрева;
- у электрического паяльника рукоятка должна быть сухой и без повреждений.

При выполнении сварки цветных металлов электроконтактным способом следует соблюдать основные правила:

- выполнять работу в спецодежде, рукавицах, очках с прозрачными стеклами;
- работать в помещении с вытяжной вентиляцией;
- использовать только исправное электрооборудование, исключаящее контакт с токоведущими элементами, которые включены в электрическую сеть 220 или 380 В;
- в процессе работы следует обязательно использовать средства защиты от поражения электрическим током (диэлектрические перчатки, коврики и т. д.).

При выполнении опрессовки следует соблюдать правила безопасности, изложенные в инструкции по эксплуатации применяемого оборудования.

Упражнение 4.1. Присоединение жил проводов и кабелей к контактными выводам электрооборудования

Порядок выполнения работы.

1. Определить сечение подключаемой жилы. Выбрать винт, гайку, шайбу-звездочку, пружинную разрезную шайбу в зависимости от сечения подключаемой жилы.

2. Снять специальными клещами или монтерским ножом изоляцию с конца подключаемой жилы на расстоянии, достаточном для изгибания кольца под винт плюс 2–3 мм. Зачистить оголенный конец жилы стеклянной шкуркой под слоем кварце-вазелиновой пасты. Изогнуть подготовленный конец жилы в кольцо с помощью специальных клещей или круглогубцев.

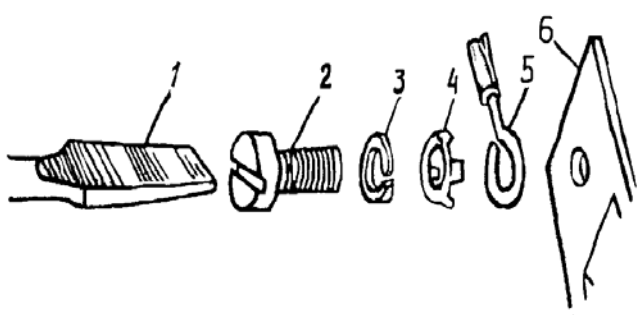


Рис. 4.8. Присоединение жилы к плоскому выводу электрического аппарата:
1 – отвертка; 2 – винт; 3 – пружинная шайба; 4 – шайба-звездочка; 5 – алюминиевая жила;
6 – контактный вывод

3. Расположить жилу так, чтобы изгиб кольца был направлен по часовой стрелке. Установить детали винтового зажима в последовательности, показанной на рисунке 4.8. Прижать кольцо к выводу через шайбу-звездочку и разрезную пружинную шайбу, плотно завернув винт или гайку с помощью отвертки и пассатижей.

Упражнение 4.2. Соединение медных однопроволочных жил скруткой с последующей пропайкой

Порядок выполнения работы:

1. Снять изоляцию с концов жилы специальными клещами КСИ, МБ-1 или КУ-1 на расстоянии, позволяющем навить 5–7 витков плюс 8–10 диаметров жилы (рис. 4.9, а).

2. Зачистить концы жил наждачной бумагой до металлического блеска (рис. 4.9, б).

3. Изогнуть концы жилы под углом 90° на расстоянии, равном 7–10 диаметрам жилы от среза изоляции, и развести их друг от друга (рис. 4.9, в). Навить 5–7 витков одной жилы и уплотнить соединение с помощью двух пассатижей, затянуть витки жил в противоположные стороны (рис. 4.9, г, д).

4. Покрыть скрутку раствором канифоли и пропаять с помощью паяльника (рис. 4.9, е).

5. Выполнить намотку липкой изоляционной ленты на место скрутки с таким расчетом, чтобы витки перекрывали друг друга и захватывали часть заводской изоляции жил 2–3-мя слоями (рис. 4.9, ж).

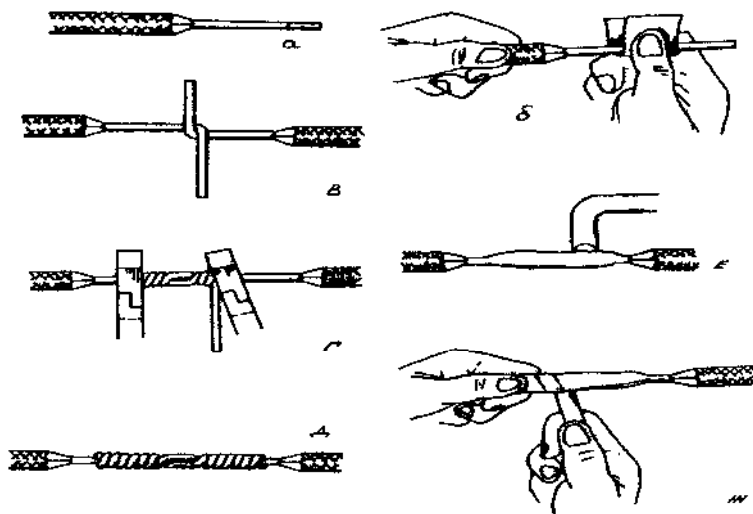


Рис. 4.9. Соединение медных жил пропаянной скруткой

6. Покрыть соединение влагостойким лаком.

Упражнение 4.3. Соединение однопроволочных алюминиевых жил пайкой двойной скрутки с желобом

Порядок выполнения работы.

1. Определить на концах проводов участки для удаления изоляции, позволяющие выполнить на оголенных жилах двойную скрутку с желобами.

Отмерить на проводе расстояние, необходимое для образования желоба заданной длины, и дополнительное расстояние для 4–6 витков жилы плюс 8–9 мм. Снять изоляцию с конца провода на отмеренном участке с помощью клещей либо специального инструмента, а на жиле ответвления — ножом, лезвие которого должно быть расположено под углом к жиле во избежание ее надрезания. Зачистить жилы до металлического блеска щеткой из кардолен-ты, стеклянной шкуркой или наждачной бумагой.

Скрутить жилы: выходящие из ответвительной коробки — с размером желоба 25–30 мм; для соединения жил сечением до 4 мм² — с размером желоба 20 мм и сечением более 4 мм² — с размером желоба 30 мм; для ответвления жил сечением до 4 мм² — с размером желоба 25 мм и сечением 4–10 мм² — с размером желоба 30 мм (рис. 4.10, а, б, в).

2. Для скрутки жил проводов, выходящих из коробки, их укладывают параллельно друг другу, удерживают одними плоскогубцами у начала скрутки, а другими плоскогубцами навивают 2–3 витка (рис. 4.10, г). Операцию повторяют и на конце скрутки. Ответвление и соединение выполняют в последовательности, показанной на рисунке 4.10, д. После скрутки жилы в месте желоба должны быть ровными и плотно прижатыми друг к другу.

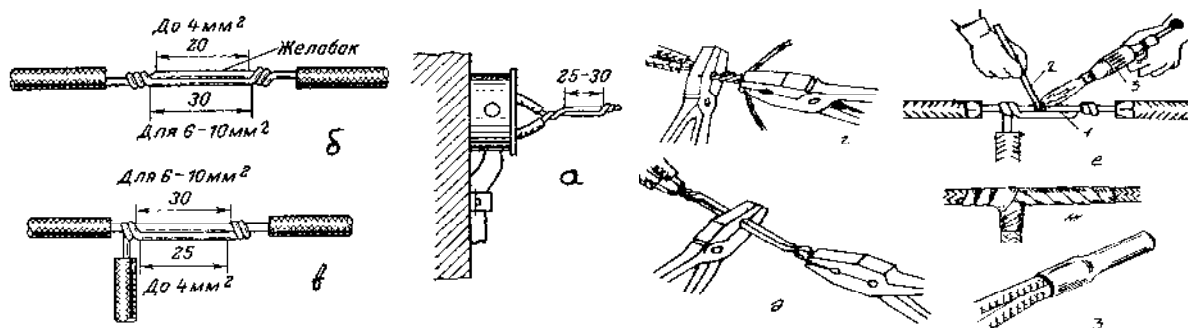


Рис. 4.10. Соединение однопроволочных алюминиевых жил пайкой двойной скрутки с желобом: 1 — двойная скрутка; 2 — палочка припоя; 3 — пропан-бутановая горелка

3. Нагревать скрутку жил проводов пламенем пропан-бутановой горелки до начала плавления припоя.

Ввести палочку припоя в пламя и тереть ею желоб до полного облуживания и заполнения припоем (при трении пленка окиси удаляется, желоб начинает облуживаться и покрываться припоем) (рис. 4.10, е). Перевернуть желоб на 180° и повторить операцию его заполнения припоем.

4. Убедиться, что желоб равномерно с обеих сторон заполнен припоем. Покрывать место соединения влагостойким лаком с помощью волосяной кисточки. Наложить на место пайки 2–3 слоя липкой изоляционной ленты с перекрытием каждого ряда и покрыть сверху влагостойким лаком (рис. 4.10, ж). Можно надеть вместо изоляционной ленты на подготовленное соединение изоляционный колпачок (рис. 4.10, з).

ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Машины, совершающие преобразование механической энергии в электрическую или обратное преобразование, называются **электрическими**.

Электрическая машина, предназначенная для преобразования механической энергии в электрическую, носит название **генератор**. Электрическая машина, преобразующая электрическую энергию в механическую, называется **двигателем**.

По роду тока различают электрические машины постоянного и переменного тока.

Электродвигатель состоит из двух частей: неподвижной и вращающейся (подвижной). У электродвигателей переменного тока неподвижная часть называется *статором*, подвижная — *ротором*. Статор электродвигателя обеспечивает создание вращающегося магнитного поля при подключении к питающей сети. Ротор приходит в движение в результате взаимодействия с указанным полем. Самым распространенным электродвигателем является асинхронный двигатель переменного тока с короткозамкнутым ротором.

Асинхронным называется электрический двигатель переменного тока, частота вращения ротора n_2 которого меньше частоты n_1 вращающегося поля статора. Величина отставания выражается в процентах и называется *скольжением*.

$$s = ((n_1 - n_2)/n_1) \cdot 100.$$

Статор асинхронного двигателя (рис. 5.1, *а*) имеет следующие основные части: чугунная или алюминиевая станина 1, сердечник статора 2, набранный из отдельных листов электротехнической стали, обмотка 3, клеммная коробка 4. Ротор помещается внутри статора. Он опирается на подшипники, расположенные в подшипниковых щитах. Ротор (рис. 5.1, *б*) состоит из сердечника 1, набранного из листов электротехнической стали, который размещается на валу 2. Сердечник ротора имеет продольные пазы 3, которые под давлением заполняются расплавленным алюминием и закорачиваются с обоих торцов алюминиевыми кольцами. В результате этой операции образуется короткозамкнутая обмотка ротора 5 типа «белые колесо». Циркуляция охлаждаю-

щего воздуха создается крыльчаткой вентилятора, которая отливается совместно с торцовыми частями обмотки ротора 4.

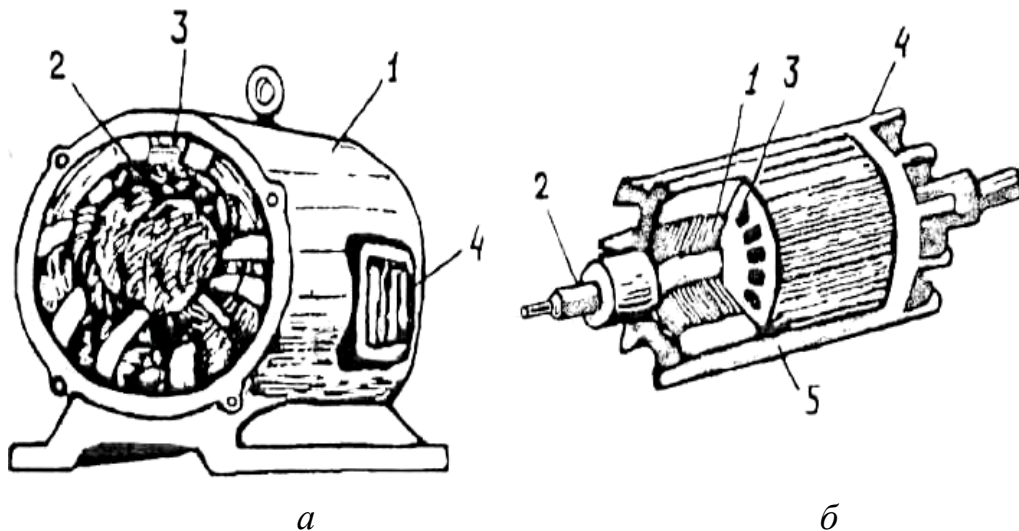


Рис. 5.1. Асинхронный электродвигатель:

а – статор: 1 – станина; 2 – сердечник; 3 – обмотка; 4 – клеммная коробка;
б – короткозамкнутый ротор: 1 – сердечник; 2 – вал; 3 – пазы; 4 – крыльчатка вентилятора;
5 – обмотка ротора

Принятые в монтаж электрические машины продувают сжатым воздухом. Свободу вращения оценивают при повороте вала. В машинах малой мощности вал проворачивают вручную, в машинах больших мощностей используют для этой цели грузоподъемные средства. Ротор должен вращаться свободно. В противном случае двигатель разбирается и тщательно осматривается. При этом обращают внимание на подшипники, а также на наружную поверхность ротора и внутреннюю поверхность статора. При необходимости заменяют подшипники. После этого машину собирают, очищают и протирают снаружи; поврежденную окраску восстанавливают.

Разборка электродвигателя производится в следующей последовательности:

- 1) снимают с вала шкив или полумуфту;
- 2) снимают кожух вентилятора и собственно вентилятор с вала ротора;
- 3) снимают подшипниковые щиты;
- 4) вынимают ротор из статора;
- 5) снимают с вала подшипники качения (при необходимости).

Разборку электродвигателя следует производить так, чтобы не повредить отдельные его детали; при этом не рекомендуется применять слишком большие усилия, резкие удары, пользоваться зубилом. Туго выворачиваю-

щиеся болты смачивают керосином и оставляют на несколько часов, после чего они выкручиваются. Болты и шпильки в процессе разборки лучше вернуть на свое место, что предотвратит возможную их утерю. Шкив, полумуфта и шарикоподшипник снимаются с вала винтовыми съемниками (рис. 5.2).

При снятии подшипникового щита отвинчивают болты и легкими ударами молотка через деревянную прокладку по выступающим краям щита отделяют его от корпуса. Ротор вынимают вручную, если двигатель небольшой, или с помощью специальных тележек, если двигатель крупный.

При выемке вручную на один конец вала, обернутый картоном, одевают длинную трубу, и вдвоем, поддерживая ротор все время на весу, вынимают его. При демонтаже и монтаже ротора следует избегать повреждения обмотки статора.

Снятие подшипника производится съемником. Шариковые подшипники необходимо захватывать за внутреннее кольцо (рис. 5.2, а). Роликовые подшипники, устанавливаемые раздельно, демонтируют по частям. Внутреннее кольцо с вала снимают обычными подшипниковыми съемниками с разрезной шайбой (рис. 5.2, б). Наружное кольцо с роликами извлекают из расточки щита специальным приспособлением с выдвижными секторами.

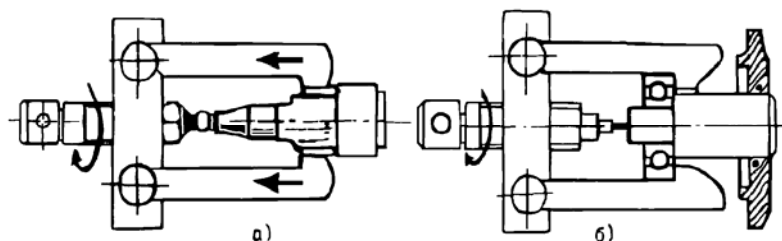


Рис. 5.2. Приспособление для демонтажа подшипников качения:
а – съемник для шарикоподшипника; б – приспособление с разъемной шайбой для снятия внутреннего кольца роликоподшипника

Снятие шкива или полумуфты осуществляют с помощью специальных скоб (рис. 5.3).

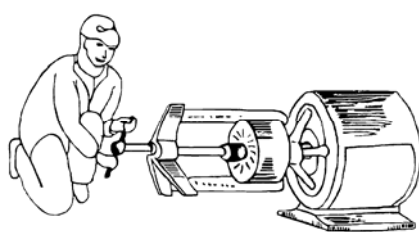


Рис. 5.3. Снятие шкива с вала электрического двигателя двухлапчатой скобой

Сборка электродвигателя производится в последовательности, обратной разборке, то есть:

- 1) насаживают подшипники на вал;
- 2) вставляют ротор в статор;
- 3) устанавливают подшипниковые щиты;
- 4) устанавливают на вал ротора крыльчатку вентилятора и монтируют его кожух;
- 5) насаживают шкив или полумуфту на вал.

Посадка подшипника на вал производится с определенным усилием, которое передают только на внутреннее кольцо. Для этого следует использовать монтажные стаканы (отрезки труб) с внутренним диаметром, несколько большим диаметра вала. Легкими ударами молотка по стакану, упирающемуся во внутреннее кольцо, или с помощью специального пресса перемещают подшипник по валу, пока внутреннее кольцо не приляжет плотно к заплечику вала. Для облегчения посадки иногда подшипники нагревают в масляных ваннах до температуры 70–75 °С. Последнее приводит к расширению подшипника и увеличению диаметра внутреннего кольца. Ротор с насаженными подшипниками осторожно вставляют в статор.

Ввод ротора в статор представляет определенные трудности, так как возникает опасность их взаимного повреждения. В особенности это относится к машинам переменного тока, воздушный зазор в которых мал. Роторы, имеющие сравнительно небольшие массы, соединяют со статорами, уравнивая их на стропах грузоподъемных устройств контргрузами или с помощью консольных приспособлений. Для перемещения таких роторов при сборке применяют также траверсы, монтируемые на статорах и снабженные стропами на роликовых подвесах.

Роторы больших масс вводят в расточку статоров, перемещая их на рельсовых тележках и поддерживая на кронштейнах, укрепленных на статорах. Длинные роторы быстроходных машин, имеющие небольшой диаметр, соединяют со статорами с помощью удлинителей вала, поставляемых комплектно с машиной.

У правильно собранного электродвигателя ротор вращается сравнительно легко от руки.

Электродвигатель, осуществляющий привод машины, может входить в единую конструкцию с ней. Чаще электродвигатель монтируется отдельно. Он может устанавливаться на специальных конструкциях на полу, при этом конструкция прикрепляется к межэтажному перекрытию, или отдельно на

фундаменте. Кроме того, электродвигатели также могут устанавливаться на вертикальные опорные конструкции. Существует несколько исполнений электродвигателей по способу их монтажа, основными из которых являются исполнение на лапах (для установки на горизонтальные поверхности) и фланцевое исполнение (для установки на вертикальные поверхности).

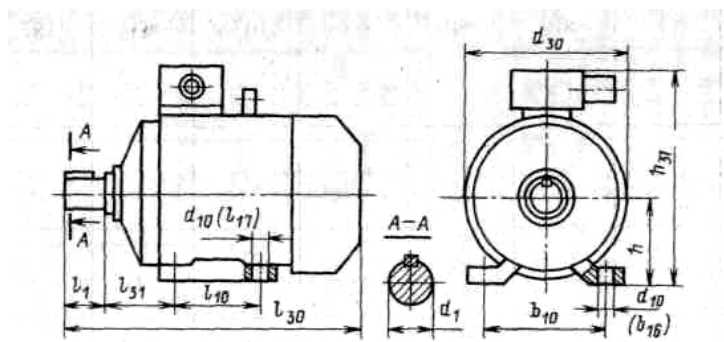


Рис. 5.4, а. Габаритные, установочные и присоединительные размеры двигателей серии АИР исполнения на лапах

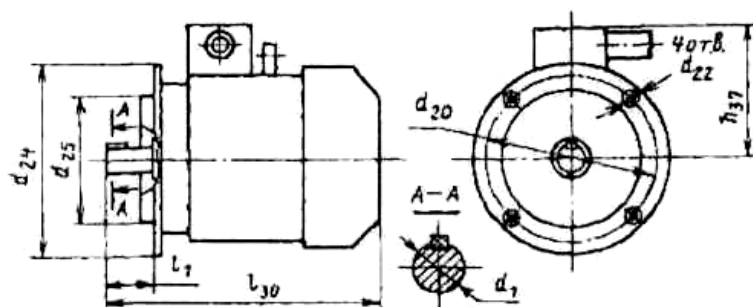


Рис. 5.4, б. Габаритные, установочные и присоединительные размеры двигателей серии АИР фланцевого исполнения

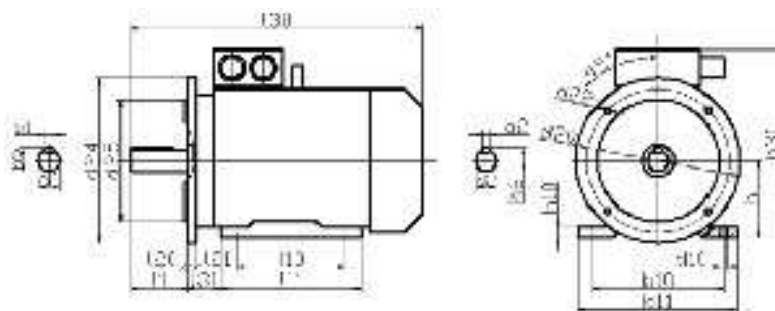


Рис. 5. 4, в. Конструктивное исполнение по способу монтажа:
IM2081 – электродвигатель на лапах и с фланцем, с одним цилиндрическим концом вала
любого пространственного положения

При заливке фундамента в него вставляют анкерные болты. На фундаменте двигатель может быть установлен неподвижно или на салазках (рис. 5.5).

Двигатели на салазках устанавливаются в том случае, когда используется клиноременная передача, т. е. передача вращения на рабочую машину при помощи приводных ремней. Салазки позволяют производить замену текстурных ремней и натяжение их. Положение двигателя на фундаменте должно быть горизонтальным, что проверяется, как правило, уровнем. Выравнивание достигается путем подкладывания под салазки стальных клиньев различной толщины, после чего двигатель закрепляется.

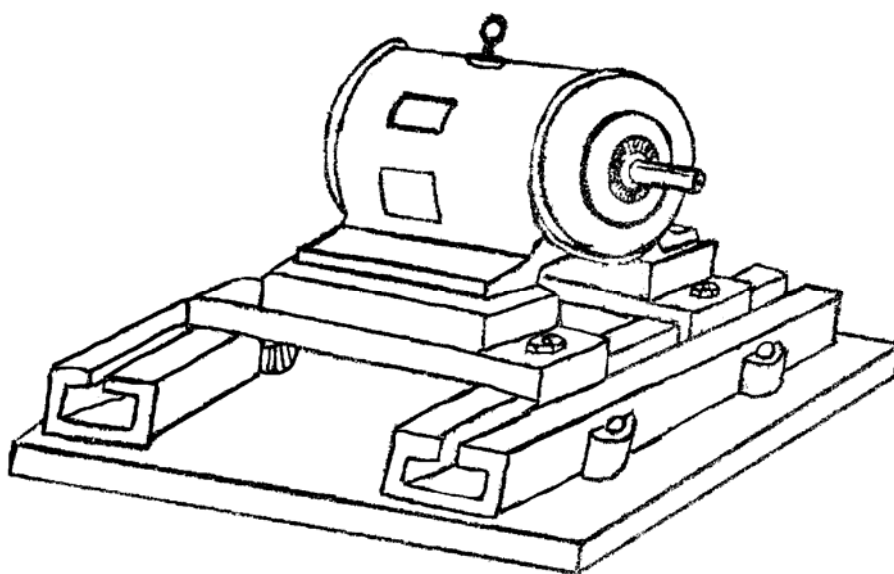


Рис. 5.5. Установка электродвигателя на салазках

Перед установкой электродвигателя на фундамент целесообразно проверить состояние изоляции его обмоток (в статоре, как правило, размещаются 3 обмотки, соединяемые между собой по различным схемам).

Для измерения сопротивления изоляции обмоток при помощи аналогового мегаомметра со встроенным генератором (рис. 5.6) необходимо вскрыть клеммную коробку электродвигателя и подсоединить два провода, идущие от клемм «Э» и «Л» мегаомметра, к концам фазных обмоток с маркировкой С1 и С2, затем — к концам С1 и С3, после чего — к С2 и С3.

Вращая рукоятку прибора со скоростью 120 об/мин, необходимо каждый раз выждать не менее 60 с, после чего записать результат измерения.

После этих трех измерений провода от клеммы «Э» мегомметра подключаются к корпусу электродвигателя, а от клемм «Л» поочередно к концу обмотки С1, затем к С2 и, наконец, к С3 и производятся измерения. Первые

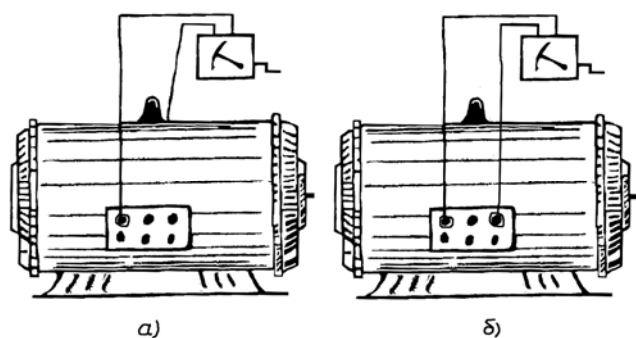


Рис. 5.6. Измерение сопротивления изоляции обмоток трехфазного асинхронного электродвигателя:
 а – между фазной обмоткой и корпусом; б – между обмотками

три измерения определяют сопротивление изоляции между обмотками двигателя, а последние три — сопротивление изоляции между обмотками и корпусом. Сопротивления изоляции для статоров асинхронных электродвигателей до 1 кВ должно быть не менее 1 МОм при температуре 10–30 °С, напряжение мегаомметра — 1000 В.

Измерения при помощи цифровых мегаомметров либо аналоговых с питанием от сети производят согласно инструкции прибора. В случае недостаточности величины сопротивления изоляции рекомендуется произвести сушку изоляции электродвигателя.

Методы сушки изоляции выбирают в зависимости от конструкции и мощности двигателя. Для двигателей мощностью до 15 кВт рекомендуют применять обогрев обмоток инфракрасными облучателями или лампами накаливания. Лампы располагают вблизи обмоток или внутри статора, а двигатель закрывают огнестойким кожухом с отверстиями для выхода испаряющейся влаги. Двигатели мощностью 15–40 кВт сушат горячим воздухом от тепловоздуховки или теплом, выделяемым в обмотках при прохождении тока. Для этого затормаживают ротор и включают напряжение питания, пониженное до 12–15 % номинального напряжения двигателя. В обмотках устанавливают ток, равный 0,7 номинального тока двигателя; в процессе сушки следят, чтобы температура обмоток не превышала 80–90 °С.

Двигатели мощностью более 40 кВт сушат нагревом статора токами индукционных потерь (вихревыми токами). Режим сушки контролируют мегаомметром и термометром.

Сопротивление изоляции измеряют через каждый час. Сушку считают законченной, если в течение 2–4 ч сопротивление изоляции не изменяется и равно не менее 1 МОм. По результатам сушки составляют протокол.

Если состояние изоляции обмоток удовлетворительное, то на вал электродвигателя надевают шкив или полумуфту. Посадка шкива или полумуфты производится с помощью специального винтового приспособления (рис. 5.7). Применение этого приспособления позволяет все горизонтальные усилия, возникающие при посадке, передать в осевом направлении на вал, а не на подшипники.

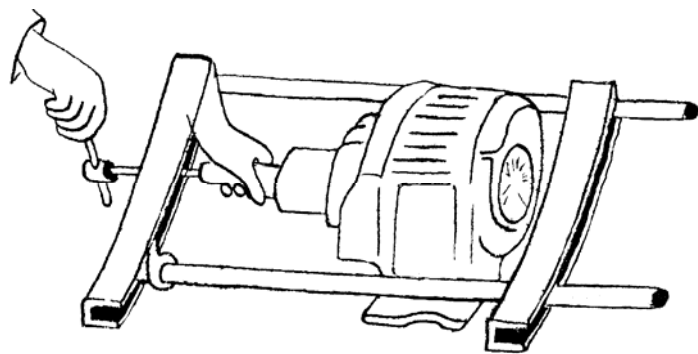


Рис. 5.7. Насадка шкива на вал

Перед насадкой шкива на вал электродвигателя с вала смывают керосином краску, грязь, ржавчину. Пятна ржавчины, не смываемые керосином, осторожно удаляют шлифовкой наждачной шкуркой, смазанной маслом. После очистки вала в шпоночную канавку закладывают шпонку, конец вала слегка смазывают минеральным маслом и только после этого насаживают шкив. Аналогично насаживают полумуфту.

Передача движения от двигателя к рабочей машине может осуществляться или непосредственным соединением вала электродвигателя и машины с помощью муфты или соединением их с помощью гибкой связи (ременной или цепной передачи). В последнем случае на валу электродвигателя устанавливается соответственно шкив либо звездочка.

При ременной и клиноременной передачах необходимым условием правильной работы электродвигателя с приводимой им во вращение машиной является соблюдение параллельности валов электродвигателя и вращаемой им машины, а также совпадение средних линий по ширине шкивов.

При одинаковой ширине шкивов выверка производится с помощью стальной выверочной линейки. Линейку прикладывают к торцам шкивов и подвигают двигатель так, чтобы линейка касалась шкивов в четырех точках.

При различной ширине шкивов выверку положения электродвигателя производят по условию одинакового расстояния от средних линий шкивов до выверочной линейки (или струны).

При непосредственном соединении электродвигателя с машиной с помощью муфты выверка соосности валов электродвигателя и приводимой им во вращение машины выполняется посредством двух центровочных скоб, закрепляемых на валах электродвигателя и машины (рис. 5.8).

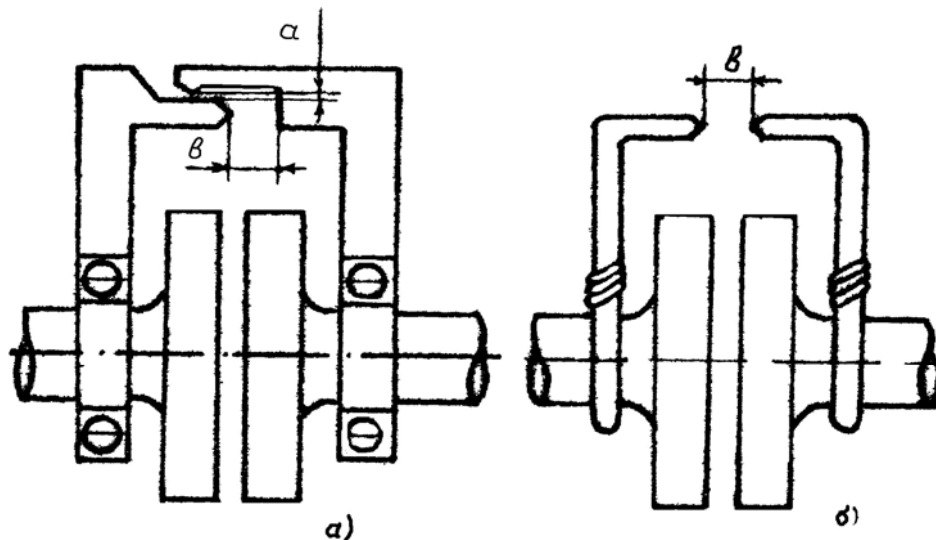


Рис. 5.8. Выверка установки электродвигателя и рабочей машины, соединенных муфтой:
 а – с помощью скоб; б – с помощью изогнутых проволочек; а – радиальный зазор;
 б – осевой зазор

Центровка валов с общей осью производится в 2 этапа. Предварительную центровку производят по меткам, нанесенным на ободы полумуфт. Метки наносят с помощью центроискателей на каждой полумуфте соединяемых валов через 90° . Сначала накладывают контрольную линейку на обе полумуфты в четырех точках окружности, сдвинутых на 90° , и убеждаются в отсутствии параллельного сдвига осей валов. Если оси сдвинуты, то это устраняют перемещением вала центруемой машины. Затем на метку базовой полумуфты накладывают контрольную линейку и, вращая центруемый вал, совмещают одну из меток его полумуфты с базовой меткой. При совпадении обеих меток с кромкой линейки без углового расхождения линейку переносят на следующие 2 метки и т. д. В случае, когда угловое расхождение осей валов установлено, перемещают центруемый вал до совпадения меток.

Предварительная центровка считается достигнутой, если совпадают все 4 пары меток соединяемых полумуфт. Для окончательной центровки малогабаритных тихоходных машин применяют монтажные скобы. Центровка может производиться по втулкам или ободам полумуфт. Для центровки валов крупных и быстроходных машин используют более сложные приспособления, в которых несоосность измеряют точными индикаторами с часовым отсчетом.

Окончательная центровка заключается в измерении зазоров радиальных и осевых в четырех положениях валов, совместно поворачиваемых ступенями на 90° (рис. 5.8). Разность зазоров в диаметрально противоположных положениях должна быть меньше допускаемых отклонений, представленных в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Допускаемые отклонения разности зазоров

Частота вращения магн. поля, об/мин	Допустимые отклонения, при диаметре муфт 600 мм		С пластинами из прорезиненной ткани	Попеременной жесткости с ленточными пружинами	Зубчатая, типа МЗН или МЗУ
	Жесткая (фланцевая)	Упругая (втулочная, пальцевая)			
3000	0,2	0,2	0,25	0,25	0,2
1500	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3
750	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4
500	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5

После центровки валов сопрягаемых машин и механизмов предварительно затягивают фундаментные болты (нормальными ключами вручную до отказа). Контролируют сохранность центровки и проверяют свободу вращения соединенного вала. Для этого в качестве рычага используют ломик, вращая с его помощью вал за полумуфту.

Для закрепления электрического двигателя на салазках либо другом опорном основании (кроме фундаментов) выполняют сверление отверстий под крепежные болты.

Сверлением называют формирование отверстий в сплошном материале путем снятия стружки с помощью сверла, совершающего вращательное и поступательное движения. Увеличение диаметра имеющегося отверстия называют *рассверливанием*.

Отверстия из-под сверла применяют для:

- размещения крепежных деталей (винтов, болтов, заклепок, шпилек);
- нарезания внутренней резьбы;
- улучшения качества отверстия с помощью зенкерования и развертывания.

Существуют различные конструкции сверл: перовое, спиральное, центровочное, для глубокого сверления и др. (рис. 5.9). Они изготавливаются из инструментальных углеродистых, быстрорежущих и легированных сталей, могут оснащаться пластинками из твердых сплавов.

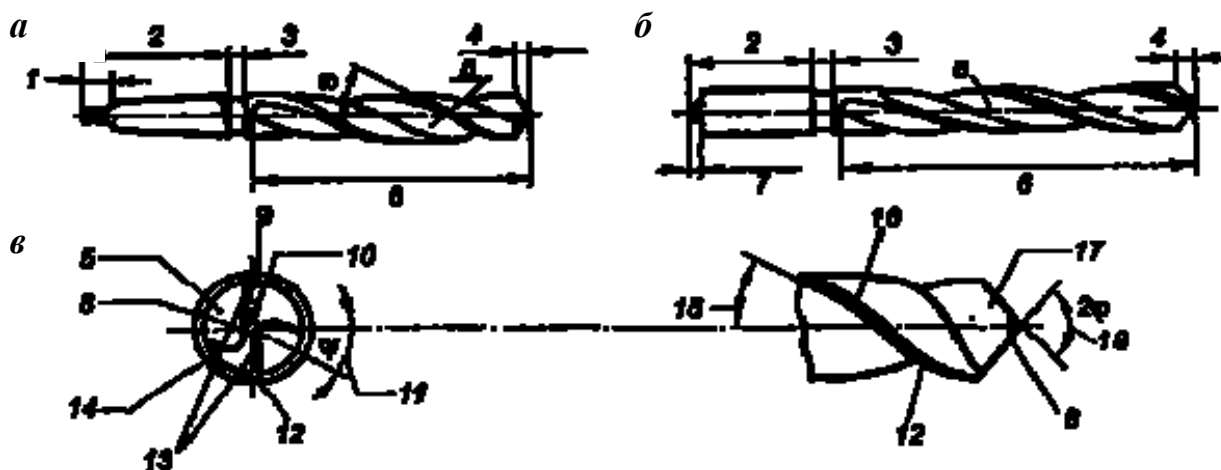


Рис. 5.9. Спиральные сверла:

а, б – строение; *в* – элементы сверла; 1 – лапка; 2 – хвостовик; 3 – шейка; 4 – режущая часть; 5 – канавка; 6 – рабочая часть; 7 – поводок; 8 – поперечная кромка; 9 – задняя поверхность; 10 – сердцевина; 11 – угол наклона поперечной кромки; 12 – ленточка; 13 – режущие кромки; 14 – зуб; 15 – угол наклона винтовой канавки; 16 – спинка зуба; 17 – передняя поверхность; 18 – угол при вершине

Сверло представляет собой двухзубый (двухлезвийный) размерный режущий инструмент, состоящий из двух основных частей: хвостовика и рабочей части (рис. 5.9, *а, б*). Хвостовик сверла предназначен для его крепления.

Рабочая часть сверла состоит из режущей (рис. 5.9) и направляющей (калибрующей) части. Режущая часть снимает стружку. Направляющая часть отводит стружку на поверхность обрабатываемой детали; направляет сверло вдоль оси отверстия, опираясь на его стенки; служит резервом для переточки инструмента. Для отвода стружки направляющая часть имеет две винтовые канавки (для сверления хрупких материалов иногда применяют более простые сверла — с прямыми канавками). Угол наклона винтовой линии канавки выполняют в пределах от 18 до 45°. Большой угол наклона канавки применяют для сверления мягких материалов. Направление винтовой канавки обычно правое — подъем винтовой линии слева вверх направо. При работе сверло опирается на боковые поверхности отверстия двумя винтовыми ленточками, расположенными по задним краям (по направлению вращения) канавок сверла. Ленточка образуется уменьшением диаметра сверла путем удаления металла с большей по ширине части спинки зуба. При переточке его диаметр незначительно уменьшается.

Между рабочей частью и хвостовиком может быть шейка, предназначенная для выхода абразивного круга при шлифовке ленточки и хвостовика. На ней обозначается размер сверла и материал.

Режущая часть спирального сверла имеет 2 зуба (клина), образованные передней поверхностью винтовой канавки, встречающей давление стружки, и задней поверхностью зуба, представляющей собой торцевую поверхность рабочей части сверла. Линии пересечения этих поверхностей являются режущими кромками (рис. 5.9, в). Режущие кромки зубьев соединяются между собой поперечной кромкой-перемычкой, образованной пересечением задних поверхностей зубьев. Величина перемычки составляет около 0,13 диаметра сверла. Угол наклона перемычки к режущей кромке составляет 55° . Угол между режущими кромками — 2ϕ при вершине сверла (рис. 5.9) оказывает существенное влияние на процесс резки. С увеличением угла 2ϕ повышается прочность инструмента, но при этом требуется большое усилие для осевого перемещения сверла в направлении образования отверстия (подачи). С уменьшением угла при вершине облегчается процесс резания, но ослабляется режущая часть сверла (см. табл. 5.2).

Таблица 5.2

Углы заточки сверла	
Обрабатываемые материалы	Значения углов 2ϕ , град
Чугун и сталь	116–118
Закаленная сталь	125
Алюминий, латунь, бронза	130–140
Магниеые сплавы	110–120
Литейные алюминиевые сплавы (силумины)	90–100
Гетинакс, винипласт и др. пластмассы	50–60

При работе режущая часть сверла изнашивается. Наибольшему износу подвергаются элементы сверла, участвующие в образовании стружки. Затупившееся сверло быстро нагревается и теряет прочность. Затупление сверла определяют по возникновению в процессе сверления скрипящего звука либо другими методами. Для повышения стойкости сверл и получения чистой поверхности отверстий при сверлении применяют охлаждающие жидкости (табл. 5.3).

Таблица 5.3

Выбор охлаждающей жидкости при сверлении	
Обрабатываемый материал	Охлаждающая жидкость
Сталь	Мыльная эмульсия или смесь минерального и жирного масел
Чугун	Мыльная эмульсия (или всухую)
Медь	Мыльная эмульсия

Обрабатываемый материал	Охлаждающая жидкость
Дюралюминий	Мыльная эмульсия, керосин с касторовым маслом
Силумин	Мыльная эмульсия и смесь спирта со скипидаром
Резина	Обработка всухую

Заточку сверл ведут на специальных заточных станках. Сверла диаметром до 10 мм можно затачивать вручную на электрозаточных станках. При заточке сверло удерживают левой рукой ближе к режущей части, а правой рукой — за хвостовик, прижимая сверло режущей кромкой к боковой поверхности шлифовального круга (рис. 5.10, *а*). Очень важно правильно выбрать положение сверла при заточке (рис. 5.10, *б*). Затачиваемая режущая кромка должна быть установлена горизонтально, а продольная ось составлять угол φ с образующей боковой поверхностью шлифовального круга. Затем сверло проворачивают вокруг оси, одновременно опуская вниз хвостовик для получения заднего угла.

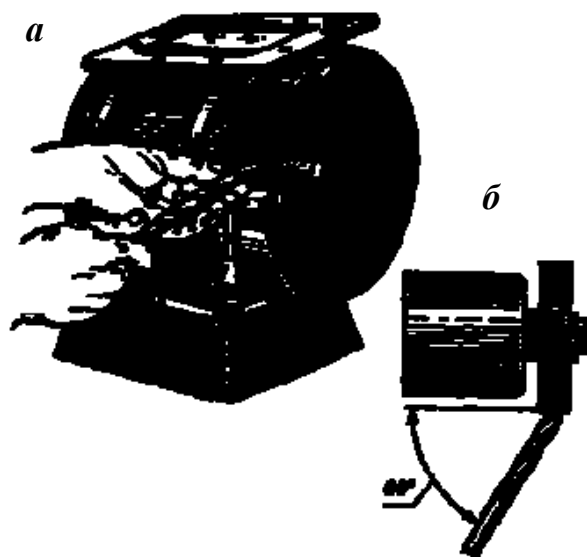


Рис. 5.10. Заточка сверла:

а – положение сверла в руках; *б* – положение сверла относительно шлифовального круга

Качество заточки сверла проверяют с помощью шаблонов и угломеров (рис. 5.11). Эти инструменты позволяют определять угол 2φ , угол наклона перемычки — ψ , ширину режущей кромки. Сверло после заточки должно иметь одинаковые по ширине режущие кромки, наклоненные к продольной оси под одним и тем же углом. Таким образом получают режущую

часть сверла с нормальной (одинарной) заточкой для сверл диаметром до 12 мм. Для улучшения работы сверл большого диаметра применяют специальные виды заточки, заключающиеся в подточке перемычки, подточке ленточки и выполнении, кроме основного, одного-двух дополнительных углов при вершине.

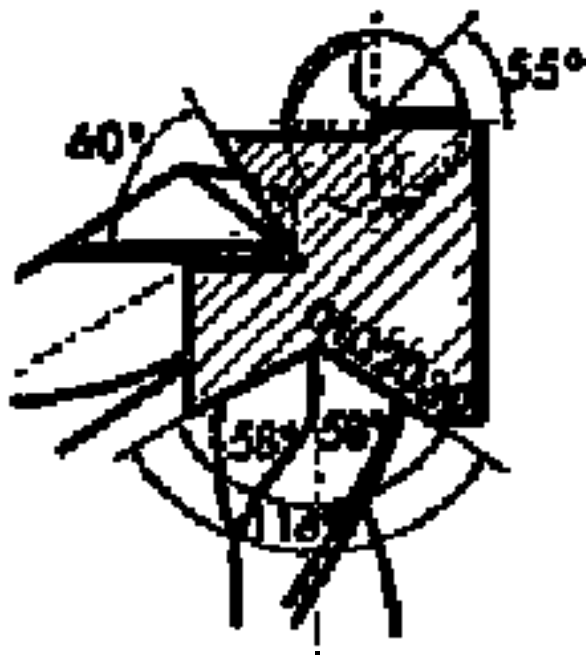


Рис. 5.11. Проверка качества заточки сверла

Сверление производят в основном на сверлильных станках. В тех случаях, когда деталь невозможно установить на станок или когда отверстия расположены в труднодоступных местах, сверлят с помощью коловоротов, трещоток, ручных, электрических и пневматических дрелей (ручные дрели применяют для сверления отверстий диаметром до 10 мм).

Для обеспечения точности обработки детали (за исключением тяжелых) крепят к столу станка. Для этого применяют различные приспособления: машинные тиски, прижимы (прихваты), упоры, призмы, угольники, кондукторы и др.

При сверлении отверстий малых диаметров допускается крепление деталей с помощью ручных тисков (рис. 5.12, а). В остальных случаях детали должны быть надежно закреплены на столе. На рисунке 5.12, б показан вариант крепления детали с помощью крепежных прижимов и болтов. При таком креплении детали прочность крепления увеличивается при установке крепежных болтов ближе к закрепляемой детали.

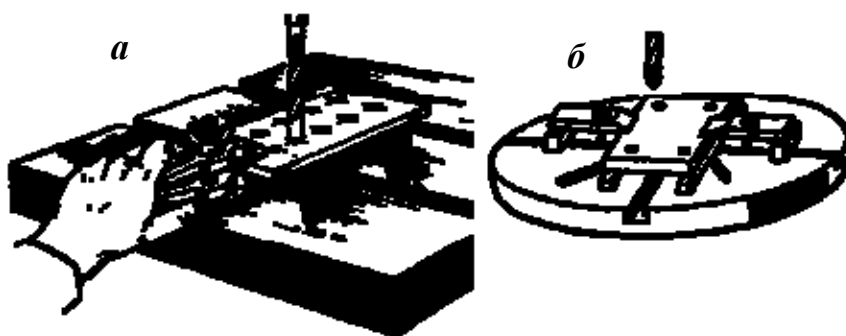


Рис. 5.12. Некоторые способы крепления деталей при сверлении:
а – при помощи ручных тисков; *б* – прижимами

Для крепления небольших деталей наиболее часто применяют машинные тиски. Они могут быть поворотными и неповоротными, различных типов и размеров. Размер определяют шириной губок и предельным расстоянием между ними. Тиски плотно прикрепляются болтами к столу станка.

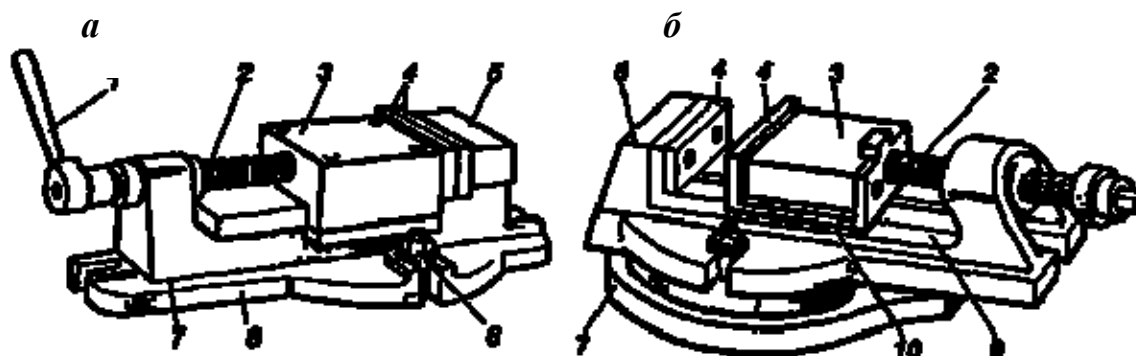


Рис. 5.13. Машинные тиски:
а – неповоротные; *б* – поворотные; 1 – рукоятка; 2 – ходовой винт; 3 – подвижная губка;
 4 – планки; 5 – неподвижная губка; 6 – болты; 7 – основание; 8 – упор;
 9 – направляющие; 10 – прижимные планки

Закрепляемая деталь кладется на подкладку, установленную на дно между губками тисков так, чтобы ее поверхность выступала над губками на 6–10 мм. Между губками и деталью обычно устанавливают прижимные планки для защиты детали от вмятин. При затяжке тисков легкими ударами молотка осаживают деталь плотно к подкладке, иначе может произойти ее перекос в процессе сверления.

В целях повышения точности сверления (исключения ошибок при разметке) для больших партий деталей сверление выполняют по кондукторам и шаблонам — устройствам, служащим для точного направления сверла.

В зависимости от формы и размеров хвостовика крепление сверла осуществляют тремя способами:

- непосредственно в коническом отверстии шпинделя;
- в переходных конических втулках;
- в сверлильном патроне.

Сверла с цилиндрическими хвостовиками крепят в различных по конструкции патронах. В частности, двухкулачковый патрон предназначен для крепления сверл диаметром 3–14 мм. Сверла зажимают вращением ключа.

Трехкулачковый патрон с наклонным расположением кулачков обеспечивает более точное и прочное закрепление сверл (рис. 5.14). При вращении зубчатым ключом обоймы 3 приводится во вращение гайка 2 и перемещает кулачки 1, которые сходятся или расходятся в зависимости от направления вращения ключа, зажимая или освобождая сверло. Выпускают три типоразмера патронов с наибольшим размером сверл 6; 9; 15 мм. Для крепления сверл малых диаметров применяют цанговые патроны, которые обеспечивают надежное и точное крепление сверл. Недостатком указанного патрона является невозможность крепления сверл разных диаметров.



Рис. 5.14. Трехкулачковый патрон с наклонными кулачками:
1 – кулачки; 2 – гайки; 3 – обойма; 4 – отверстие

При сверлении сверлу сообщают два движения — вращательное, которое называют главным (рабочим) или движением резания, и поступательное (движение подачи), направленное вдоль оси вращения (рис. 5.15, а).

Соотношение этих движений может изменяться в широких пределах в зависимости от диаметра сверла, материала детали и сверла и других факторов. Для характеристики процесса сверления вводят понятие «режим резания».

Под *режимом резания* понимают определенное сочетание скорости резания, подачи и глубины резания.

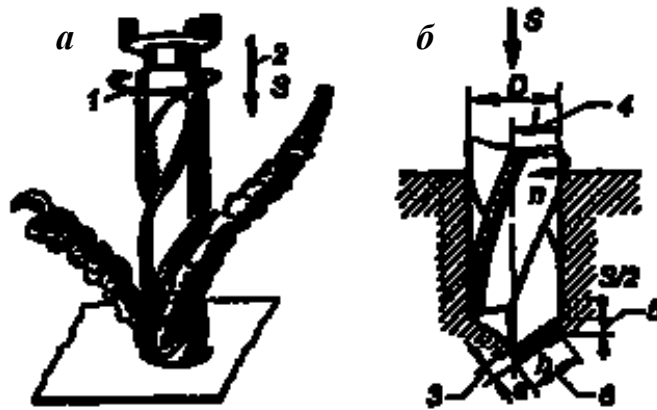


Рис. 5.15. Сверление:

a – движение инструмента; *б* – элементы резания; *1* – вращательное движение; *2* – поступательное движение; *3* – толщина среза; *4* – глубина резания; *5* – подача; *6* – ширина среза

Скорость резания — это путь, проходимый в направлении главного движения наиболее удаленной от оси инструмента точкой режущей кромки в единицу времени.

$$V = \pi d n / 1000 \text{ (м/мин)}, \quad (5.1)$$

где *d* – диаметр сверла, мм; *n* – частота вращения сверла, об/мин.

Величина скорости резания зависит от обрабатываемого материала, материала сверла и формы его заточки, подачи, глубины резания и охлаждения. Все перечисленные факторы влияют на температуру нагрева сверла и, следовательно, на его стойкость (способность противостоять износу).

Необходимо помнить, что при увеличении диаметра сверла или твердости обрабатываемого материала скорость резания надо снижать. Для практических целей формулу определения скорости резания удобнее использовать в виде:

$$n = 1000 V / (\pi d), \quad (5.2)$$

так как при сверлении на станках скорость задается путем установок частоты вращения шпинделя. Допускаемая величина скорости резания определяется экспериментально и приводится в справочных таблицах.

Подача S (рис. 5.15, б) — величина перемещения сверла вдоль оси за один оборот; измеряется в мм/об. Так как сверло имеет 2 зуба, подача на каждый зуб составляет $S/2$. От выбора подачи зависят производительность при сверлении и стойкость инструмента. Выгоднее работать с большой подачей и меньшей скоростью резания — при этом медленнее изнашивается сверло.

Рекомендуемые значения подач и скорости резания при сверлении с охлаждением сверла приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4

Выбор режима сверления

Диаметр сверла из быстрорежущей стали, мм	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин		
		Сталь	Чугун	Латунь
от 5 до 10	0,15–0,2	20–30	20–25	25–30
От 10 до 20	0,15–0,25	25–35	25–35	30–40
свыше 20	0,05–0,15	30–35	30–35	35–40

Для твердосплавных инструментов скорость резания может быть увеличена в 3–4 раза.

Глубина резания t — толщина слоя металла, снимаемая сверлом в направлении радиуса отверстия.

При сверлении отверстий в сплошном материале $t = d/2$.

При рассверливании отверстий $t = (d - D)/2$, где d — диаметр сверла, D — диаметр рассверливаемого отверстия.

При выборе режимов резания в первую очередь по таблицам подбирают наибольшую подачу в зависимости от требуемого качества обрабатываемой поверхности (чем толще стружка, тем выше шероховатость), прочности сверла и марки станка. Затем устанавливают такую минимальную скорость резания, при которой стойкость инструмента между переточками будет наибольшей. Режимы резания приводятся в справочниках или таблицах. При известном диаметре сверла и скорости резания частоту вращения сверла можно определять по графикам или по формуле (5.2).

Одиночные отверстия сверлят по разметке. Для этого наносят осевые и две круговых риски, одна из которых соответствует диаметру отверстия, а вторая, контрольная, несколько большего диаметра. Керн в центре отверстия должен обеспечить центровку сверла при засверливании.

Сначала при ручной подаче выполняют пробное сверление (засверливание) до диаметра, равного 0,25 от номинального. Далее выполняют окончательное сверление.

Сверление глухих отверстий на заданную глубину осуществляют по втулочному упору на сверле (рис. 5.16, *а*) или измерительной линейке, закрепленной на станке (рис. 5.16, *б*).

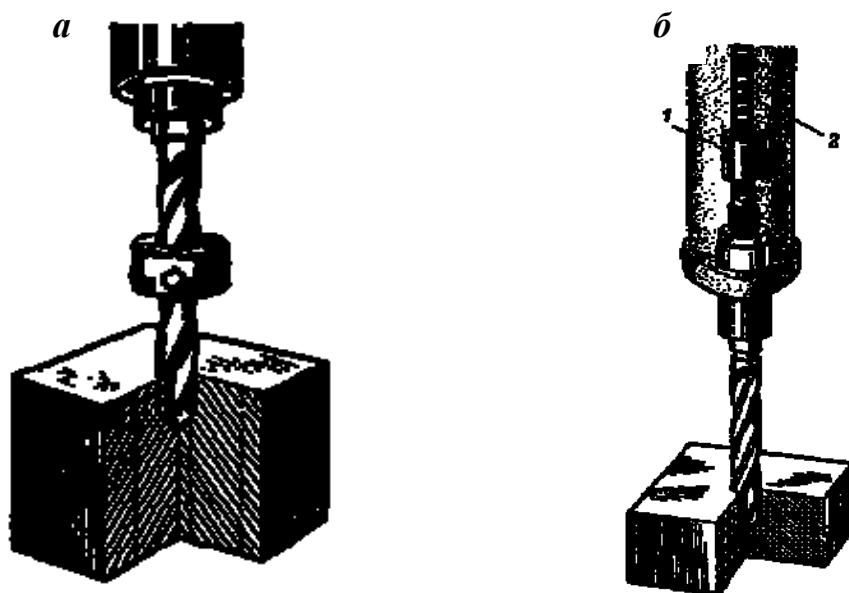


Рис. 5.16. Сверление глухих отверстий на заданную глубину:
а – по втулочному упору; *б* – по измерительной линейке; 1 – упор; 2 – линейка

При установке требуемой глубины сверления не учитывают конусную часть сверла.

Упражнение 5.1. Установка асинхронного двигателя на опорное основание

Порядок выполнения работы.

1. Изучить асинхронные электродвигатели, представленные в лаборатории, изобразить схематически их чертежи (рис. 5.4). При помощи измерительных инструментов (линейки, штангенциркуля) определить габаритные и присоединительные размеры электродвигателей и указать их на чертежах.

2. Выполнить ревизию электрических двигателей.

3.1. С помощью двух- и четырехлапчатой скобы снять шкив с вала электродвигателя.

3.2. Разобрать электродвигатель в последовательности, изложенной в теоретической части работы.

3.3. Ознакомиться с устройством основных частей электродвигателя, проверить состояние подшипников, при необходимости заменить их. Произвести сборку электродвигателя в последовательности, обратной разборке.

3.4. Измерить сопротивление изоляции обмотки статора по методике, изложенной в теоретической части.

Результаты измерения сопротивления изоляции записать по форме таблицы 5.5.

Таблица 5.5

Результаты измерения сопротивления изоляции						
Места подключения мегаомметра	C1-C2	C2-C3	C1-C3	C1-корпус	C2-корпус	C3-корпус
Сопротивление изоляции, МОм						

3.5. Насадить на вал электродвигателя шкив.

4. Выполнить разметку крепежных конструкций, имеющих в лаборатории, для установки асинхронного электродвигателя согласно указаниям преподавателя.

5. Определить диаметр крепежных болтов, диаметр отверстий под них, подобрать сверло.

6. Выполнить сверление отверстий для установки электродвигателя.

7. Установить электродвигатель на опорное основание и закрепить болтами.

Упражнение 5.2. Сверление на станке

Порядок выполнения работы.

1. Просверлить отверстие насквозь по разметке при ручной подаче сверла.

1.1. Разметить на заготовке отверстие и сделать в его центре глубокое керновое углубление.

1.2. Установить заготовку и сверло, настроить станок на соответствующую для данных условий работы частоту вращения шпинделя.

1.3. Подвести сверло к заготовке, переместить тиски с заготовкой на столе станка так, чтобы вершина сверла точно совпадала с керновым углублением, поднять шпиндель и включить станок.

1.4. Засверлить пробное отверстие на глубину $1/3$ режущей части сверла и проверить его совпадение с контрольными кернами.

1.5. Плавнo нажимая на рукоятку подачи, просверлить отверстие насквозь. При выходе сверла из заготовки нажатие уменьшить.

Сталь сверлить с применением охлаждающей жидкости (эмульсии), чугун — без охлаждения.

Вывести сверло из отверстия, не останавливая станок. Выключить станок (рис. 5.17).

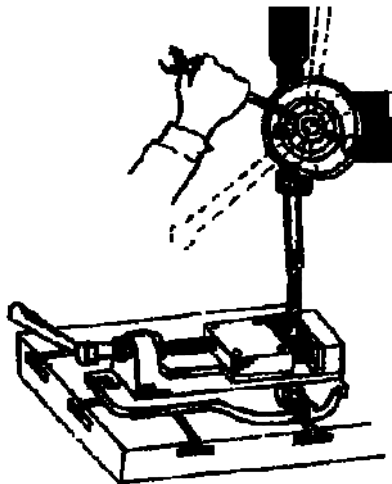


Рис. 5.17. Сверление на станке

2. Соблюдать следующие правила безопасности труда:

- не сверлить незакрепленную или плохо закрепленную заготовку;
- при сверлении убирать волосы под головной убор; застегивать обшлага на рукавах;
- не сверлить тупым сверлом;
- не нажимать сильно на сверло, особенно при сверлении отверстий малых диаметров;
- использовать защитные очки при сверлении;
- не наклоняться близко к сверлу, чтобы стружка не попадала в глаза;
- не сдувать стружку ртом;
- если при сверлении слышится скрип, то сверление следует прекратить и перезаточить сверло.

Упражнение 5.3. Сверление ручными электрическими сверлильными машинами

Порядок выполнения работы.

1. Подготовиться к сверлению. Накернить место сверления, подобрать сверло необходимого диаметра, закрепить сверло в патроне (или в переходной втулке), установить патрон (сверло, втулку со сверлом) в шпинделе сверлильной машины.

Присоединить шнур питания к электросети. Нажимая на курок, проверить работу машины на холостом ходу и убедиться в отсутствии биения сверла.

2. Просверлить отверстие.

2.1. Взять сверлильную машину в правую руку.

2.2. Установить вершину сверла в керновое углубление и, нажимая на курок указательным пальцем, включить двигатель.

2.3. Нажимая на рукоятку сверлильной машины, просверлить отверстие в детали. В процессе сверления следить, чтобы ось сверла была перпендикулярна плоскости сверления.

2.4. Не выключая сверлильную машину, вывести сверло из отверстия, затем выключить двигатель, отпустить курок. Отключить сверлильную машину от электрической сети.

3. Соблюдать следующие правила безопасности труда:

- категорически запрещается работать электроинструментом с металлическим корпусом без заземления (зануления), если рабочее напряжение превышает 36 В;

- не прикасаться к вращающимся частям инструмента при включенном электрическом двигателе;

- если рабочее напряжение превышает 36 В, в сырых помещениях обязательно применять резиновые перчатки и резиновые коврики;

- детали и узлы, обрабатываемые с применением механизированных инструментов, должны быть надежно закреплены.

Упражнение 5.4. Заточка и заправка сверл

Порядок выполнения работы.

1. Заточить сверло.

1.1. Отрегулировать положение подручника, опустить экранчик и включить заточный станок.

1.2. Взять сверло левой рукой за рабочую часть на расстоянии примерно 15–20 мм от режущих кромок, а правой — за хвостовик и подвести его к периферии шлифовального круга так, чтобы режущая часть кромки была вверх.

1.3. Покачивая и поворачивая сверло правой рукой, плавными полукруглыми движениями справа налево против часовой стрелки и слегка прижимая его к кругу, заточить одну за другой обе режущие кромки сверла, добиваясь, чтобы затачиваемые поверхности имели правильный наклон и одинаковую форму.

2. Проверить правильность заточки и заправить режущие кромки.

2.1. Проверить по специальному шаблону:

- длину режущих кромок (обе кромки должны быть одинаковой длины);
- угол заточки при вершине сверла должен соответствовать шаблону;
- углы между кромками и боковой поверхностью сверла должны быть

одинаковы;

- углы заострения кромок (оба угла должны быть равны и соответствовать шаблону) (рис. 5.11).

2.2. Заправить режущие кромки на бруске.

3. При заточке сверл соблюдать следующие правила техники безопасности:

- не работать без подвижного козырька (экрана). При отсутствии экрана можно использовать защитные очки;

- зазор между подручником и шлифовальным кругом не должен быть более 8 мм;

- при включении заточного станка и при заточке следует стоять впол-оборота к нему.

Лабораторная работа 6

ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ ТРОСОВЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ

Тросовыми называют электропроводки, у которых провода или кабели укреплены на натянутом несущем тросе (рис. 6.1). Для изготовления тросовых электропроводок применяют специальные тросовые провода АРТ и АВТ, а также провода и небронированные кабели в поливинилхлоридной, найритовой, свинцовой или алюминиевой оболочке с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией. Провода прикрепляют к несущему стальному тросу (канату) или проволоке различными способами.

В сельском хозяйстве тросовые электропроводки применяют в производственных помещениях всех типов, хозяйственных постройках, в наружных установках как для осветительных, так и для силовых сетей. Главное достоинство тросовых электропроводок — простота выполнения и высокая степень индустриализации монтажа, т. е. значительный объем работ выполняется в условиях, близких к промышленному производству, на базе специализированных мастерских. При этом отпадает необходимость в выполнении большого объема работ для установки крепежных деталей, снижаются трудовые затраты и стоимость монтажа.

Разновидность тросовых проводок — *струнные электропроводки*. Струну изготавливают из стальной проволоки диаметром 2–4 мм. Ее закрепляют вплотную к строительным основаниям, например, привариванием к закладным деталям (металлические крепежные детали, вмонтированные в строительные конструкции при их изготовлении до выполнения электромонтажных работ) или пристреливанием. Струнные проводки применяют для монтажа проводов по железобетонным стенам, балкам и другим конструкциям, где крепление проводок другими способами затруднено.

В качестве несущего троса рекомендуется использовать многопроволочные стальные оцинкованные тросы диаметром 3–8 мм. Допускается использовать оцинкованную проволоку, а также горячекатаную проволоку (кантанку) диаметром 5–8 мм, покрытую слоем поливинилхлорида или защищенную другим антикоррозийным покрытием. Для вертикальных подвесок рекомендуется стальная проволока диаметром 1,5–3 мм.

На конец троса или проволоки устанавливают заземляющий наконечник для присоединения нулевого защитного проводника.

Материал и диаметр троса для каждого конкретного случая определяются проектом электроустановки.

Концевые крепления несущих тросов к строительным элементам зданий выполняют в строительных конструкциях анкерными устройствами со сквозными болтами.

Анкер проходной К809 (рис. 6.1) служит для концевого сквозного крепления тросов диаметром до 10 мм к стенам. Допустимая нагрузка — 16 кН. Изготавливается из стали с лакокрасочным покрытием.

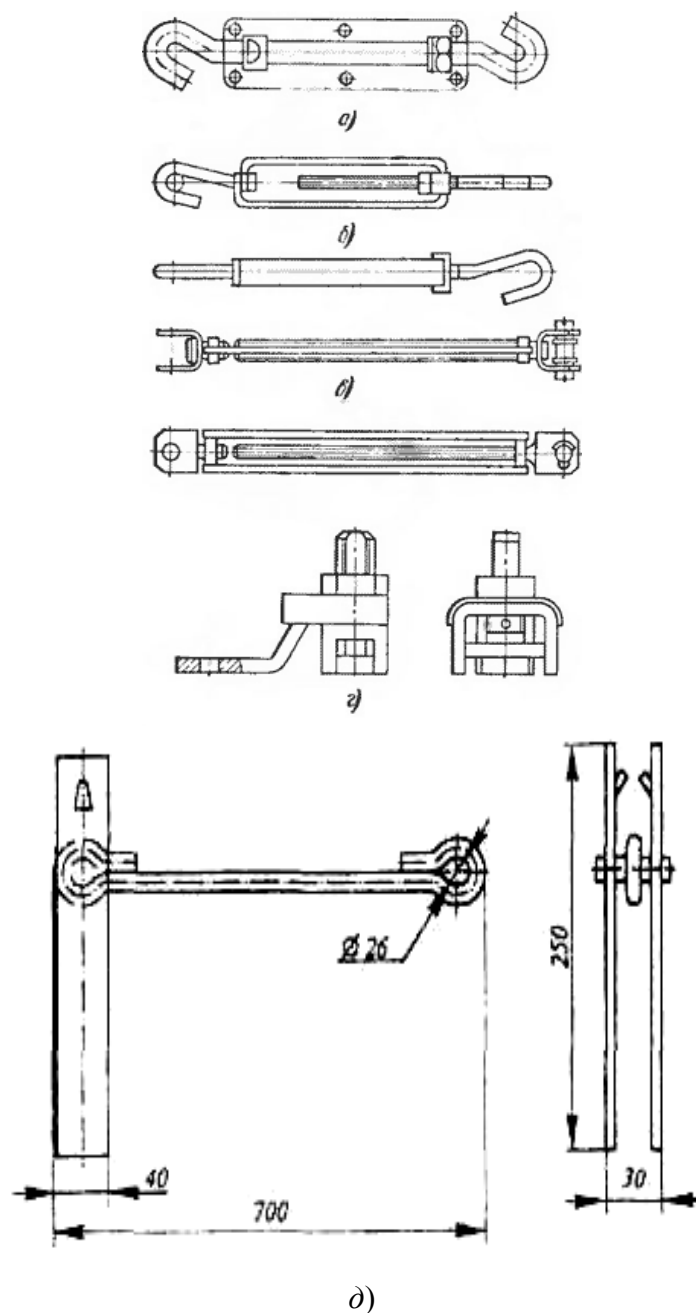


Рис. 6.1. Муфты и приспособления для натяжения тросов и струн:
a-b – муфты натяжные К798, НМ-100 и НМ-300 для тросов; *z* – анкер струнный К786 для
 концевого крепления и натяжения струн; *d* – анкер проходной К809

Для промежуточных креплений несущих тросов к балкам ферм, колоннам и перекрытиям используют охватные конструкции, распорные дюбеля, крюки, шпильки и серьги. Допускается также крепить тросы на вертикальных подвесках из проволоки или проволочных растяжках.

Подготовку узлов тросовой проводки, как правило, ведут в монтажно-заготовительном участке (МЗУ). При этом заготавливают отрезки несущего троса, струны и оттяжки, оконцовывают их петлями с использованием гильз и обойм; собирают концевое крепление и заготавливают по чертежам или эскизам замеров отрезки проводов для линий электропроводки. После этого вводят провода в коробки: соединяют концы проводов в коробках или сжимах; крепят провода к тросу (при незащищенных проводах) стальными полосками через 0,3–0,35 м; перфорированной поливинилхлоридной лентой — через 0,5 м.

Типовая технологическая линия заготовки и сборки тросовых электропроводок также оснащена специальными механизмами для обработки стальной проволоки, проводов и кабелей. На линии можно изготавливать тросовые осветительные и силовые электропроводки любой длины с обработкой изолированных проводов любых марок и небронированных кабелей с жилами сечением до 10 мм². На линии осуществляется подача, разрезание троса или проволоки, а также образование концевых петель на несущем тросе; разрезание, снятие изоляции, подрезка и сварка жил проводов и кабелей; сборка заготовок проводов и кабелей в узлы электропроводок и закрепление их на несущем тросе; свертывание готовых тросовых электропроводок в бухты или наматывание их на инвентарные барабаны.

В процессе работы на линии предварительно обработанные и заготовленные на столе-стенде элементы электропроводок собирают в узлы и прикрепляют к несущему тросу по мере его продвижения вдоль линии. При длине тросовой электропроводки не более 10–15 м ее собирают в полностью законченный узел, включая присоединение ответвлений к силовым электроприемникам или спусков к светильникам.

Протяженные и сложные по конфигурации тросовые электропроводки собирают в отдельные монтажные узлы, состоящие из несущего троса с подвешенной на нем электропроводкой и отдельно заготовленных ответвлений к силовым электроприемникам или спусков к светильникам с подключенными светильниками. Готовые плети и монтажные узлы тросовых электропроводок свертывают в бухты при помощи вертушки или наматывают на инвентарные барабаны и укладывают на специальные приспособления – вертлюги — для доставки на монтажную площадку. В ряде мастер-

ских установлены технологические линии, на которых производится обработка стальной проволоки для изготовления несущего троса.

Технологическая линия для предварительной обработки стальной проволоки (катанки) оснащается специальными механизмами для правки, чистки и окраски проволоки, сушки окрашенной проволоки, приемно-тянущим барабаном и другими вспомогательными приспособлениями.

На линии предусматривается разматывание, мерная подача, правка, очистка, окраска и сушка стальной проволоки и свертывание ее в бухты. Для этого свободный конец стальной проволоки с уложенной на вертушку бухты вводят в шпиндель механизма и пропускают ее вручную через направляющие и подающие ролики механизма и далее через сушильную печь до приемно-тянущего барабана, на котором и закрепляют конец проволоки. При работе на линии сначала включают сушильную печь для предварительного нагрева ее до температуры 450 °С. Затем включают механизм и приемно-тянущий барабан при помощи приводных электродвигателей. При этом проволока, перемещаясь и последовательно проходя через механизм и печь со скоростью 3 м/мин, выпрямляется, очищается, окрашивается и наматывается на приемный барабан. Для окраски стальной проволоки применяют глифталевые лаки ГФ-95 или КФ-95.

Для изготовления тросовых проводок вначале составляют замерочные эскизы, где указывают: марку, площадь сечения и число жил проводов или кабелей; общую длину и размеры отдельных участков проводок; марку и диаметр несущего троса; способы прикрепления проводов к тросу; типы концевых анкерных креплений, промежуточных подвесов и другие сведения. Пример эскиза приведен на рисунке 6.2.

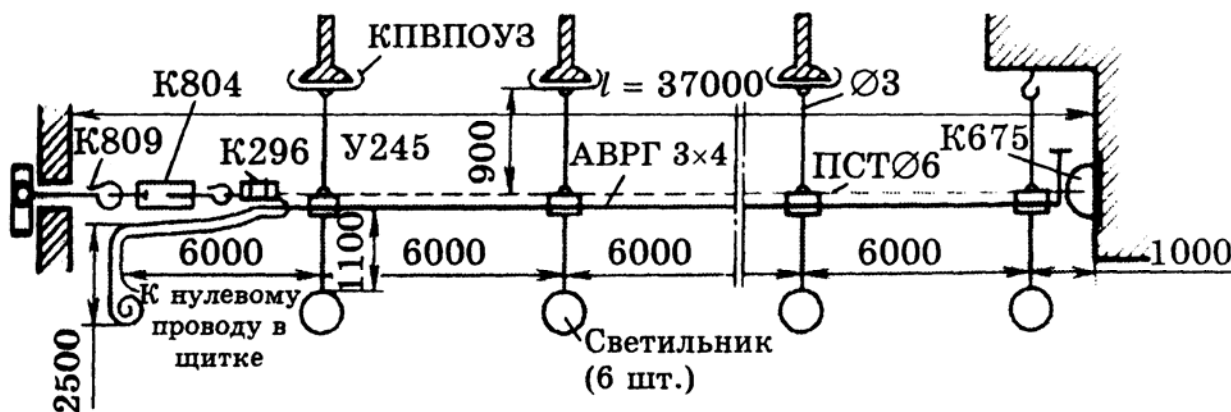


Рис. 6.2. Эскиз тросовой электропроводки

Для монтажа тросовых электропроводок сначала размечают места крепления анкерных и промежуточных конструкций вдоль помещения по линии расположения светильников или силовых электроприемников, выдерживая расстояния между подвесками, осветительными коробками и светильниками по проекту и эскизам замеров на месте монтажа. Далее крепят анкерные и натяжные устройства к основным строительным элементам здания (стенам, фермам и др.), устанавливают подвески для промежуточных креплений и крепят их к нижним поясам ферм, колоннам, перекрытиям.

После окончания разбивки трасс тросовой электропроводки выполняется заготовка тросов и подготовка отрезков кабелей и проводов необходимой длины. Указанные работы выполняются в основном на специализированных технологических линиях.

В случае использования тросовой электропроводки для подключения светильников к электрической сети необходимо предварительно выполнить их зарядку. Указанный процесс заключается в присоединении к токоведущим частям светильника медных изолированных проводов, которые служат для подключения светильника к тросовой электропроводке.

Кабели и провода, подвешенные на тросах, в местах перехода их с троса на конструкцию зданий должны быть разгружены от механических усилий. Непосредственно к тросу их крепят металлическими или пластмассовыми бандажами, полосками с пряжками, перфорированной лентой с кнопками через 500 мм или специальными тросовыми подвесками (только незащищенные провода сечением до 6 мм²) через 1,5 м (рис. 6.3). При непосредственном креплении к тросу незащищенных проводов в местах крепления необходимо устанавливать изоляционные прокладки толщиной не менее 0,5 мм.

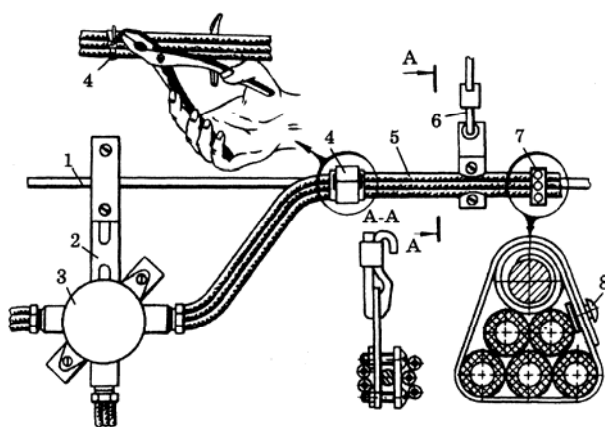


Рис. 6.3. Технология крепления проводов и коробок к тросу:

1 – трос; 2 – монтажная полоса; 3 – ответвительная коробка; 4 – пряжка; 5 – провода;
6 – тросодержатель; 7 – пластмассовая лента; 8 – кнопка

Ответвления к светильникам и силовым электроприемникам выполняют:

- 1) при непосредственном креплении проводов и кабелей к тросу — в ответвительных коробках;
- 2) при креплении проводов на подвесках — в ответвительных сжимах в пластмассовом корпусе;
- 3) при использовании тросовых проводов АРТ — в специальных ответвительных коробках.

Для монтажа тросовых электропроводок применяют ответвительные коробки 8710, 8711, КОР-73, КОР-74, У230, У245, КОС 2 и др., которые обеспечивают также подключение светильников.

Коробка КОС2У2, КОС2Т2 (рис. 6.4) служит для выполнения ответвлений к светильникам с лампами накаливания, ДРЛ и ДРИ мощностью до 2 000 Вт от магистрального кабеля без его разрезания. Коробка может быть использована для присоединения других видов однофазных электроприемников. Сечение жилы кабеля магистральной сети — до 35 мм^2 , сечение жил проводников ответвлений — до 4 мм^2 .

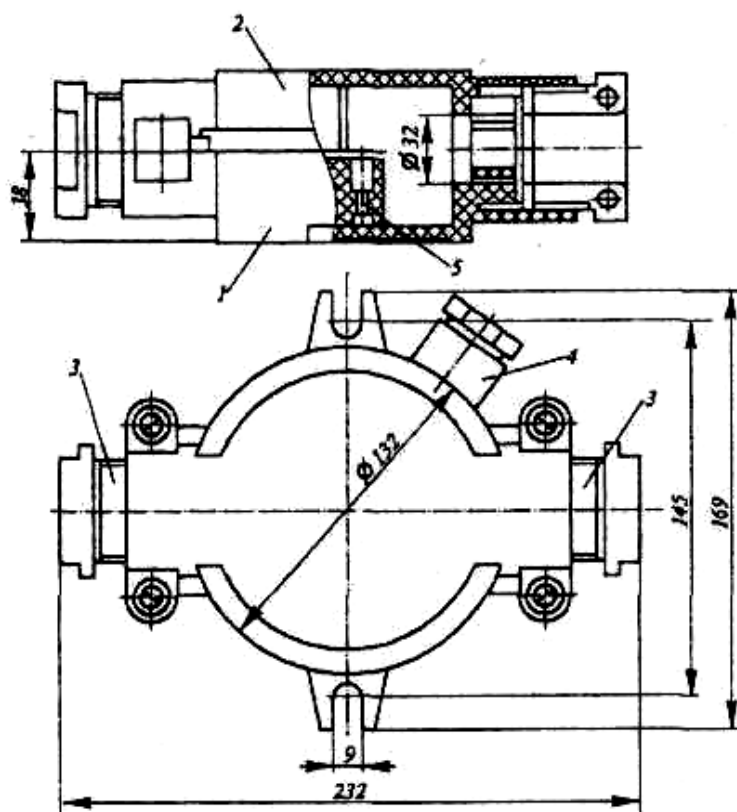


Рис. 6.4. Коробка КОС2:

- 1 – корпус; 2 – крышка; 3 – вводное разъемное устройство для магистрального кабеля; 4 – уплотнительный ввод для проводников ответвительной цепи; 5 – съемное ответвительное устройство

Примеры крепления ответвительной коробки и светильника к несущему тросу приведены на рисунках 6.5, 6.6.

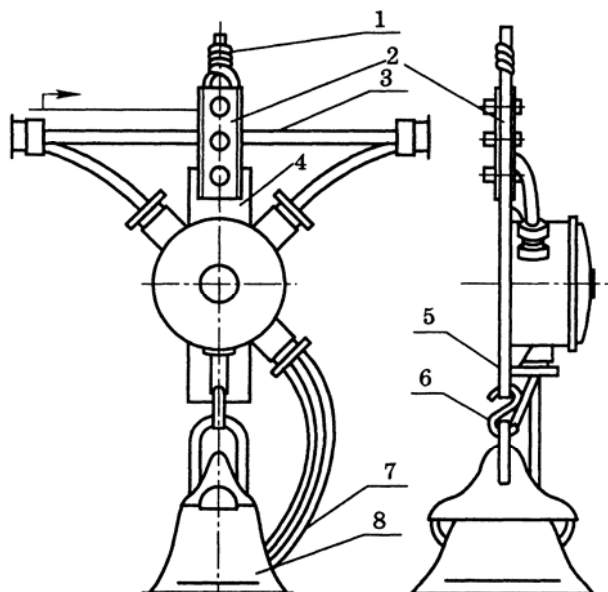


Рис. 6.5. Совмещенное крепление ответвительной коробки и светильника к несущему тросу:

1 – вертикальный подвес; 2 – зажим; 3 – несущий трос; 4 – монтажная полоса; 5 – винт; 6 – крюк; 7 – питающий провод; 8 – светильник

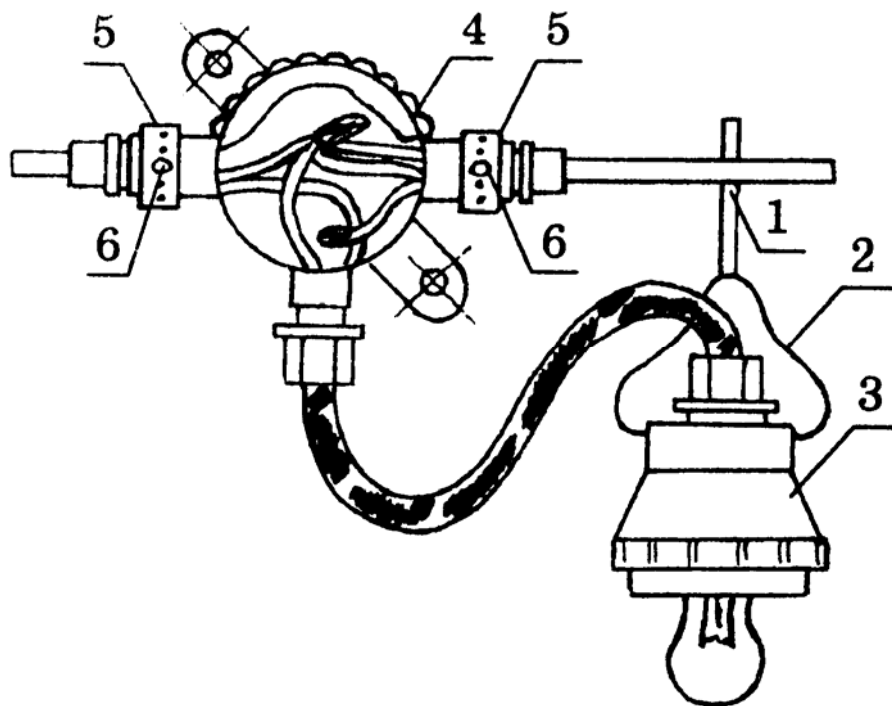


Рис. 6.6. Раздельное крепление ответвительной коробки и светильника к несущему тросу:
1 – крюк; 2 – серьга; 3 – светильник НСПО 3×60; 4 – коробка ответвительная; 5 – лента поливинилхлоридная К226; 6 – кнопка полиэтиленовая К227

Для прокладки заготовленных линий на объекте монтажа провода разматывают по полу и поднимают на высоту 1,3–1,5 м для выпрямления и подвески светильников. Далее провода поднимают на проектную высоту и закрепляют на анкерной конструкции один конец троса (рис. 6.7, 6.8). Соединяют линию с ранее установленными промежуточными подвесками и оттяжками. Крепят трос к противоположному анкерному устройству, натягивают полиспастом или лебедкой и окончательно регулируют натяжными муфтами стрелу провеса (при пролетах между подвесками троса 6 и 12 м она должна быть соответственно 100–150 и 200–250 мм). Места соприкосновения оголенных участков троса и анкерного устройства смазывают вазелином. Трос с обоих концов линии заземляют, присоединяя медные перемычки площадью сечения $2,5 \text{ мм}^2$ к защитному нулевому проводу или шине, соединенной с контуром заземления (рис. 6.7, 6.8). Несущий трос в качестве заземляющего проводника использовать запрещается. Другие металлические элементы тросовой электропроводки дополнительно не заземляются (зануляются). Далее мегомметром на напряжение до 1000 В измеряют сопротивление изоляции электропроводки. Оно должно быть не менее 0,5 МОм.

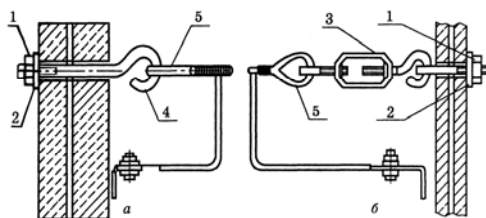


Рис. 6.7. Крепление троса к стенам:

a – концевое крепление троса и заземление его; *б* – натяжное крепление троса; 1 – гайка; 2 – шайба; 3 – муфта; 4 – анкер; 5 – крюк прямой

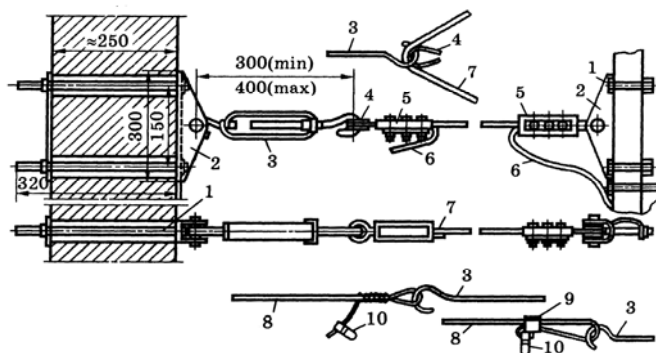


Рис. 6.8. Технология крепления анкеров и тросов:

1 – шпилька; 2 – анкер К-300; 3 – натяжная муфта К-679; 4 – крюк; 5 – тросовый зажим; 6 – конец троса для зануления; 7 – трос; 8 – проволока; 9 – обойма; 10 – наконечник для зануления

Соединение проводников тросовой электропроводки выполняется только в соединительных либо ответвительных коробках путем пайки, сварки или опрессовки с последующей изолировкой.

Для выполнения электрослесарных работ при монтаже тросовой электропроводки могут быть использованы следующие приспособления и инструменты: наборы электромонтажного инструмента общего назначения ИН-ЗС, аппарат сварочный, пробойники ручные ПО-1 и ПО-2, сверла цилиндрические и спиральные диаметром 4,5–30 мм, длиной 115–700 мм, комплект механизмов КМО-3, в который входят механизм МР — для мерной резки и отсчета заготовок проводов; механизм МС — для снятия изоляции с проводов и закручивания контактных колец; механизм СЗ — для скручивания, подрезки, сварки и контроля заготовок проводов.

Кроме того, могут использоваться клещи универсальные различных марок, прессы гидравлические ПГЭП-2, клещи гидравлические монтажные ГКМ, пресс-клещи ПК-1М с наборами матриц и пуансонов.

При работе с данным оборудованием необходимо соблюдать соответствующие правила техники безопасности.

В некоторых случаях при отсутствии необходимых электромонтажных изделий может потребоваться изготовление натяжных муфт и анкеров для крепления тросовой электропроводки. Основными технологическими операциями в данном случае являются нарезание резьбы и гибка металла.

Нарезанием резьбы называют формирование винтовой линии на поверхности детали путем снятия стружки или пластическим деформированием. Резьба может быть наружной или внутренней (рис. 6.9), правой или левой, в зависимости от направления подъема винтовой линии. В машиностроении чаще применяют правые резьбы.

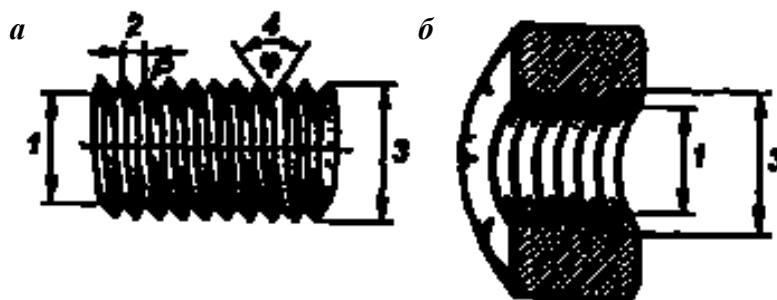


Рис. 6.9. Детали с резьбой:

а – наружной (болт); *б* – внутренней (гайка); *1* – внутренний диаметр; *2* – шаг;
3 – наружный диаметр; *4* – угол

В машиностроении наибольшее применение нашли три системы резьб: метрическая, дюймовая и трубная.

Метрическая резьба — основная крепежная резьба. Имеет треугольный профиль с плоскосрезанными вершинами и углом профиля 60° . Диаметры и шаг резьбы (рис. 6.9) измеряются в миллиметрах.

Различают резьбы с крупным шагом (для наружных диаметров 1–68 мм) и с мелким шагом (для диаметров 1–600 мм); величина шагов представляет ряд чисел в интервале от 0,2 мм до 6 мм. Резьбы с крупным шагом применяют при больших нагрузках на резьбовые детали; резьбы с мелким шагом — при малых нагрузках и для точной регулировки.

Условное обозначение резьб:

- с крупным шагом — М20;
- с мелким шагом — М20×1,5,

где М — метрическая резьба; 20 — наружный диаметр резьбы, мм; 1,5 — шаг резьбы (для резьб с мелким шагом).

Дюймовая резьба используется только в оборудовании, произведенном в странах, применяющих дюймовые резьбы. Имеет треугольный профиль с плоскосрезанными вершинами и углами профиля 55° (резьба Витворта) или 60° (резьба Селлерса).

Диаметр резьбы выражают в дюймах ($1'' = 25,4$ мм), а шаг резьбы — числом ниток в одном дюйме. Например, $3/8''-16$ — обозначает дюймовую резьбу с наружным диаметром $3/8$ дюйма и числом ниток на одном дюйме 16.

Трубная цилиндрическая резьба — применяется на тонкостенных деталях, трубах и арматуре трубопроводов. Представляет собой мелкую дюймовую резьбу со скругленными вершинами и углом профиля 55° . За номинальный диаметр трубной резьбы принимают внутренний диаметр трубы.

Условное обозначение резьб: труб $3/4''$. Цифры указывают номинальный диаметр резьбы в дюймах.

Внутренняя резьба нарезается *метчиками*. По назначению метчики подразделяют на ручные, машинно-ручные и машинные, в зависимости от профиля — для метрической, дюймовой и трубной резьб. Метчик состоит из рабочей части и хвостовика.

Рабочая часть представляет собой винт с 3–4-мя продольными или винтовыми канавками, которые служат для образования режущих кромок и отвода стружки (рис. 6.10). Метчики с винтовыми канавками предназначены для нарезания точных резьб. Рабочая часть метчика состоит из заборной (режущей) части, выполненной в виде конуса, и калибрующей (направляю-

шей) части. Режущая часть выполняет основную работу при нарезании резьбы, а направляющая калибрует резьбу. Резьбовые части метчика, ограниченные канавками, называются режущими перьями (зубьями). Они имеют форму клина с характерными для режущего инструмента углами. Величина заднего угла — 6–10°, а переднего — 8–10° для стали средней твердости; 5° — для твердой стали; 0–5° — для бронзы и чугуна.

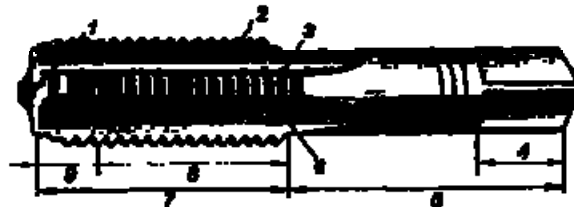


Рис. 6.10. Метчик ручной:

1 – сердцевина; 2 – перо; 3 – нитка (виток); 4 – квадрат; 5 – хвостовик; 6 – канавка;
7 – рабочая часть; 8 – калибрующая часть; 9 – заборная часть

Хвостовик служит для закрепления метчика в воротке или патроне.

Воротки устанавливаются на квадрат хвостовика метчика при ручном нарезании резьбы. Изготавливаются воротки нерегулируемыми, с числом отверстий от одного до трех, или регулируемыми.

Для нарезания резьбы в труднодоступных местах применяются торцевые воротки, а для защиты метчиков от поломки — тарированные, способные ограничивать усилие, передаваемое на метчики.

При нарезании резьбы метчик «выдавливает» металл, поэтому диаметр отверстия под резьбу должен быть немного больше внутреннего диаметра резьбы. При точном соответствии диаметра отверстия внутреннему диаметру резьбы «выдавливаемый» при нарезании резьбы материал давит на зубья метчика и налипает на них. Это приводит к нагреву метчика и может вызвать его поломку. Если отверстие большего диаметра — резьба получается неполной. Для получения резьбы хорошего качества диаметр отверстия выбирают по справочным таблицам. Приблизительно диаметр отверстия под метрическую резьбу можно определить по формуле

$$d_c = d - k_c \cdot P, \quad (6.1)$$

где d_c — диаметр сверла; d — номинальный диаметр резьбы; k_c — коэффициент, учитывающий разбивку отверстия при сверлении (обычно $k_c = 1-1,08$); P — шаг резьбы.

Глухие отверстия сверлят глубиной на $6P$ больше длины резьбы.

Подготовленную к нарезанию резьбы деталь зажимают в тисках, вставляют в отверстие метчик, выверив его положение по угольнику (рис. 6.11, *а*).

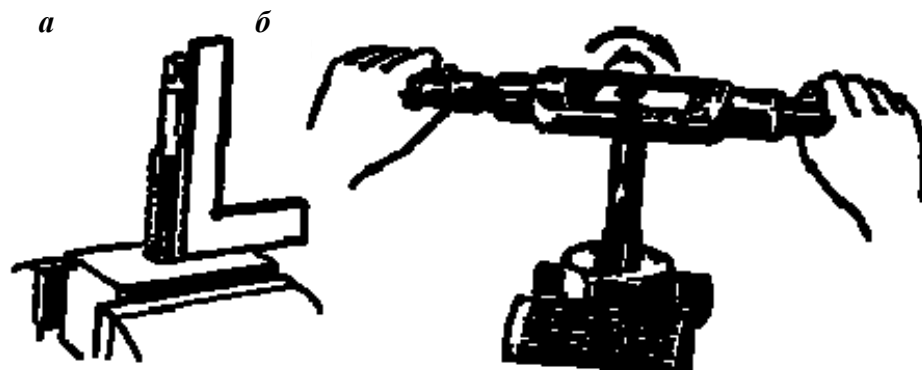


Рис. 6.11. Нарезание внутренней резьбы:
а – установка метчика; *б* – процесс нарезания

Прижимая левой рукой вороток к метчику, правой рукой проворачивают его по направлению резьбы до тех пор, пока метчик не врежется на несколько витков в металл и не займет устойчивое положение. После этого вороток вращают двумя руками, с перехватом рук через пол-оборота. Для облегчения работы вороток проворачивают на полтора-два оборота в направлении образования винтовой линии, а затем на пол-оборота в обратном направлении.

При обратном движении метчика дробится и обламывается стружка, метчик не вязнет в материале, резьба получается более чистой (рис. 6.11, *б*). После нарезания резьбы обратным вращением метчик вывертывается из отверстия, а затем еще раз прогоняется по всей резьбе (при сквозной резьбе — насквозь).

Наружную резьбу нарезают плашками вручную и на станках. Плашки подразделяются на круглые, накатные и раздвижные.

Круглые плашки изготавливают цельными и разрезными (рис. 6.12).

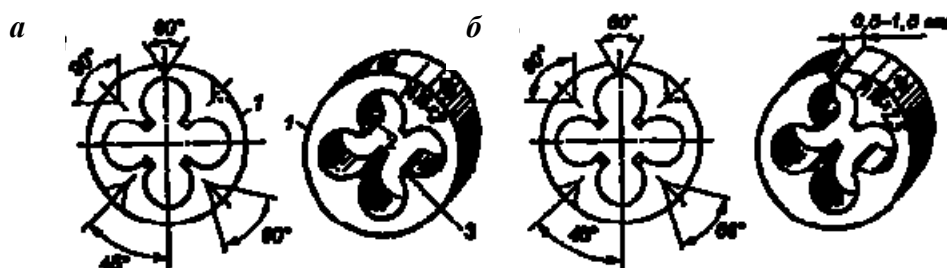


Рис. 6.12. Плашки:
а – цельная; *б* – разрезная; 1 – плашка; 2 – резьба; 3 – заборная часть

Цельная плашка представляет собой закаленную стальную гайку, режущие кромки у которой образованы пересечением винтовой линии продольными отверстиями. Через эти отверстия выходит образующаяся стружка. С обеих сторон плашки имеются заборные части длиной 1,5–2 нитки резьбы. Применяются для нарезания резьбы за один проход.

Разрезная плашка в отличие от цельной имеет прорезь, позволяющую регулировать диаметр резьбы в пределах от 0,1 до 0,25 мм. Из-за недостаточно высокой жесткости плашки снижается точность профиля нарезаемой резьбы.

Резьбонакатные плашки предназначены для получения точных профилей резьб. Плашка имеет корпус, на котором установлены накатные ролики. Ролики можно регулировать под различные диаметры резьбы и применять для получения резьб диаметром 4–3 мм с шагом 0,7–2 мм. Накатанная резьба более прочная, чем нарезанная.

Диаметр стержня при нарезании наружной резьбы выбирают исходя из тех же соображений, что и диаметр отверстия. Хорошее качество резьбы получается, если диаметр стержня меньше диаметра резьбы на 0,2–0,4 мм.

При нарезании резьбы плашкой вручную стержень в тисках зажимают так, чтобы конец его выступал над губками на 20–25 мм больше длины нарезаемой части (рис. 6.13). Для облегчения захода плашки на конце стержня снимается фаска.

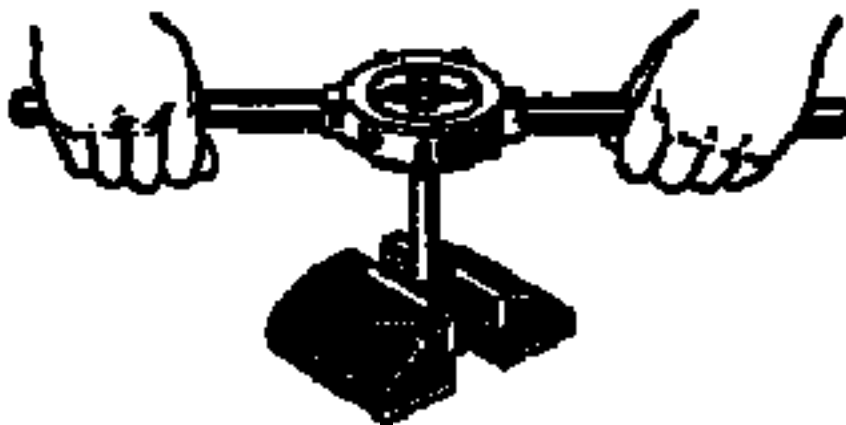


Рис. 6.13. Нарезание резьбы круглой плашкой

Плашкодержатель с установленной плашкой берут рукой за среднюю часть и, слегка надавливая на стержень, вращают, пока плашка не врежется в металл. При этом надо следить за тем, чтобы плоскость вращения плашкодержателя была перпендикулярна продольной оси стержня.

Стержень смазывают и продолжают нарезать резьбу, вращая вороток плашкодержателя так, как при нарезании резьбы метчиком (1,5–2 оборота — по направлению резьбы и пол-оборота — в обратную сторону). Цельными плашками резьбу нарезают за один проход. Для получения более качественной резьбы диаметром больше 12 мм рекомендуется нарезать ее сначала изношенной плашкой, используя ее как черновую, а затем новой, используя ее как чистовую. Готовую резьбу контролируют резьбовыми микрометрами, резьбовыми калибрами — кольцами и резьбовыми шаблонами.

Разрезные плашки с помощью винтов плашкодержателя могут быть установлены на больший или меньший диаметр резьбы.

Упражнение 6.1. Изготовление натяжного устройства и анкера для крепления тросовой электропроводки

Порядок выполнения работы.

Изготовление натяжного устройства.

1. Отрезать ножовкой кусок трубки диаметром 10,2 мм, длиной 100 мм.

2. Нарезать на ней правую и левую резьбу М10 на длину 50 мм.

2.1. Смазать рабочую часть первого (чернового) метчика машинным маслом и вставить его заборной частью в отверстие строго по его оси.

2.2. Надеть на квадрат хвостовика метчика вороток и, нажимая правой рукой на метчик вниз, левой рукой вращать вороток по часовой стрелке до врезания метчика в металл на несколько ниток резьбы.

2.3. Нарезать резьбу, вращая метчик за рукоятку воротка по часовой стрелке на один-два оборота и на пол-оборота обратно (для среза стружки) до полного входа рабочей части метчика в отверстие.

2.4. Вывернуть метчик обратным ходом и прорезать резьбу вторым (калибрующим) метчиком.

3. Отрезать два стальных прута диаметром 9,8 мм и нарезать на одном левую резьбу М10, а на другом — правую (длина резьбы 50 мм, прутка 100 мм).

3.1. Подготовить вороток к работе. Слегка отвернуть все винты на воротке. Вставить плашку в гнездо воротка. Закрепить плашку в головке воротка стопорными винтами.

3.2. Подготовить и закрепить стержень в тисках. Проверить диаметр стержня, который должен быть на 0,1–0,2 мм меньше наружного диаметра резьбы. Опилить напильником на верхнем конце стержня фаску. Закрепить стержень в тисках вертикально так, чтобы выступающая над губками часть его была на 20–25 мм больше длины нарезаемой части.

3.3. Нарезать резьбу плашкой. Смазать конец стержня маслом. Наложить плашку на конец стержня так, чтобы клеймо было внизу и, нажимая на корпус воротка ладонью правой руки, левой вращать его за рукоятку по часовой стрелке до полного врезания плашки.

3.4. Прорезать резьбу на требуемую длину за один рабочий ход, вращая плашку за рукоятку воротка по часовой стрелке на один-два оборота и на пол-оборота обратно (для срезания стружки).

3.5. Обильно смазать плашку маслом.

3.6. Снять плашку со стержня обратным вращением.

3.7. Проверить качество резьбы наружным осмотром (не допускаются задиры и сорванные нитки резьбы) или гайкой (гайка должна поворачиваться легко, но без качания).

4. Концы прутков согнуть.

5. Собрать натяжное устройство.

Изготовление анкера.

1. Отрезать стальной пруток диаметром 12 мм и длиной 250 мм.

2. Изготовить анкер в соответствии с чертежом, представленным в лаборатории.

Упражнение 6.2. Заготовка и предварительный монтаж тросовой электропроводки

Порядок выполнения работы.

1. Осуществить заготовку тросовой проводки: в соответствии с размерами помещения заготовить несущий трос необходимой длины; нарезать необходимое количество проводов или кабелей; выбрать из имеющихся в лаборатории необходимые электромонтажные изделия (анкеры, натяжные муфты, ответвительные коробки, крепежный материал и инструмент).

2. Смонтировать тросовую электропроводку в лаборатории. Произвести подготовку трассы к прокладке электропроводки. Установить в конструкцию, имитирующую стену, анкерный болт (анкер или серьгу). Раскатать несущий трос вдоль трассы проводки. Закрепить несущий трос на анкере и заземлить с этого конца. С противоположной стороны лаборатории установить в несущей конструкции анкер и натяжную муфту. Натянуть трос на высоте 1,2–1,5 м. Соответствующим способом закрепить на несущем тросе провода или кабели, установить ответвительные коробки.

Лабораторная работа 7

ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ В ТРУБАХ

Трубной электропроводкой называется совокупность труб и проводов (кабелей), соединительных и присоединительных устройств, крепежных и установочных узлов и деталей, собранных в цельную конструкцию, проложенную и закрепленную на элементах зданий и сооружений или на технологическом оборудовании.

По расположению трубные проводки подразделяются на внутренние и наружные; скрытые и открытые.

Внутренней называется трубная электропроводка (или ее часть), проложенная в закрытом помещении; *наружной* — трубная проводка (или часть ее), проложенная по наружным стенам зданий и сооружений, под навесами, по эстакадам и другим сооружениям.

Скрытой называется трубная проводка, проложенная внутри стен, полов, потолков, за обшивками технологических аппаратов, в закрытых каналах, в земле, в фундаментах; *открытой* — трубная электропроводка, проложенная открыто по технологическим конвейерам, станкам, стенам, потолкам, эстакадам, в открытых каналах.

Групповой называется трубная электропроводка, состоящая из четырех и более труб, проложенных вместе на одной опорной конструкции.

Электропроводки в трубах выполняют с целью их защиты от механических повреждений или от воздействия вредных факторов окружающей среды (сырость, пыль, химически активные газы).

Для электропроводок в трубах применяют стальные (тонкостенные, толстостенные) либо пластмассовые (полиэтиленовые, поливинилхлоридные или винипластовые, полипропиленовые) трубы.

Стальные трубы для электропроводок применяют только в тех случаях, когда по условиям среды и категории помещений (например, взрывоопасные) другие виды электропроводок запрещены.

В электропроводках используют стальные трубы: тонкостенные (электросварные диаметром 15–20 мм) и водогазопроводные (обыкновенные и легкие диаметром 15–80 мм). Тонкостенные трубы запрещается применять для прокладки в помещениях сырых, особо сырых, взрывоопасных, с химически агрессивной средой, в наружных установках, в земле.

Электромонтажные организации используют индустриальный метод монтажа стальных труб для электропроводок. Основные электрослесарные работы, т. е. заготовку труб, их обработку, очистку, покраску, комплектование в отдельные узлы и пакеты выполняют в монтажно-заготовительных участках (МЗУ). Трубы заготавливают в мастерских либо по эскизам, макетам, имитирующим расположение электроприемников, к которым подводят трубы с проводами (кабелями). На месте монтажа трубы укладывают готовыми узлами, соединяют их между собой и затягивают в них провода (кабели).

Заготовка труб, как правило, производится по разработанным в проекте электроустановки трубозаготовительным ведомостям. Если в проекте отсутствуют указанные ведомости, то применяется способ заготовки труб или трубных блоков по предварительным замерам, который состоит в снятии на месте монтажа эскизов с необходимыми для заготовки замерами элементов трубных разводов. В дальнейшем возможно составление на основании замеров трубозаготовительной ведомости.

Стальные трубы при открытой прокладке крепят к опорным основаниям скобами и хомутами. Запрещено крепление стальных труб всех типов к металлоконструкциям с помощью электрической и газовой сварки (рис. 7.1).

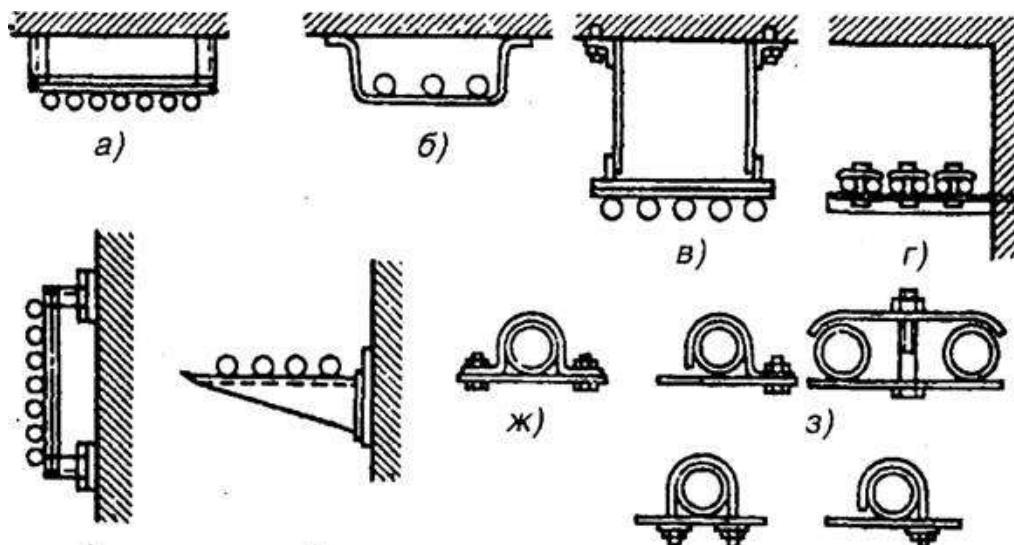


Рис. 7.1. Способы крепления труб к опорным конструкциям:
а-в – потолочных опорных конструкций из уголка, перфорированной полосы и на подвесках; г-е – настенных опорных конструкций и кронштейнов;
ж-и – хомутов, полухомутов и двух однолапковых скоб и накладок

Чтобы избежать повреждения изоляции проводов при протяжке, на концах стальных труб устанавливают пластмассовые втулки. Для облегчения протяжки проводов в трубы вдувают тальк и предварительно затягивают

стальную проволоку диаметром 1,5–3,5 мм, к концу которой прикрепляют хлопчатобумажную ленту с шариком. Затем в трубу сжатым воздухом небольшого передвижного компрессора при избыточном давлении 200–250 кПа вдувают шарик, с помощью полимерной ленты втягивают проволоку и за ней провод или кабель, прикрепленные к проволоке. В вертикально проложенные трубы провода рекомендуется затягивать снизу вверх.

Последней операцией монтажа трубной электропроводки является ввод стальной трубы в корпуса аппаратов, соединительных и ответвительных коробок, который может быть жестким или гибким. При жестком вводе стальной трубы для создания надежного электрического контакта между корпусом машины, аппарата, коробки и стальной трубой устанавливают специальные заземляющие гайки, имеющие острые выступы, обращенные к стене корпуса («царапающие» гайки).

Для гибкого соединения трубы с корпусом выпускаются специальные гибкие вводы из металлорукава с патрубками и установочными гайками. Для безрезьбового соединения металлорукавов со стальными трубами изготавливают специальные муфты типа ТР с двумя гайками (рис. 7.2, 7.3).

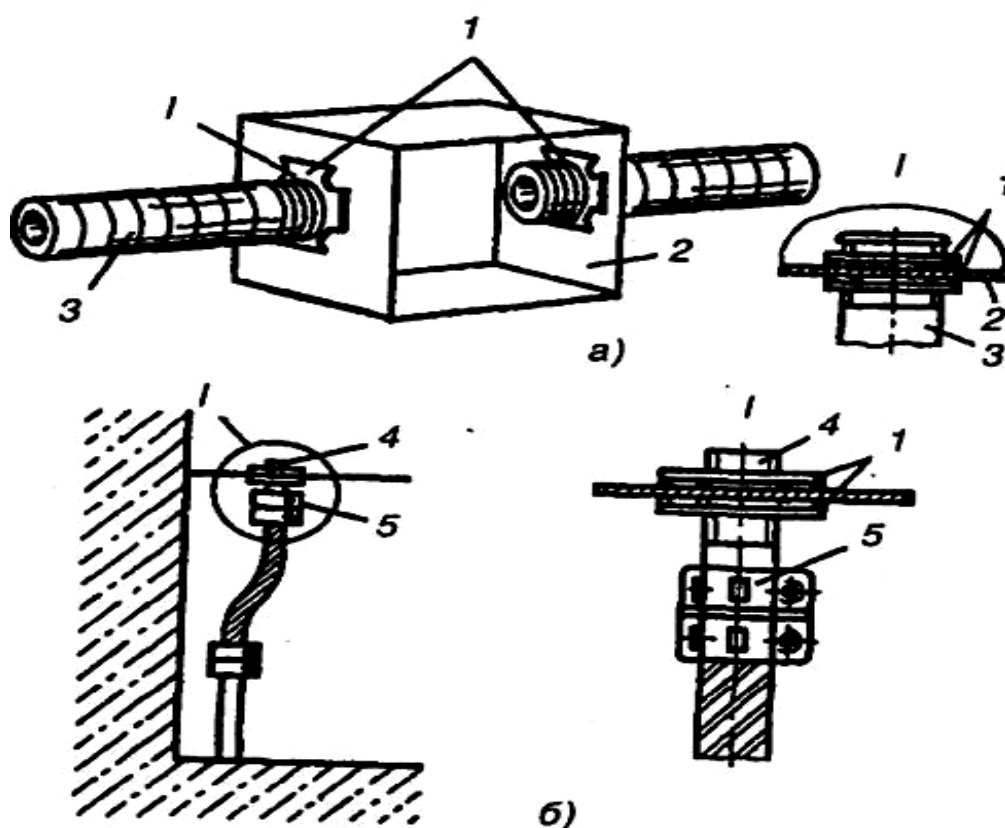


Рис. 7.2. Примеры монтажа элементов электропроводок в трубах:

а – установочных заземляющих гаек; б – муфт У211-У219; 1 – гайки; 2 – стенки коробки; 3 – стальная труба; 4 – вводной патрубок; 5 – муфты ТР

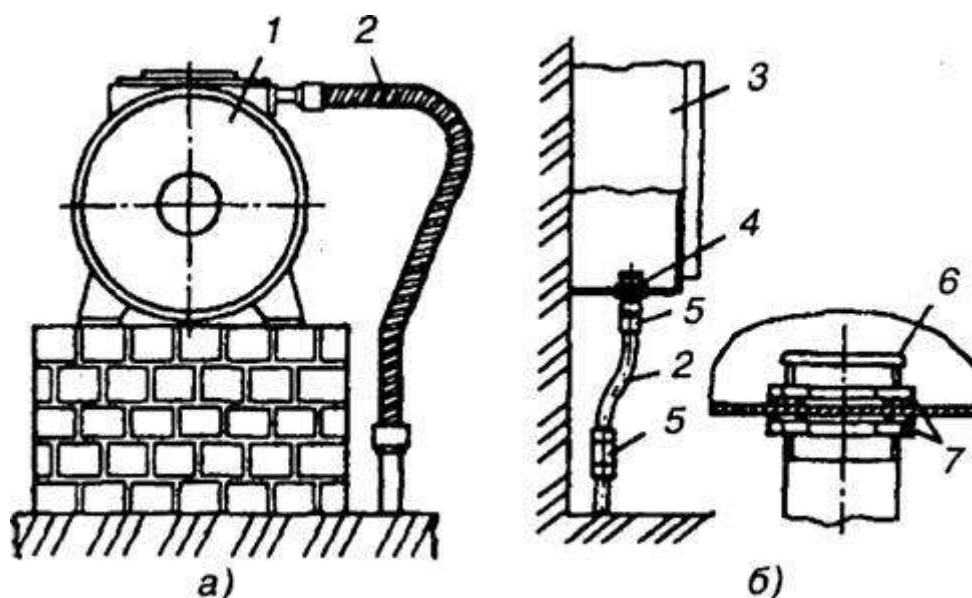


Рис. 7.3. Примеры применения гибких вводов:

а – ввод в электродвигатель; *б* – ввод в ящик управления; 1 – электродвигатель; 2 – гибкий ввод; 3 – пусковой ящик управления; 4 – патрубок; 5 – муфта; 6 – втулка; 7 – установочная гайка

Применение пластмассовых труб позволяет экономить стальные трубы, а также снизить трудоемкость и стоимость трубных электропроводок.

При монтаже винипластовых труб необходимо учитывать их температурное изменение длины, которое составляет 0,08 мм на +1 °С. Для компенсации температурных изменений устанавливают подвижное крепление, при котором труба может перемещаться вдоль своей оси.

При отрицательных температурах винипласт становится хрупким, поэтому обработку и монтаж таких труб следует вести при положительной температуре. Заготовку винипластовых труб и предварительную сборку их в укрупненные узлы ведут в мастерских с помощью специальных станков и приспособлений.

Полиэтиленовые трубы мягче винипластовых; при обработке и монтаже они не должны подвергаться механическим воздействиям. Кроме того, следует оберегать их от царапин и надрезов, снижающих прочность труб, особенно на изгиб. Полиэтиленовые трубы более чувствительны к температурным изменениям, чем винипластовые; их удлинение составляет 0,22 мм на +1 °С.

Полипропиленовые трубы при тех же свойствах, что и полиэтиленовые, обладают большей хрупкостью при отрицательных температурах и в то же время большей термостойкостью (температура плавления полиэтилена — 120–135 °С, полипропилена — 164–168 °С). Обработку полиэтиленовых и пропиленовых труб ведут при положительной температуре.

На сохранность полиэтилена и полипропилена вредное влияние оказывают жиры, нефтепродукты и длительное воздействие солнечного света. По этой причине допускается использовать их только для скрытой прокладки по несгораемым основаниям и конструкциям, а также для защиты кабеля в агрессивных средах. Пластмассовые трубы при скрытой проводке в несгораемых стенах и перекрытиях прокладывают в бороздах, закрепляя их через 0,5–0,8 м алебастровым раствором.

При проходах через стены и междуэтажные перекрытия пластмассовые трубы должны быть цельными (без разрывов и соединений). При вводе в коробки и шкафы их оконцовывают изоляционными трубками и воронками; если коробки (шкафы) сделаны из изоляционного материала, оконцевание труб на вводах необязательно.

Все соединения и ответвления проводов трубных электропроводок выполняют в соединительных и ответвительных ящиках и коробках, конструкция которых должна соответствовать способам прокладки и условиям окружающей среды. В коробках и корпусах аппаратов оставляют запас провода для возможного повторного присоединения. Соединение проводов делают только в коробках (в трубах соединение запрещено) и изолируют.

Неметаллические трубы можно использовать для электропроводок только в помещениях, где наибольшая температура окружающей среды не превышает 60 °С. Возможные способы крепления пластмассовых труб представлены на рисунке 7.4.

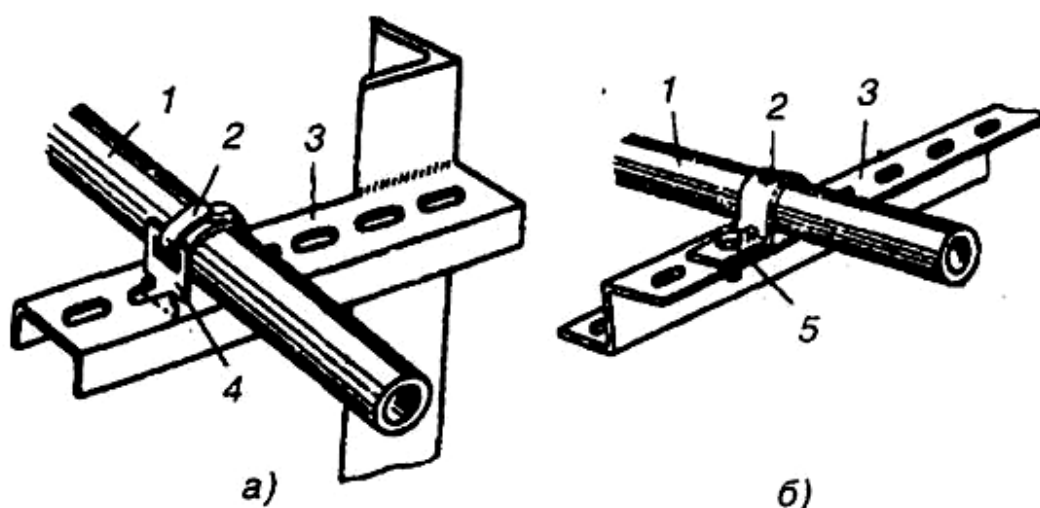


Рис. 7.4. Применение перфорированных профилей и монтажных изделий для крепления труб: а – швеллер; б – Z-образный профиль; 1 – труба; 2 – крепежная деталь; 3 – прямой профиль; 4 – пряжка; 5 – болт

Трубные трассы в зависимости от длины, количества и величины углов имеют три группы сложности — I, II, III (табл. 7.1).

Таблица 7.1

Характеристика трубных трасс

Количество изгибов при углах, град.			Наибольшая длина участка, м	Группа сложности
90-120	120-130	90-110 и 120-150		
-	-	-	100 75 50	I II III
1	2	-	75 50 30	I II III
2	3	1 и 2	50 30 20	I II III
3	4	1 и 3 2 и 3	40 25 15	I II III
4	5	1 и 4 2 и 3 3 и 2	30 20 10	I II III

Диаметр трубы определяют в соответствии с диаметром и количеством затягиваемых в них проводов (кабелей) и группой сложности прокладки по формулам, приведенным в таблице 7.2.

Таблица 7.2

Формулы, определяющие диаметр труб

Количество прокладываемых проводов (кабелей)	Диаметр труб в зависимости от группы сложности прокладки		
	I	II	III
1	$D \geq 1,65d$	$D \geq 1,4d$	$D \geq 1,25d$
2	$D \geq 2,7 \frac{d_1 + d_2}{2}$	$D \geq 2,5 \frac{d_1 + d_2}{2}$	$D \geq 2,4 \frac{d_1 + d_2}{2}$
3 и более	$0,32D^2 \geq n_1 d_1^2 +$ $+ n_2 d_2^2 + \dots + n_n d_n^2$	$0,4D^2 \geq n_1 d_1^2 +$ $+ n_2 d_2^2 + \dots + n_n d_n^2$	$0,45D^2 \geq n_1 d_1^2 +$ $+ n_2 d_2^2 + \dots + n_n d_n^2$
Обозначения: $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ – наружные диаметры проводов (кабелей), мм; $n_1, n_2, n_3, \dots, n_n$ – количество проводов (кабелей) данного диаметра; D – внутренний диаметр трубы, мм.			

Наряду с расчетным методом определения диаметра труб под электропроводки находит применение метод номограмм.

При выполнении трубных электропроводок различают разметку труб при их заготовке и разметку трассы под монтаж. Разметка труб является одной из электрослесарных работ и производится с применением мерительного инструмента: металлической линейки, метра, измерительных рулеток, штангенциркуля, чертилок, кернера, шаблонов и т. п. Трубы размечают на стеллажах, отмеряя заданную длину и нанося риски с последующей керновкой кернером. При разметке указывают места реза, точки начала и конца изгиба, линии фасонной обрезки концов труб и т. п.

При изготовлении гнутой трубной детали определяют заготовительную длину прямого участка длины по формуле:

$$L = d\pi R / 180 + l = 0,01745\alpha R + l, \quad (7.1)$$

где L — длина заготовки, мм; α — угол изгиба, град; R — радиус изгиба, мм; l — длина прямого участка для зажима трубы при изгибании, мм.

Разметку трассы трубной электропроводки выполняют до начала штукатурных, окрасочных и других отделочных работ и производят с помощью рулеток, а линии наносят шнуром, окрашенным синькой или сухой охрой.

По рабочим чертежам проекта подготавливают трассу электропроводок в трубах. При этом уточняют ее направление и протяженность, выполняют привязку (уточнение расположения) к технологическому оборудованию и электроприемникам по месту. При открытой прокладке труб размечают места установки электроустановочных изделий и электроприемников; производят привязку концов труб, коробок, протяжных и ответвительных ящиков, крепежных деталей, опорных конструкций, поворотов трассы, мест проходов через стены и перекрытия. На прямых участках все коробки располагают на одной линии, параллельной архитектурным линиям здания. При обходе препятствий трассу трубной проводки располагают так, чтобы в трубах не скапливалась влага. При диаметре труб 15–20 мм их крепят через 2,5 м, при 25–32 мм — через 3 м, при 40–80 мм — через 3,5–4 м, при 100 мм — через 6 м. Расстояние от точек крепления труб электропроводок до угла поворота 150–200 мм, от труб отопления и горячего водоснабжения при параллельной прокладке не менее 100 мм, при пересечении — не менее 50 мм в свету. При скрытой прокладке труб линии разметки трасс должны быть кратчайшими в любом направлении. Глубина заложения труб — 20–50 мм от уровня пола

в специально выполненных бороздах (каналах). Расстояние между протяжными коробками на прямых участках — не более 75 м, при одном изгибе — 50 м, при двух изгибах — 40 м, при трех — 20 м.

Для выполнения трубных электропроводок часто требуется изгибание труб. Наименьший допустимый радиус изгиба трубы диаметром 50 мм при открытой прокладке равен четырехкратному диаметру трубы; при большем диаметре — шестикратному; при прокладке труб в бетонных массивах — десятикратному. Нормализованными являются углы поворота 90; 105; 120; 135 и 150° и радиусы изгиба 200; 400 и 800 мм.

Основными документами при заготовке труб для электропроводок являются эскизы (рис. 7.5). Они должны содержать следующие сведения: номер труб, их количество в пакетах и блоках, местоположение и типы протяжных и ответвительных коробок и ящиков; способы соединения труб между собой и с коробками; взаимоположение и направление труб на плане и в пространстве; местоположение заземляющих проводников.

В эскизах заготовки (рис. 7.6) условные обозначения устанавливаются ГОСТом. Прямые участки труб (I) обозначают с указанием их материала (Т — стальная, Тв — винипластовая, Тп — полиэтиленовая), трубы нормализованных длин (II) — по типовому проекту (Г — гладкая без резьбы, Р — с короткой резьбой на одном конце, 2Р — с короткой резьбой на обоих концах).

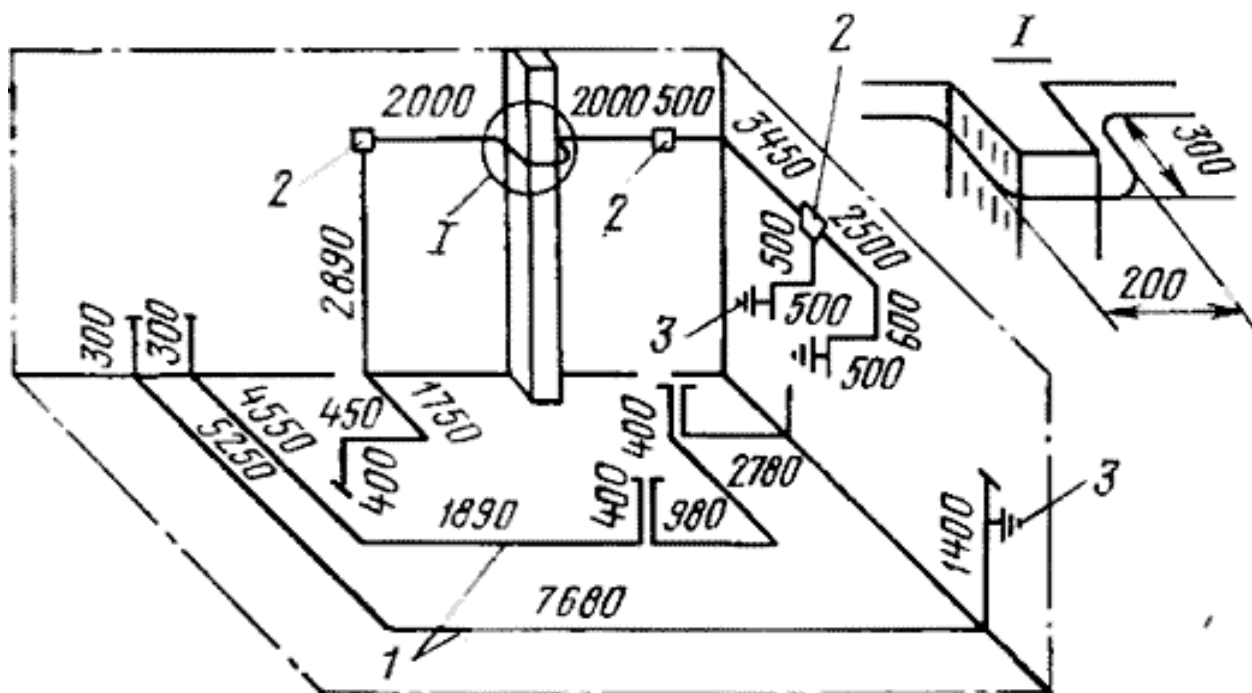


Рис. 7.5. Эскиз трубной заготовки:

1 — участки заготовки; 2 — коробки; 3 — заземляющие флажки

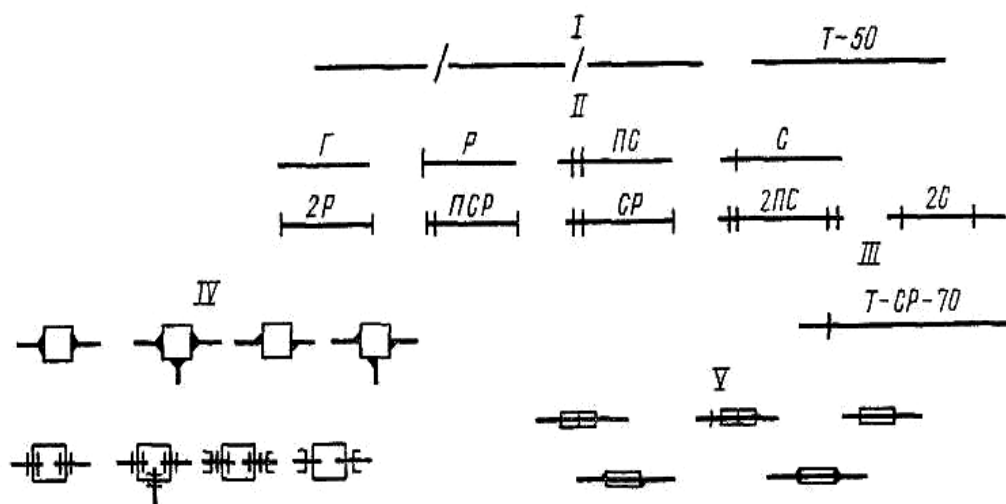


Рис. 7.6. Условные обозначения трубных разводов

Эскизы заготовки трубных электропроводок при использовании типовых нормализованных элементов показаны на рисунке 7.7.

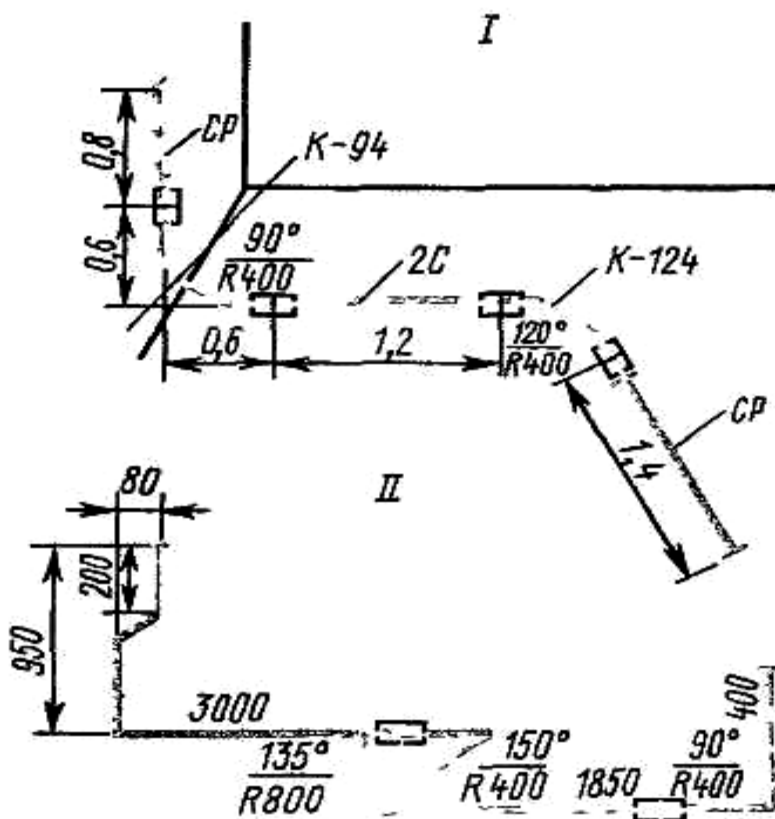


Рис. 7.7. Эскизы заготовки трубных электропроводок из нормализованных элементов

При заготовке трубных электропроводок такой способ позволяет использовать заранее заготовленные прямые отрезки труб разной длины (от 0,1 до 6 м), элементы труб с нормализованными углами и разными радиусами изгиба, трубные колена, прямые и гнутые трубные пакеты и блоки и другие часто используемые элементы, что обеспечивает планомерную загрузку технологических линий. Заготовка трубных разводов при этом способе сводится к подбору и комплектации готовых типовых элементов по произведенным замерам. Однако она требует большого расхода соединительных муфт, гильз, манжет и других деталей, а также значительных затрат труда по сборке мелких элементов и заготовке нормализованных элементов из-за разрезания полномерных труб на небольшие отрезки и подготовки их концов для соединения.

Электрослесарные работы при заготовке стальных и пластмассовых труб имеют свои особенности. При заготовке стальных труб выполняются: очистка, окраска неоцинкованных труб, сушка, мерная резка, снятие фасок, нарезание резьбы, в случае необходимости — изгибание, сборка, маркировка и складирование готовой продукции. Поступающие в мастерскую электромонтажных заготовок (МЭЗ) или МЗУ трубы перед обработкой осматривают и сортируют.

Обработка труб производится по технологическим картам. Все операции по подготовке труб к монтажу выполняются на специально оборудованных технологических линиях. Трубы, имеющие недопустимую кривизну, должны быть выправлены. Разметка мест реза в гнутых элементах трубных проводок производится после выполнения гибочных операций.

Наружную поверхность трубы очищают металлической щеткой на станке, постепенно поворачивая трубу вокруг своей оси, или на специальных линиях. Внутреннюю поверхность очищают металлическим ершиком, пропуская его внутрь трубы; после очистки с поверхности трубы кистью сметают металлическую пыль и затем продувают ее воздухом.

На наружные поверхности трубных элементов для предохранения их от коррозии наносят защитные покрытия (окрашивают), стойкие по отношению к окружающей среде. При необходимости выполняется окрашивание внутренних поверхностей труб, окраска производится в специально оборудованных помещениях с приточно-вытяжной вентиляцией. Оцинкованные трубы прокладывают без окраски.

Трубозаготовительные работы по заготовке пластмассовых труб включают следующие операции: разметку и резку труб, снятие фасок, нагрев труб для формовки раструбов, формовку раструбов, подготовку под сварку, комплектование и маркировку трубозаготовок.

Изгибание труб из различных материалов также имеет свои особенности: перед изгибанием их следует нагревать до определенной температуры — 100–130 °С. Пластмассовые трубы нагревают в жидкости (глицерине или гликогеле) или воздухе, а изгибают на гибочном приспособлении.

Нагретую трубу после изгибания на требуемый угол погружают в воду и охлаждают. При изгибании полиэтиленовых труб следует учитывать упругие свойства материала и его способность после изгибания частично принимать первоначальную форму. Поэтому их следует изгибать на 20–25° больше требуемого угла. Во избежание смятия стенок трубы при изгибании в нее закладывают спиральную пружину или металлорукав диаметром на 1–2 мм меньше внутреннего диаметра трубы.

Гибка стальных труб производится с помощью подвижных и неподвижных роликов трубогибочных станков; станок настраивают на заданный угол изгиба. На изогнутых трубах не должно быть складок, трещин, овальностей и других дефектов.

Изгибают трубы ручным или механическим трубогибом (например, типа ТР-24), придерживаясь стандартных углов и радиусов изгиба.

Гибка труб с нагревом применяется для стальных труб диаметром более 100 мм. Температура нагрева трубы в месте загиба 800–850 °С (вишнево-красный цвет). Для предупреждения смятия при гибке трубу наполняют сухим песком и заглушают концы деревянными пробками. Пробки должны иметь длину, равную 1,5–2 диаметрам трубы, и конусность 1:10 и выступать из концов трубы после установки.

Перед выполнением гибки размечают мелом нагреваемый участок стальной трубы. Процесс гибки изображен на рисунке 7.8. Источник нагрева – открытое пламя газовой горелки. Многократный нагрев изгибаемого участка трубы не допускается из-за опасности появления окалины.

При гибке шовных труб шов располагают на выпуклой стороне, так как при другом положении он может разойтись.

Трубы диаметром менее 100 мм гнут в холодном состоянии. Для уточнения размеров изогнутых труб выполняют рабочие образцы или шаблоны из проволоки или трубы с наружным диаметром 6 мм. Изогнутые трубы сверяют с шаблонами.

Гибка стальных труб небольших диаметров (до 10–15 мм) может выполняться вручную на плитах, в отверстия которых устанавливают штыри, служащие упорами (рис. 7.9, а). При этом без наполнения обычно гнут трубы диаметром до 12 мм с толщиной стенки 0,6–1,2 мм с радиусом изгиба более 3,5 наружных диаметров.

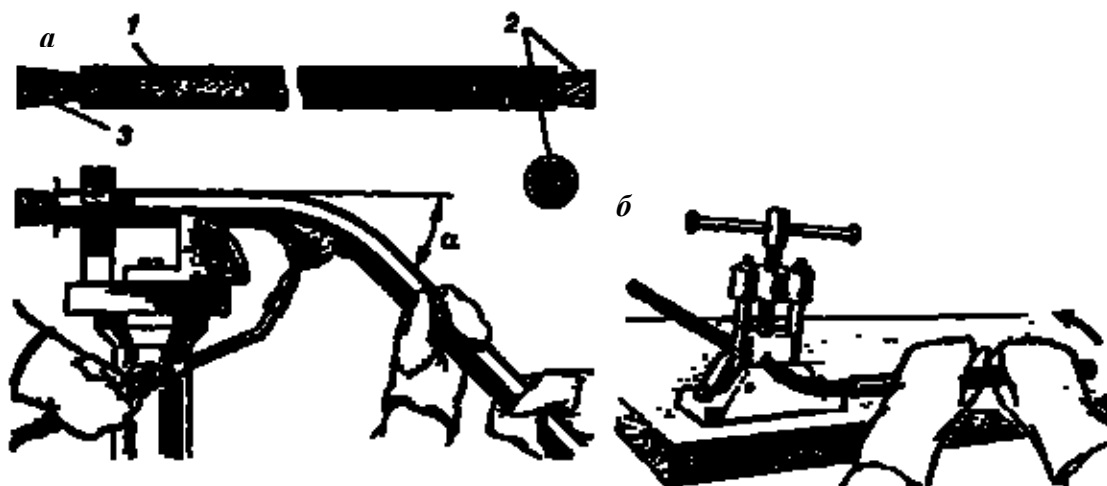


Рис. 7.8. Гибка стальной трубы в горячем состоянии:
а – по шаблону; *б* – в трубном прижиме;
 1 – песок; 2 – отверстия для выхода газа; 3 – пробка

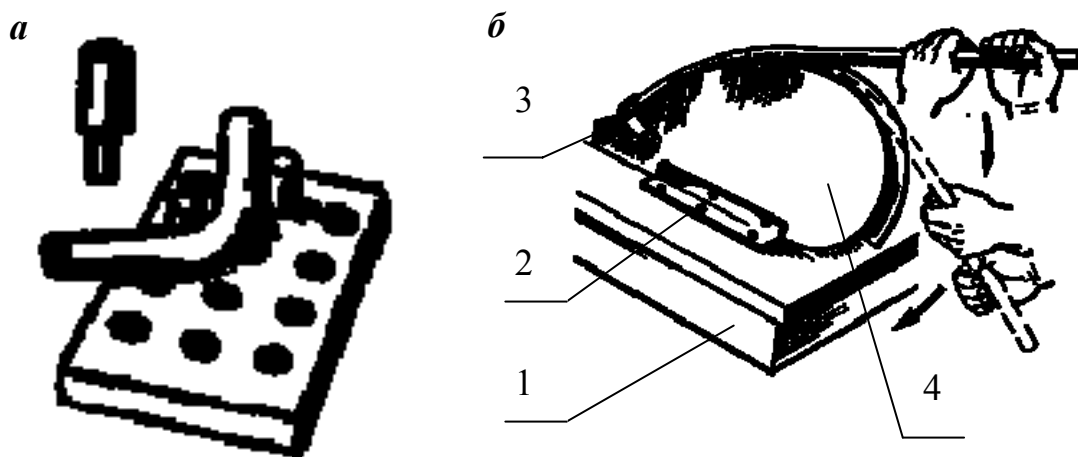


Рис. 7.9. Гибка трубы в холодном состоянии:
а – на штырях; *б* – в неподвижной оправке;
 1 – верстак; 2 – скоба; 3 – хомут; 4 – гибочная оправка

Трубы диаметром до 20 мм изгибают в приспособлении (рис. 7.10), которое имеет ролик-шаблон и подвижный ролик, закрепленный в скобе приспособления так, что при движении рукоятки он может перемещаться вокруг шаблона по дуге в пределах угла 270° . Радиус загиба трубы определяется размерами ролика-шаблона, а угол загиба выбирается от 0 до 270° . Приспособление крепится к верстаку.

Трубы диаметром до 40 мм с большими радиусами кривизны гнут в неподвижных оправках (рис. 7.9, б). Гибочная оправка 4 скобами 2 крепится к верстаку 1. Трубу для гибки прижимают к оправке хомутиком 3.

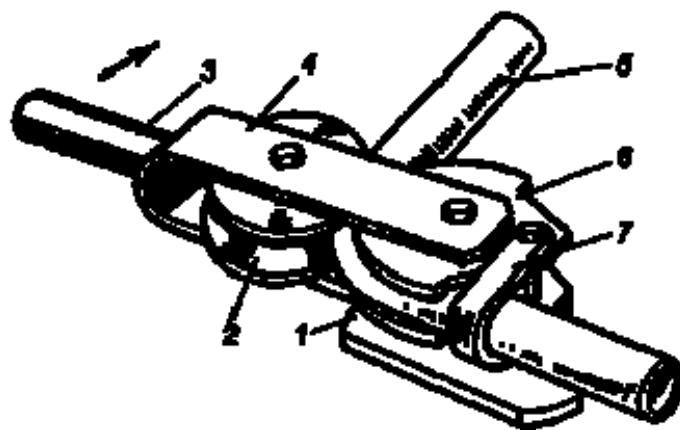


Рис. 7.10. Гибка трубы в холодном состоянии в приспособлении:
 1 – плита; 2 – подвижный ролик; 3 – рукоятка; 4 – скоба; 5 – труба; 6 – ролик-шаблон;
 7 – хомутик

Трубы больших диаметров гнут на гибочных станках (рис. 7.11). Радиус изгиба трубы определяется положением верхнего ролика по отношению к нижним. Указанные станки требуют тщательной настройки.

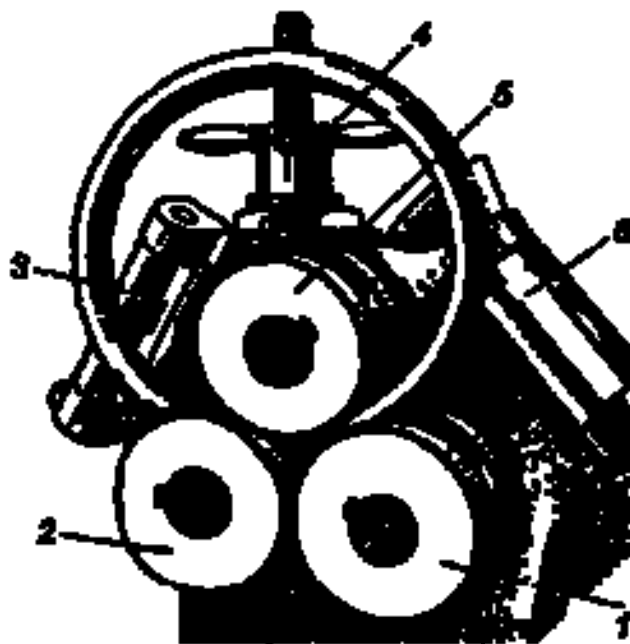


Рис. 7.11. Гибка трубы в кольцо:
 1, 2 – нижние ролики; 3, 6 – прижимы; 4 – рукоятка; 5 – верхний ролик

Медные и латунные трубы в холодном состоянии гнут с легкоплавкими наполнителями после отжига при температуре 600–700 °С. При этом материал трубы становится более пластичным. Дюралюминиевые трубы

отжигают при температуре 350–400 °С. Допустимую овальность сечения трубы после гибки контролируют стальными шариками, которые должны свободно прокатываться через участки изгиба.

Разрезают пластмассовые трубы дисковыми пилами, ручными ножницами или ножом (при небольших объемах, трубы легкого типа). Фаски на концах труб снимают под углом 45° конусной фрезой с углом заточки 25–30°.

При выполнении резки стальных труб следует учитывать следующее: разрезают стальные трубы на станках ножовочными полотнами, металлическими или абразивными кругами толщиной 3–4 мм. При резке длинных труб их концы должны поддерживаться боковыми стойками с ограждениями. Обрез трубы должен быть чистым, без заусенцев, а при резке сваркой — без наплывов. Труба должна быть отрезана под заданным углом к ее оси. Разрезать трубы следует до конца без излома. Кроме того, возможна резка стальных труб ножовкой либо труборезом.

Резку трубы ножовкой начинают по пропилу при горизонтальном положении полотна. По мере врезания полотна в трубу ножовку слегка наклоняют на себя. Затем трубу поворачивают на 45–60° вокруг оси от себя и продолжают резку. При необходимости можно снова повернуть трубу.

Резка труб труборезом более производительна, чем ножовкой (рис. 7.12).

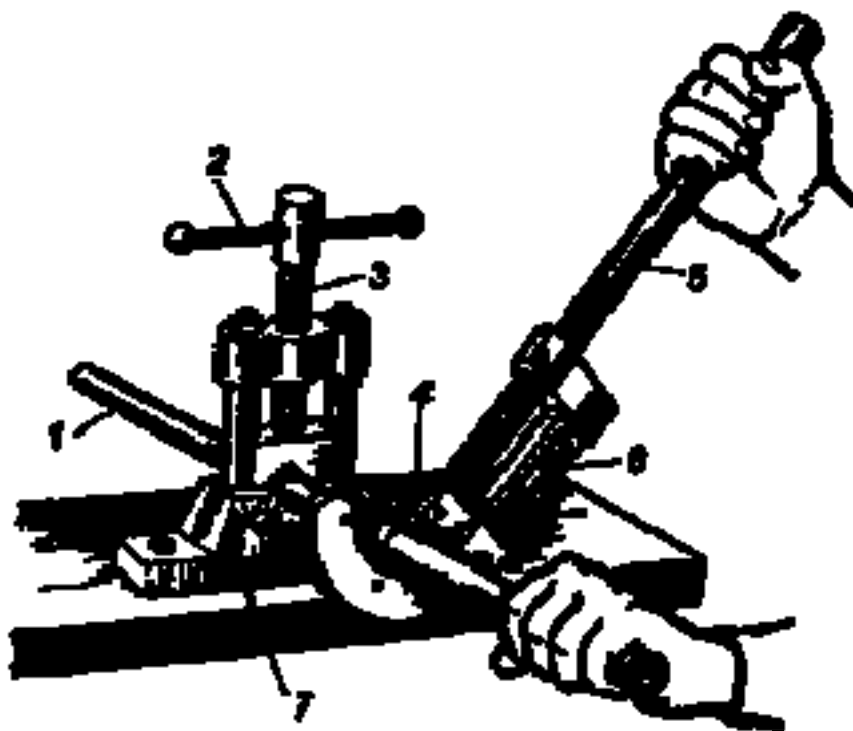


Рис. 7.12. Резка трубы труборезом:

1 – труба; 2, 5 – рукоятки; 3 – винт; 4 – ролик подвижный; 6 – труборез; 7 – прижим

Труборезы изготавливают трех размеров под различные диаметры труб:

№ 1 – для труб 1/4-3/4";

№ 2 – для труб 1-2 1/2";

№ 3 – для труб 3-4",

где " – условное обозначение дюйма, 1 дюйм = 25,4 мм.

Для резки трубу зажимают в прижиме или тисках так, чтобы линия разметки находилась в 60–80 мм от края губок. Проверяют правильность регулировки роликов трубореза — ролики установлены правильно, если на трубе остается замкнутая кольцевая линия реза при повороте трубореза на один оборот вокруг трубы. При резке рукоятку трубореза перемещают в плоскости, перпендикулярной оси трубы (на пол-оборота в одну и другую сторону). После каждого движения винт трубореза подтягивают на 1/4 оборота. Места реза смазывают минеральным маслом для охлаждения роликов.

После установки на опорные основания и закрепления выполняется соединение труб между собой.

Водогазопроводные стальные трубы соединяются муфтами на резьбе (запрещается соединять трубы в местах изгиба). Места соединения стальных труб уплотняют лентой ФУМ (фторопластовый уплотнительный материал) шириной 10–15 мм и толщиной 0,08–0,12 мм. При условном проходе труб до 20 мм наматывают по часовой стрелке ленту на очищенную резьбу, отступив на 2–3 мм от конца трубы, в два-три, а при условном проходе более 25 мм — в три-четыре слоя. При этом ленту следует прижимать (не растягивать) к поверхности резьбы.

Навертывать муфту на резьбу трубы или ввертывать трубу в муфту следует равномерно, без возвратных движений.

Каждая труба в соединении должна иметь не менее пяти полных неповрежденных витков резьбы, обеспечивающих нормальное навертывание соединительных муфт и коробок. Длинную резьбу нарезают на трубах в местах подвода к оборудованию, вставок и др.

Соединение труб между собой и с корпусами оборудования возможно также при помощи: стальных гильз, гильз с клиновой обоймой, вводных патрубков, соединительных уголков, контргаяк и т. д.

Некоторые из наиболее применяемых способов соединения стальных труб показаны на рисунке 7.13.

При соединении водогазопроводных (газовых) и электросварных труб с накатанной резьбой во внутренних и наружных электроустановках во всех случаях прокладки их уплотняют на резьбе с помощью стандартных соедини-

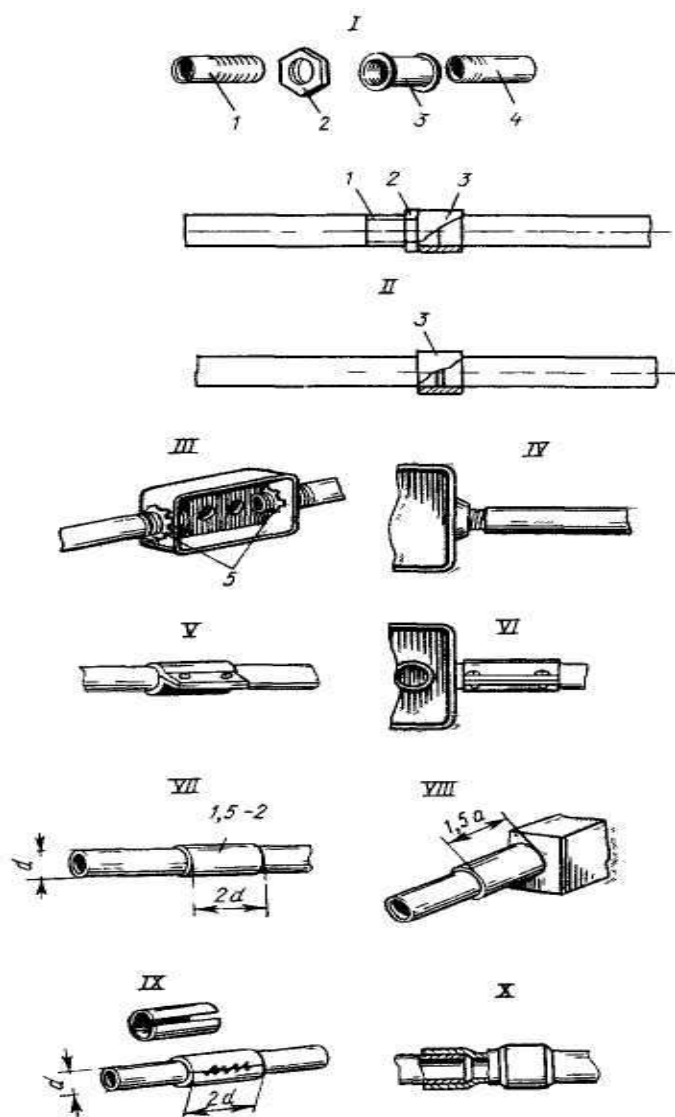


Рис. 7.13. Соединение стальных труб между собой и с коробками

тельных муфт с контргайками и без них (*I*). Для этого на конце одной трубы делают резьбу (сгон) *1* длиной, равной сумме длины соединительной муфты *3* и толщины контргайки *2*, а на конце другой — резьбу *4* длиной, несколько большей, чем половина длины муфты. Соединение можно выполнять и без контргайки (*II*), тогда на обоих концах труб делают короткую резьбу.

Ввод трубы в коробку можно осуществлять на резьбе с помощью двух установочных заземляющих гаек *5*, которые обеспечивают их хорошее электрическое соединение (*III*). Если в корпусе коробки есть резьба, на конце трубы выполняют короткую резьбу, и трубу вворачивают во внутреннюю резьбу в стенке коробки (*IV*).

В сухих непыльных помещениях допускается соединять трубы и выполнять вводы в коробки несколькими способами. С помощью гильзы на двух винтах можно соединить две трубы (*V*) и трубу с коробкой (*VI*). Трубы ме-

жду собой (VII) и с коробкой (VIII) соединяют с помощью отрезка большого диаметра, который крепят электросваркой. Кроме того, трубы между собой соединяют с помощью разрезной или согнутой гильзы длиной, равной двум диаметрам соединяемых труб (IX) (гильзу сваривают и приваривают к трубе продольным швом), а также с помощью специальной муфты с раструбами (X). Эти муфты изготавливают из отрезков труб того же диаметра, в которых с обеих сторон развальцовывают раструбы на специальном станке или кузнечным способом.

Для выполнения трубных электропроводок используется ряд вспомогательных электромонтажных изделий.

Коробки У994–У997 (рис. 7.14) протяжные и ответвительные предназначены для протяжки, соединения и ответвления проводов и кабелей при выполнении электропроводок в трубах. Их изготавливают из стали с лакокрасочным покрытием; отверстия для ввода труб (кабелей) выполняются при монтаже.

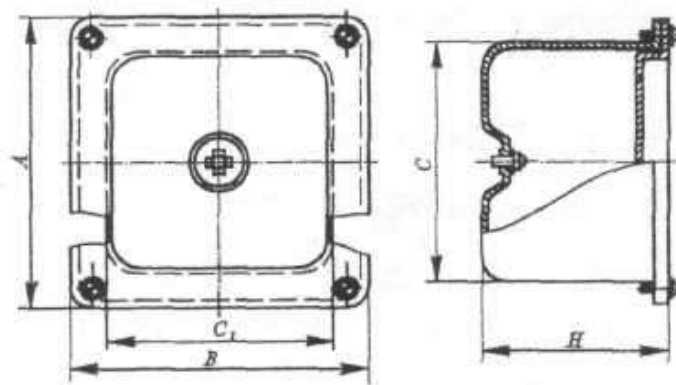


Рис. 7.14. Коробки У994–У997:

A, B – длина и ширина коробки; C и C_1 – габаритные размеры корпуса;
 H – высота коробки

Муфты ТР применяются для соединения стальных труб (рис. 7.15).

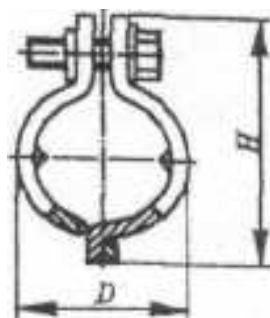


Рис. 7.15. Муфты ТР: H – высота муфты; D – диаметр

Муфта трубная МТ (рис. 7.16) используется для соединения гибкого ввода с трубой электропроводки. Состоит из трубного штуцера 1, колпачка 2, винта 3.

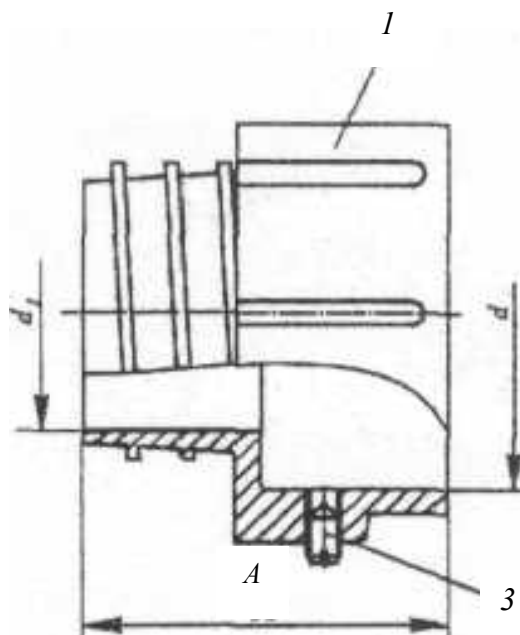


Рис. 7.16. Муфта трубная МТ: A – длина муфты; d и d_1 – внутренние диаметры

Муфта вводная МВ (рис. 7.17) предназначена для закрепления гибкого ввода в оболочке электрооборудования и состоит из вводного штуцера 1, колпачка 2 и установочной заземляющей гайки 3.

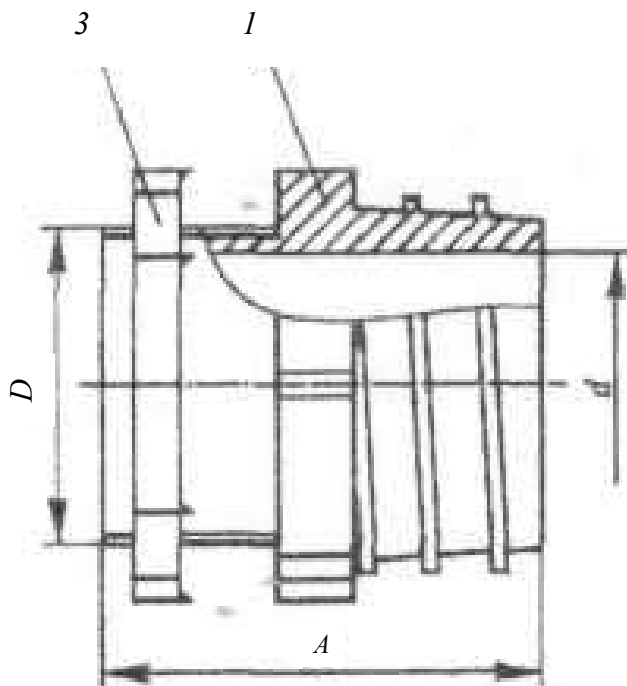


Рис. 7.17. Муфта вводная МВ:
 A – длина муфты; D , d – наружный и внутренний диаметры

Гайки установочные заземляющие (рис. 7.18) служат для создания электрического контакта между оболочкой электротехнического изделия и стальной трубой или гибким вводом. Гайки устанавливаются острыми выступами к оболочке изделия.

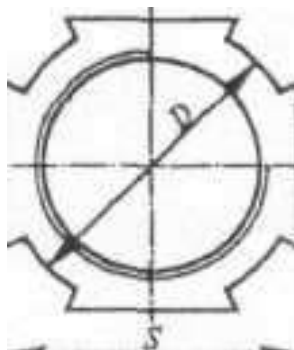


Рис. 7.18. Гайки установочные заземляющие: D – диаметр гайки

Резьбу на водогазопроводных трубах наносят на трубонарезных станках резбонарезными тангенциальными плашками или вручную. При этом поверхность резьбы на трубах должна быть чистой, без выкрошивания. Процесс нарезания резьбы подробно изложен в предыдущей лабораторной работе.

Пластмассовые трубы соединяют между собой с помощью раструбов, изготовленных на одном из концов соединяемых труб, или соединительных муфт с раструбами. Трубы или трубные элементы крепятся друг к другу сваркой, склеиванием или обсадкой. Наиболее прочным и надежным креплением является крепление сваркой.

Соединять пластмассовые трубы с коробками, ящиками или аппаратами следует путем плотной посадки концов труб на патрубки коробок или фитингов, а также при помощи муфт и специальных втулок.

Полиэтиленовые трубы соединяют сваркой и обсадкой с помощью литых муфт из полиэтилена или муфт с раструбами. Полиэтиленовые трубы соединяют также горячей обсадкой, при которой раструб на трубе или соединительной муфте надвигают до упора на конец другой трубы, а затем ведут воздушный обогрев при температуре 100–120 °С.

Пластмассовые трубы присоединяют к соединительной или ответвительной коробке при помощи пластмассовой втулки и раструба или свободно вводят в корпус и крепят скользящей пластмассовой скобой.

Винипластовые трубы соединяют с помощью винипластовых прессованных и раструбных муфт, безмуфтовым способом, а также с помощью стандартных угольников, изогнутых под углом 90 и 135°.

При соединении с помощью муфт (рис. 7.19) пользуются винипластовыми прессованными муфтами У297–У279, которые выпускают длиной (L) 54, 62, 78, 96, 100 мм; внутренним диаметром в вершине конуса (d_1) 18, 23, 30, 37, 48 мм, диаметром на входе в муфту (d) 22; 26,5; 34; 42,5; 54 мм. С их помощью можно соединять также прямые отрезки труб со стандартными уголками (VI), изогнутыми под углом 90° (У294, У280, У283) и 135° (У382, У383, У384, У385, У386). Винипластовые раструбные муфты (III) изготавливают выпрессовкой на специальных приспособлениях из отрезков того же диаметра, что и трубы, длиной 150–220 мм и внутренним диаметром, большим на 1–2 мм диаметра соединяемой трубы. Размеры соединяемых муфт зависят от их диаметра.

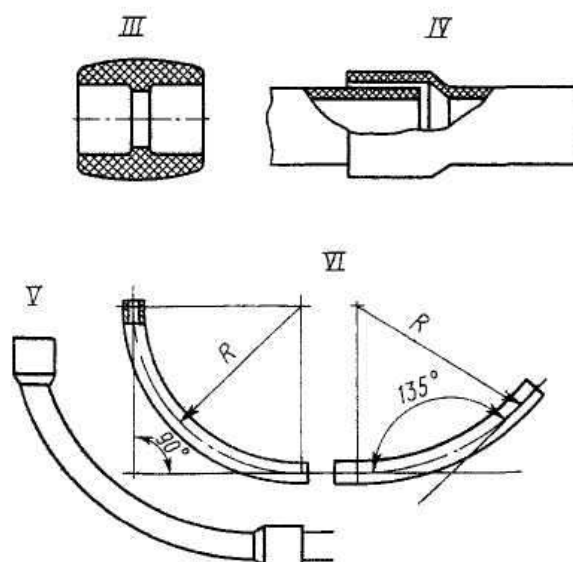


Рис. 7.19. Соединение пластмассовых труб между собой и с уголками

Для безмуфтового соединения (IV) на одном из концов труб выпрессовывают раструб того же размера и тем же способом, что и раструбные муфты. Стандартные уголки (VI), применяемые для поворотов трасс, соединяют с трубами с помощью муфт или с трубами, имеющими на концах раструбы. Кроме того, используют стандартные уголки с раструбами на концах (V). Места соединения винилпластовых труб склеивают клеем, состоящим из 86 частей метилхлорида и 14 частей перхлорвиниловой смолы, или БМК-5К, или поливинилхлоридными составами № 1 и 2. Склеиваемые участки обезжиривают ацетоном, зачищают наждачной шкуркой, смазывают тонким слоем клея мягкой кисточкой и быстро соединяют. После 24 ч выдержки склеенные трубы можно устанавливать.

Полиэтиленовые трубы сваривают (рис. 7.20) с помощью простого приспособления (VII). Для этого насаживают муфту 1 раструба трубы или уголка на цилиндрический выступ нагревательного элемента 2, с другой стороны которого в гильзу вставляют соединяемую трубу 3. Через 3–15 с полиэтилен оплавляется, свариваемые элементы быстро снимают (VIII) и соединяют (IX), после чего оставляют неподвижными до их полного остывания (X).

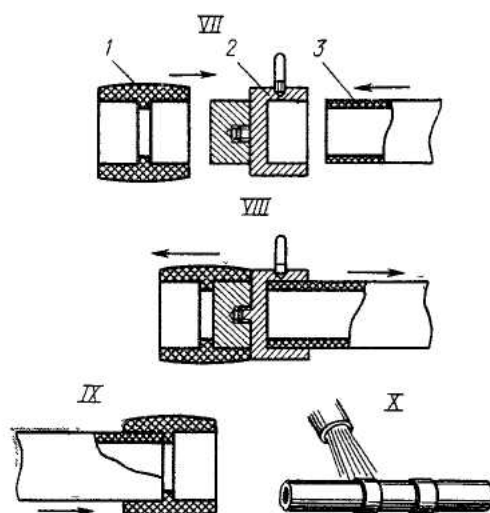


Рис. 7.20. Соединение пластмассовых труб между собой и уголками

В целях обеспечения электробезопасности следует обеспечить соединение стальных труб с заземляющим устройством (заземление) либо с нулевым защитным проводником (зануление).

Чтобы произвести зануление трубной проводки, необходимо зануленные электрические корпуса оборудования соединить со стальной трубой нулевым защитным проводником. Зануление и заземление электропроводок выполняют гибкой медной перемычкой от трубы к корпусу или через трубу заземляющими гайками. Вставки из металлорукава соединяют заземляющей перемычкой из троса при помощи муфты.

Наименьшие размеры заземляющих и нулевых защитных проводников в соответствии с ПУЭ:

а) неизолированные проводники:

медь — сечением 4 мм^2 , алюминий — 6 мм^2 , сталь — диаметром 5 мм;

б) изолированные провода:

медь — сечением $1,5 \text{ мм}^2$, алюминий — $2,5 \text{ мм}^2$.

Указанные меры позволяют снизить риск поражения электрическим током при повреждении изоляции трубной электропроводки.

Заземляющие проводники 2 (рис. 7.21) из круглой стали соединяют с трубами 1 (I), изгибая конец проводника радиусом, равным внешнему диаметру трубы и длиной не менее чем 3 его диаметра, и сваривают с обеих сторон. Проводник 2 из круглой стали можно изогнуть также под углом 90° (при этом длина от конца до начала изгиба должна составлять 6 его диаметров) и приварить вдоль трубы 1 (II). Соединение заземляющего проводника из полосовой стали с трубами подготавливается так же, как и в предыдущем случае, но размер изогнутого конца должен быть не менее чем 2 ширины полосы. Затем конец полосы приваривают к трубе электросваркой. Если нельзя применить электросварку, проводник подсоединяют к трубе через хомут из полосовой стали размером 40×4 мм.

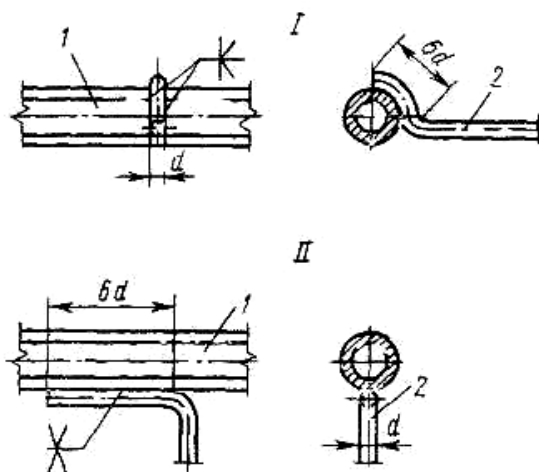


Рис. 7.21. Соединение заземляющих проводников с трубами

При заготовке трубной электропроводки используются инструменты и приспособления для резки и гибки труб, нарезания резьбы на стальных трубах, а также устройство для нагрева.

Техника безопасности при заготовке труб:

- необходимо надежно закреплять обрабатываемые детали;
- не применять при нарезании резьбы дополнительных рычагов;
- постоянно наносить на нарезаемую поверхность и инструмент смазывающе-охлаждающую жидкость;
- не удалять руками стружку, остающуюся на резьбовой поверхности детали и на резьбонарезном инструменте;
- при использовании электроинструментов выполнять соответствующие правила работы с ними.

Упражнение 7.1. Разрезание труб ножовкой

Порядок выполнения работы.

1. Выполнить разметку (согласно эскизу либо по указанию преподавателя).
2. Закрепить трубу в тисках или трубочном прижиме.

При закреплении в тисках тонкостенной трубы и трубы с чисто обработанной поверхностью необходимо пользоваться деревянными прокладками с выемками (рис. 7.22).



Рис. 7.22. Разрезание трубы

3. Вставить в рамку ножовки полотно с мелким зубом.
4. Отметить линию разрезания мелом и приступить к работе, соблюдая ранее указанные правила.

Во время разрезания поворачивать трубу в тисках или в зажиме «от себя» на 60–90°, чтобы облегчить работу, получить высокую точность и предотвратить выкрошивание зубьев полотна.

Упражнение 7.2. Разрезание труб труборезом

Порядок выполнения работы.

1. Закрепить трубу в трубном зажиме или в тисках. Отметить мелом место резания по всему периметру трубы. Следить, чтобы линия отрезания находилась на расстоянии более чем 80–100 мм от губок тисков.

В тисках трубу закрепить горизонтально или вертикально между специальными деревянными прокладками.

2. Надеть труборез на трубу.

Смазать шарниры дисков трубореза и раздвинуть их по диаметру трубы.

Подвести неподвижные диски к линии разметки. Установить рукоятку трубореза перпендикулярно оси трубы и, вращая рукоятку, подвести к трубе подвижный диск.

Винт трубореза повернуть по часовой стрелке на $\frac{1}{4}$ оборота для врезания режущего ролика.

3. Срезать кусок трубы.

Делать рукояткой трубореза движения на пол-оборота в ту и другую сторону.

После каждого движения винт трубореза поворачивать на $\frac{1}{4}$ оборота до полного отрезания трубы.

Следить за перпендикулярностью рукоятки трубореза к трубе.

Упражнение 7.3. Гибка труб

Порядок выполнения работы.

1. Изогнуть трубу с помощью роликового приспособления.

Вставить трубку в приспособление между роликами так, чтобы конец ее вошел в скобу (если труба сварная, то шов при этом должен быть расположен снаружи). Нажимая на рычаг, подвижным роликом изогнуть трубу до заданного угла.

2. Изогнуть трубу с наполнителем в холодном состоянии.

Нагреть трубу до 600–700° и медленно охладить. Закрыть один конец трубы пробкой, через другой конец заполнить ее мелким сухим песком и закрыть пробкой. Изогнуть трубу в роликовом приспособлении или на оправке. Вынуть пробки и высыпать из трубы песок.

Лабораторная работа 8

ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ ОТКРЫТОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ

Открытая электропроводка чаще всего выполняется с креплением проводов (кабелей) при помощи скоб или подобных изделий. Кроме того, к открытой могут быть отнесены проводка на лотках, тросовая и некоторые другие.

Электропроводка — совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплением, поддерживающими, защитными конструкциями и деталями. Согласно ПУЭ это определение распространяется на электропроводки силовых, осветительных и вторичных цепей напряжением до 1 кВ переменного и постоянного тока. Электропроводки выполняют внутри зданий и сооружений, на наружных стенах, территориях хозяйств, учреждений, предприятий, дворов, на строительных площадках, с применением изолированных установочных проводов всех сечений, а также небронированных силовых кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией в металлической, резиновой или пластмассовой оболочке с площадью поперечного сечения фазных жил до 16 мм². При площади сечения более 16 мм² используется термин «кабельные линии».

Открытая электропроводка — электропроводка, проложенная по поверхности стен, потолков, ферм и другим строительным элементам зданий и сооружений, по опорам и т. п.

Скрытая электропроводка — электропроводка, проложенная внутри конструктивных элементов зданий и сооружений (в стенах, полах, фундаментах, перекрытиях, за непроходными подвесными потолками), а также по перекрытиям, в подготовке пола, непосредственно под съемным полом и т. п.

Наружная электропроводка — электропроводка, проложенная по наружным стенам зданий и сооружений, под навесами и т. п., а также между зданиями на опорах (не более четырех пролетов длиной 25 м каждый) вне улиц, дорог и т. п. Она может быть открытой и скрытой.

Основным документом для монтажа открытой электропроводки является план расположения электрооборудования и электропроводок, входящий в состав проекта электроустановки. На плане условными обозначениями показаны трассы электропроводок, их исполнение, а также места размещения электроустановочных изделий (выключателей, розеток).

Чтение планов расположения обычно начинается с установления мест размещения распределительных устройств (шкафов, щитов и пр.), от которых и выполняется электропроводка. Далее определяются места установки электроприемников (светильники, электродвигатели и пр.) и их устройств управления. После этого по плану определяется трасса электропроводки для каждого потребителя электроэнергии и уточняется положение розеток и выключателей. Полученные сведения обязательно проверяются на месте монтажа.

Ниже приведены некоторые требования к прокладке трасс открытой электропроводки.

Пересечения открыто проложенных кабелей и защищенных проводов с трубопроводами (отопления, водопровода и т. п.) выполняют на расстоянии не менее 0,05 м, а от трубопроводов с горючими или легковоспламеняющимися жидкостями и газами — не менее 0,1 м. При расстоянии от проводов и кабелей до трубопроводов менее 0,25 м провода и кабели дополнительно защищают от механических повреждений на длину не менее 0,25 м в каждую сторону от трубопроводов.

Параллельно трубопроводам отопления, водопровода и т. п. провода и кабели прокладывают на расстоянии не менее 0,1 м, а трубопроводам с горючими и легковоспламеняющимися жидкостями и газами — не менее 0,4 м.

Все соединения и ответвления установочных проводов должны быть выполнены сваркой, опрессовкой в гильзах или с помощью зажимов в ответвительных коробках.

Открытые электропроводки, как правило, прокладывают по стенам у потолка, на потолке или по фермам. Открытую прокладку кабелей непосредственно по строительным основаниям проводят на высоте не менее 2,5 м от уровня пола или площадки обслуживания. Уменьшение этой высоты до 2 м разрешается в помещениях без повышенной опасности, а при напряжении 42 В — во всех помещениях.

В животноводческих, хозяйственных и производственных помещениях спуски к выключателям, штепсельным розеткам, пусковым аппаратам защищают от механических повреждений и устанавливают на высоте не менее 1,5 м от уровня пола или площадки обслуживания, прокладывая в трубах или коробе.

Подготовка трасс электропроводок включает в себя: *разметку* трасс и мест установки крепежных деталей; *пробивные работы* для установки крепежных деталей; *пробивку проходов*; *крепежные работы* по установке крепежных деталей в бетонных, кирпичных, шлакоблочных строительных конструкциях.

Разметку при монтаже открытой электропроводки начинают с привязки трасс к местам расположения вводов, распределительных устройств, приемников электроэнергии. Для этого сначала размечают места пробивки отверстий, ниш для установки в них щитков, места установки закладных элементов для крепления электрооборудования, а затем определяют и размечают трассу электропроводки, места проходов через стены и перекрытия, установки коробок и крепежных деталей для труб и кабелей. Расположение трассы и мест установки электрооборудования определяют по рабочим чертежам проекта электроустановки с использованием заданных отметок от уровня чистого пола или потолка и расстояний от колонн, ферм и других строительных элементов.

Для разметки электропроводок применяют специальные *разметочные инструменты* (рис. 8.1). Для разметки мест установки ответвительной коробки, штепсельной розетки, выключателя используют специальные шаблоны.

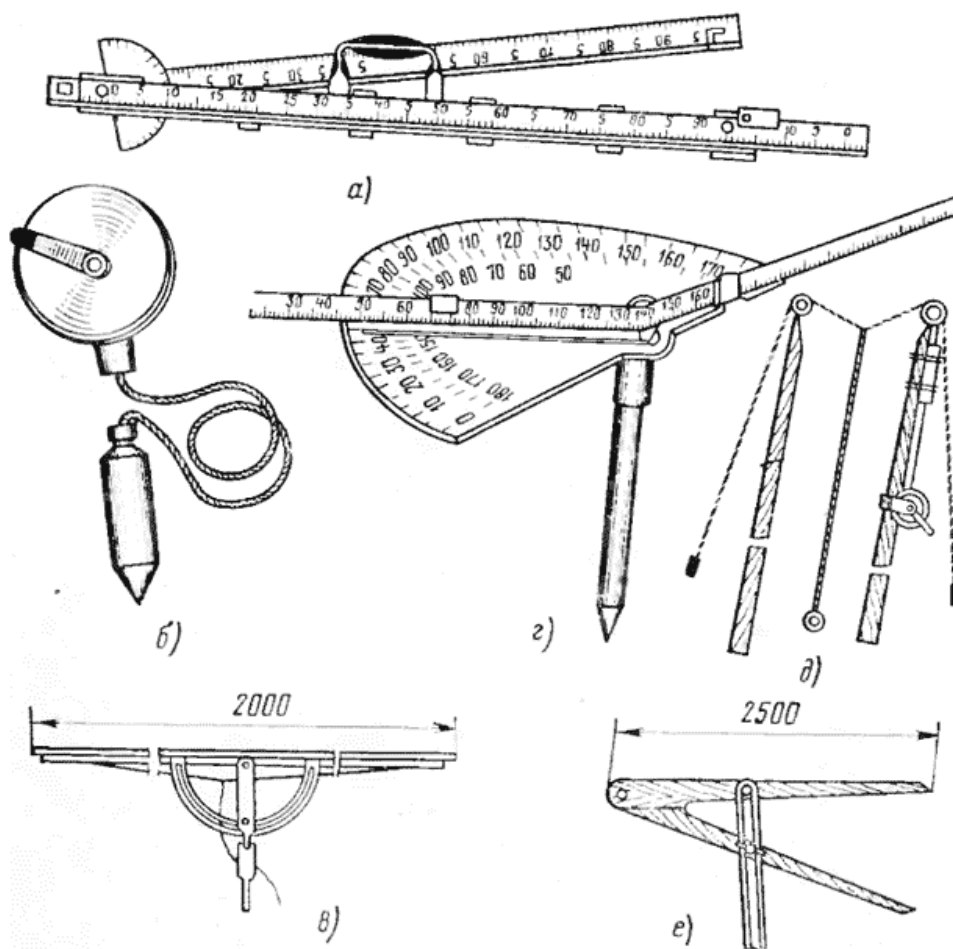


Рис. 8.1. Инструменты для разметки:

- а* – телескопическая линейка; *б* – рулетка-отвес; *в* – приспособление для отбивки линий;
г – угломер; *д* – разметочные шесты с окрасочным приспособлением;
е – разметочный циркуль

Трассу прокладки проводов размечают, в частности, при помощи крученого шпагата, который натирают красящим веществом (синька, сухая охра, мел, уголь и др.). Натянув натертый шпагат между двумя заданными точками или между двумя шестами (можно использовать также шпагат, укрепленный на разметочной рамке), оттягивают его от поверхности и отпускают. Шнур ударяется о поверхность и оставляет на ней четкий след красителя.

Проходы через стены и перекрытия выполняют по линии прокладки проводов так, чтобы они служили, по возможности, продолжением трассы электропроводки. В этом случае можно избежать изгибов проводов у прохода.

Как правило, монтаж электропроводок выполняют в две стадии. Первая стадия включает в себя подготовительные работы, вторая — прокладку проводов по подготовленным трассам с выполнением подключений.

Подготовка отверстий и прочие пробивные работы — наиболее трудоемкие электрослесарные работы при монтаже электропроводок. Они связаны с установкой крепежных деталей и выполнением открытых проходов через стены и перекрытия. Эти работы обычно выполняют после завершения строительных работ. Сокращению затрат труда способствуют прогрессивные способы закрепления деталей и конструкций в строительные основания: установка закладных частей; создание ниш, сквозных отверстий в строительных конструкциях на этапе их изготовления; забивка и «встреливание» крепежных дюбелей; приклеивание деталей электропроводок и электроустановочных изделий.

Краткое описание процесса подготовки отверстий будет приведено далее.

После выполнения пробивных работ выполняется заготовка электропроводок на месте монтажа либо промышленным методом. Выполняемые при этом работы в основном аналогичны, за исключением завершающих этапов.

Промышленную заготовку электропроводок производят в МЗУ (МЭЗ) на отдельных технологических линиях с применением средств механизации, подбираемых по размеру жил обрабатываемых проводов и кабелей.

На технологических линиях производится разматывание; правка; отмеривание и разрезание проводов на мерные отрезки; снятие изоляции с концов жил; подготовка жил к выполнению соединений, ответвлений и оконцеваний; скручивание жил, изготовленные на концах жил кольца для присоединения к аппаратам; выполнение соединений жил электрической сваркой; оконцевание жил наконечниками опрессованием; изолирование и заделка мест соединения и оконцевания жил; установка на концы жил проводов и кабелей маркировочных оконцевателей и подвеска бирок с нанесением на них проектной маркировки; свертывание элементов электропрово-

док в бухты; укладка готовых заготовок электропроводок на стеллажи и в контейнеры. На месте монтажа маркировка и упаковка заготовок электропроводки не производится, а выполняется непосредственно их монтаж.

При креплении открытых проводов и аппаратов открытой установки применяют пластмассовые и металлические дюбеля, дюбеля с волокнистым наполнителем и распорной гайкой, болты-шпильки, скобы, штыри, крюки, а также специальные дюбеля для строительно-монтажных пистолетов и ручных оправок.

Выбор способа крепления при монтаже электропроводок зависит от вида строительного основания, характера механической нагрузки, массы закрепляемой детали, а также от трудоемкости и стоимости работ.

Крепление деталей к закладным частям, установленным в строительные основания в процессе сооружения зданий или при изготовлении строительных конструкций в соответствии с рабочими чертежами на монтаж, позволяет исключить пробивные работы. В качестве закладных частей 1 используют отрезки стальных труб, полосовой или угловой стали (рис. 8.2, а). Электрооборудование 2 к закладным частям крепят болтами или электросваркой, а также через промежуточные переходные детали (скобы, планки на болтах). Принцип крепления распорными дюбелями основан на распираии стенок дюбеля винтом (рис. 8.2, б), в результате чего дюбель плотно закрепляется в отверстии строительного основания 4.

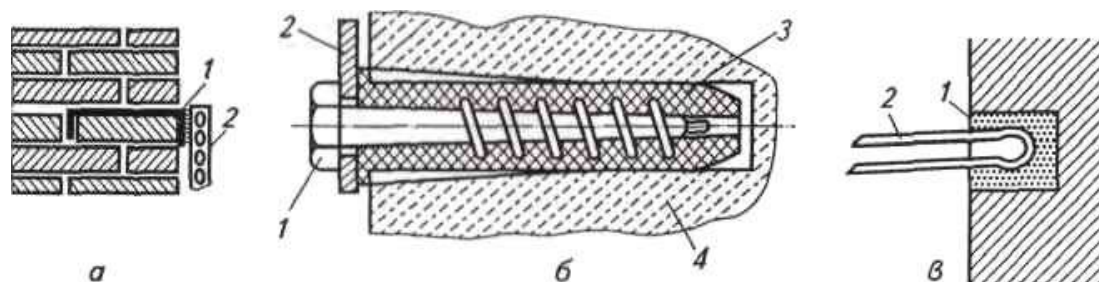


Рис. 8.2. Способы крепления электрооборудования:

а – к закладным деталям: 1 – закладная деталь; 2 – элемент электрооборудования;
б – распорным дюбелем: 1 – винт; 2 – закрепляемая деталь; 3 – дюбель; 4 – строительное основание; в – алебастровым раствором: 1 – алебастровый раствор; 2 – опорная деталь

При установке винт 1 и дюбель 3 соединяют с деталью 2, подлежащей закреплению (скобой и пр.). Затем корпус дюбеля вставляют в подготовленное отверстие и легким ударом молотка забивают так, чтобы его наружный торец был в одной плоскости с краями отверстия. Дюбель должен входить в отверстие с небольшим трением. Винт или болт, пропущенный через отверстие закрепляемого изделия, ввертывают в распорную гайку до отказа.

При ввинчивании распорная гайка, перемещаясь в корпусе дюбеля, распирает своим конусом лепестки корпуса и плотно прижимается к стенкам отверстия, что способствует надежному закреплению изделия.

Размер дюбеля выбирают в зависимости от твердости основания и наличия в нем штукатурки. Для бетонных оснований размеры дюбеля составляют 2,5×25 мм, для красного и силикатного кирпича — 3,5×35 мм, а для оштукатуренных оснований — 4,5×40 мм. Для проверки правильности выбора можно на месте проведения работ провести пробную забивку нескольких дюбелей.

Отверстия под распорные дюбели в кирпичных и бетонных основаниях пробивают специальным пробойником ручным или механизированным способом (рис. 8.3). При ручном способе пробойники вставляют в специальную оправку, при механизированном — в переходную втулку электрического инструмента.

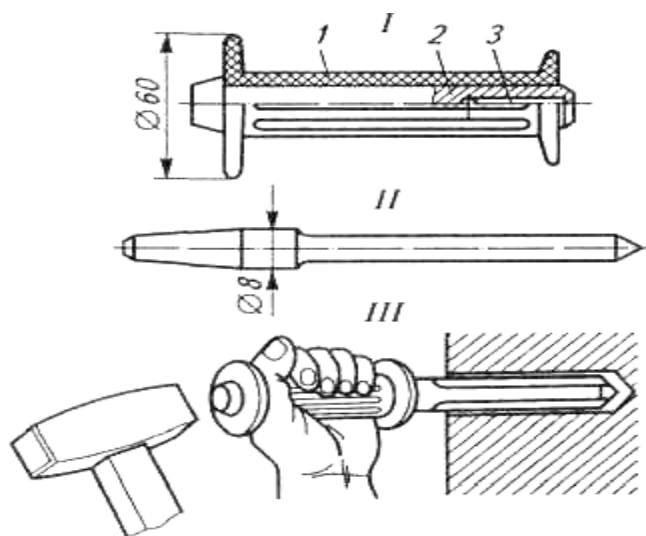


Рис. 8.3. Пробивка гнезд ручным пробойником и оправкой:
I – оправка ОПКМ; II – пробойник; III – положение инструмента при заготовке гнезда под дюбель; 1 – полиэтиленовый чехол; 2 – стержень; 3 – отверстие

Ручные пробойники ПО-1 и ПО-2 имеют длину 90 мм и диаметр соответственно 4,8 и 7,8 мм. Применяют их с оправкой ОПКМ с клином, предназначенным для выбивания пробойников из оправки.

Вручную отверстия пробивают ударами молотка по пробойнику, который прочно закрепляют в оправке и направляют перпендикулярно к стене. После каждого удара пробойник легко поворачивают. Диаметр пробойника выбирают на 0,5 мм меньше диаметра дюбеля, так как отверстие в стене при пробивании получается на 0,5–1 мм больше диаметра пробойника. Глубина отверстия должна соответствовать длине дюбеля.

При отсутствии закладных частей в основании или прикреплении тяжелых аппаратов и конструкций, когда дюбели не используют, применяют заделку крепежных деталей в строительное основание путем *вмазки*. Она включает в себя следующие операции: выполнение гнезда в строительном основании; его очистку и смачивание водой; заполнение гнезда цементным или алебастровым раствором 1 (рис. 8.2, в); установка опорной детали 2 в гнездо; зачистка через 20 мин места установки детали заподлицо с основанием. Алебастровый раствор получают при смешивании 100 г строительного гипса с 40–70 г воды. Раствор должен быть использован в течение 4–5 мин после приготовления. Крепление алебастровым раствором применяют при массе устанавливаемых деталей не более 5 кг.

Для упрощения монтажных работ и повышения производительности труда в 2–3 раза некоторые крепежные детали и мелкие изделия массой до 200 г и опорной поверхностью площадью не менее 4–6 см² (детали из пластмассы или металла в комплекте с полоской и пряжкой, соединительные коробки и др.) *приклеивают* к основанию с помощью клея БМК-5К на основе акриловой смолы, причем приклеивание производят при положительной температуре. Поверхность строительного основания в местах приклеивания не должна быть сырой, пропитанной маслом, побеленной, оштукатуренной, окрашенной, а также не должна подвергаться в процессе эксплуатации намоканию. Не рекомендуется приклеивать электроустановочные изделия к гипсобетонным строительным конструкциям и сухой штукатурке, имеющим недостаточную прочность поверхностного слоя.

Вначале сухие места приклеивания зачищают стальной щеткой, а металлические поверхности дополнительно обезжиривают ацетоном или бензином. Затем с помощью шпателя клей наносят тонким слоем толщиной 0,5–1 мм на основание и по всей поверхности соединения приклеиваемой детали, после чего ее прижимают к месту приклеивания на 3–5 с до схватывания. Необходимая для дальнейшего крепления проводов и арматуры прочность приклеивания достигается через 24 ч.

Скобы (рис. 8.4) служат для крепления труб, кабелей и проводов к строительным конструкциям с помощью винтов, шурупов и т. п.

Кроме скоб, крепление кабелей открытой электропроводки выполняется и другими электромонтажными изделиями.

При выполнении открытой электропроводки для обеспечения соединения и ответвления кабелей, а также для монтажа электроустановочных изделий используются коробки открытой установки. Ответвительные коробки,

в частности, обеспечивают защиту от механических повреждений, пыли и влаги мест соединения кабелей силовых и осветительных электрических сетей напряжением до 1000 В (рис. 8.5).

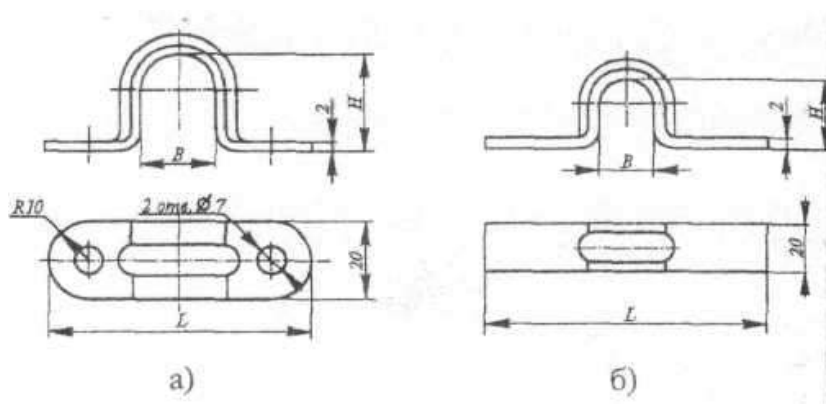


Рис. 8.4. Скобы: а – типа К142–К145, б – типа К729–К740



Рис. 8.5. Ответвительные коробки

При вводе проводов или жил кабелей в ответвительные коробки следует предусматривать запас по длине не менее 50 мм. Соединение проводников между собой следует выполнять пайкой, сваркой, опрессовкой либо при помощи соединительных клеммных колодок. Места соединения обязательно следует изолировать. Технология выполнения соединений изложена в лабораторной работе 4.

Для подготовки открытых электропроводок к монтажу применяют средства механизации работ: электрические сверлильные машины, например, электродрели, перфораторы, оснащенные рабочими инструментами (рис. 8.6) (сверлами, бурами) с пластинами из твердых износостойких сплавов (в основном из металлокерамических сплавов марки ВК — зерен карбида вольфрама, сцементированных кобальтом), строительно-монтажные пистолеты, оправки и другие приспособления и устройства.

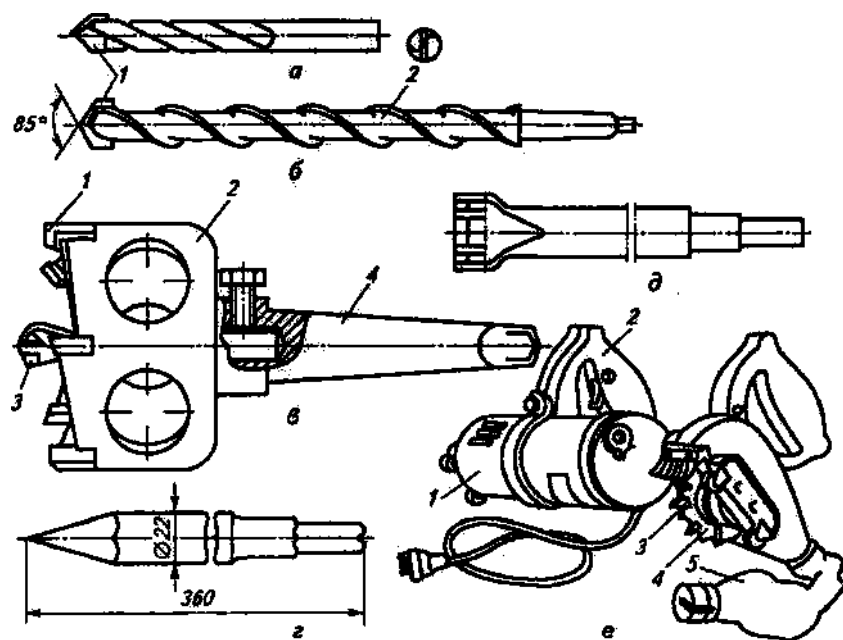


Рис. 8.6. Инструмент для пробивки отверстий, ниш и борозд:

а – спиральное сверло; *б* – сверло из витой стали для глубоких отверстий; *в* – коронка; *1* – пластинки из твердого сплава; *2* – корпус; *3* – центрирующее сверло; *4* – хвостовик; *г* – лом к пневматическому молотку для пробивки ниш и борозд; *д* – скарпель; *е* – механизм для прокладки борозд; *1* – электропривод; *2* – рукоятка; *3* – пластинка из твердого сплава; *4* – фреза; *5* – пылесборник

При монтаже открытых проводок соблюдают перечисленные требования техники безопасности.

Отверстия и проемы в кирпичных и бетонных конструкциях пробивают в предохранительных очках. При этом необходимо принять меры против возможного поражения осколками окружающих. Запрещается применять при пробивке неисправные ручные и механизированные инструменты, работать с приставных лестниц, а также натягивать с приставных и раздвижных лестниц в горизонтальном направлении провода сечением более 4 мм². Сквозные отверстия пробивают рабочим инструментом, длина которого превышает на 200 мм толщину стены или перекрытия. К работе с монтажным пистолетом допускается только специально обученный персонал.

При работе в помещениях без повышенной опасности применяют электрифицированный инструмент на напряжение 220 В с двойной изоляцией либо при условии надежного заземления корпуса электроинструмента и применения резиновых перчаток и диэлектрических галош. В помещениях особо опасных и с повышенной опасностью, а также вне помещений работать с электроинструментом напряжением выше 36 В запрещается, если он не имеет двойной изоляции, или не включен в сеть через разделяющий трансформатор, или не имеет защитного отключения.

Упражнение 8.1. Подготовка электрослесарных работ при монтаже открытой электропроводки

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с оборудованием рабочего места и составить эскиз выполнения открытой электропроводки по указанию преподавателя. Пример эскиза приведен на рисунке 8.7.

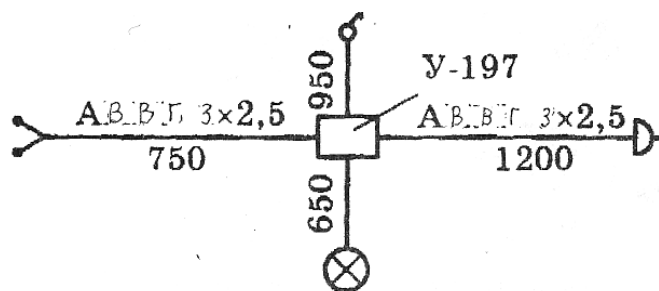


Рис. 8.7. Эскиз замеров электропроводки

2. Подобрать необходимые материалы и электроустановочные изделия для выполнения электропроводки, пользуясь справочной информацией, и согласовать результаты с преподавателем.

3. Нанести на эскиз сведения о марках выбранных элементов электропроводки.

4. Выполнить разметку трассы открытой электропроводки на лабораторном стенде.

Упражнение 8.2. Выполнение электрослесарных работ при монтаже открытой электропроводки

Порядок выполнения работы.

1. Согласно выполненной разметке выполнить заготовку проводов (кабелей), а также крепежных изделий (при использовании готовых изделий уточнить их количество и места установки). Одновременное использование проводниковых изделий с алюминиевыми и медными жилами не допускается.

2. Произвести разделку проводов и жил кабелей по методике, изложенной в работе 3.

3. Выполнить прокладку проводниковых изделий по трассам согласно разметке, с закреплением скобами либо другими деталями.

4. По указанию преподавателя выполнить соединение проводников в ответвительных коробках. Особое внимание обращать на соблюдение

фазировки (предварительно определить цвет изоляции либо расположения фазных и нулевых рабочих проводников, выявить нулевые защитные проводники с изоляцией желто-зеленого цвета). В дальнейшем все соединения производить согласно принятой маркировке, не допуская соединения фазных и нулевых жил между собой.

5. Выполнить измерение сопротивления изоляции полученной электропроводки мегаомметром на 1000 В (допустимое значение 0,5 МОм). При обнаружении неисправности устранить ее.

6. Изолировать места соединения.

Лабораторная работа 9

ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ В КОРОБАХ

Короба предназначены для защиты проложенных в них проводов всех сечений и кабелей с сечением жил до 16 мм^2 от механических повреждений. Кабель-каналы (или коробка) — электротехнические изделия, обобщенно представляющие собой замкнутый профиль прямоугольного, треугольного или близкого к ним сечения с плоским основанием, предназначенный для монтажа на архитектурную поверхность (стену, пол, потолок) и заключения в своем объеме проводов и кабелей.

Кабель-каналы состоят из основания и крышки, могут включать съемные или стационарные перегородки-разделители в виде полок. Основание кабель-канала закрепляется на стене, потолке или полу. Далее в него укладывается кабель или провод, а затем вся конструкция кабель-каналов закрывается крышкой. Кроме того, существуют так называемые *специальные коробки с несъемными крышками*.

Существуют различные виды классификации кабель-каналов. В частности, по назначению они делятся на:

короба — это вместительные кабель-каналы больших сечений, внутрь которых, как правило, устанавливаются электроустановочные изделия. В данных коробах есть возможность установить разделительные перегородки для разделения силовых и слаботочных сетей с воздушным зазором во избежание помех. Сечения кабель-каналов: 60×40 ; 60×60 ; 80×40 ; 80×60 ; 100×40 ; 100×60 ; 150×55 мм и т. д.;

микро- и миниканалы — это каналы малых сечений (микро-каналы: сечения 20×10 ; $20 \times 12,5$; 16×16 ; 25×16 ; 40×16 ; 40×25 ; 60×16 мм), используемые для размещения небольшого числа проводов либо кабеля малого сечения;

магистральные кабель-каналы — это система каналов для прокладки электропроводки на большие расстояния по стенам или потолкам для укладки кабелей по коридорам зданий и сооружений или внутренним стенам промышленных помещений без потребности монтажа внутрь электроустановочных изделий. В этих кабель-каналах есть возможность установки разделительных перегородок для разделения силовых и слаботочных сетей;

перфорированные каналы — это каналы различных сечений с перфорированными стенками, используемые для кабельной разводки внутри распределительных щитов, шкафов управления, силовых ящиков. Сечения каналов — от 16×16 до 100×100 мм;

напольные кабель-каналы — это кабель-каналы скругленного типа для монтажа по полам в административных помещениях с целью подвода кабелей или проводов к колоннам. Электроустановочные изделия крепятся в этом случае возле колонн.

В зависимости от количества секций (внутренних изолированных отсеков) кабель-канал может быть: 1, 2 или 3-секционный.

Наиболее распространены 1- и 2-секционные кабель-каналы.

Для металлических коробов вместо термина «секция» обычно используется «канал».

В соответствии с классификацией кабель-канала по материалу изготовления короба могут быть выполнены из металла (алюминиевые и стальные оцинкованные) или из пластика. Как правило, металлические изделия называются коробами, а пластмассовые — кабель-каналами.

Применяемые пластики для изготовления кабель-каналов подразделяются на две основные группы:

- основной материал для изготовления кабель-каналов — композиции поливинилхлорида (ПВХ);
- стирольные пластики (АБС, ударопрочный полистирол, полистирол).

Один из лучших материалов для производства пластмассовых коробов — ПВХ-композиции. Он обладает умеренной прочностью, относится к самогасящимся материалам. Непрозрачный, окрашиваемость удовлетворительная и зависит от состава композиции. Поверхность изделий матовая или глянцевая. Имеет высокие диэлектрические свойства, устойчив по отношению к органическим и неорганическим кислотам, щелочам и окислителям. Введение в композиции ударопрочных добавок и светостабилизаторов позволяет использовать изделия в условиях воздействия атмосферных факторов, УФ-излучения и низких температур.

АБС (акрилонитрилбутадиенстирол) (ABS) обладает высокой жесткостью, ударопрочностью, стоек к слабым кислотам и щелочам, имеет высокие диэлектрические показатели. Материал непрозрачен и легко окрашивается. Диапазон температур применения — от –40 до +80 °С, кратковременно — до +95 °С.

Различают металлические короба общего применения и короба КЛ-1 и КЛ-2. Короба общего применения изготавливают одноканальными, длиной

2 и 3 м. Установкой разделительной перегородки из одноканальных коробов получают двухканальные. Короба КЛ-1 и КЛ-2 предназначены для подвески светильников с люминесцентными лампами и прокладки проводов осветительной сети. Короба КЛ-1 и КЛ-2 изготавливаются секциями длиной по 2 м. Каждые 10 коробов КЛ-1 и КЛ-2 обеспечивают соответственно подвеску 15 и 30 светильников.

Стальные электротехнические одноканальные короба общего применения выпускают с увеличенной допустимой нагрузкой и для вертикальной прокладки сетей (рис. 9.1).

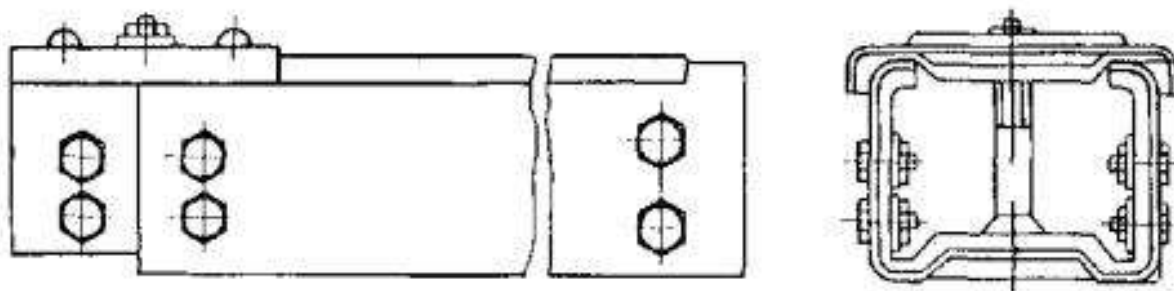


Рис. 9.1. Короба прямые У1079, У1086, У1098, У1090, У1105, У1106

Процесс монтажа электропроводок в коробах включает следующие операции:

- разметка трассы;
- заготовка кабель-каналов и аксессуаров к ним;
- крепление оснований кабель-каналов к поверхностям;
- установка соединительных деталей и ответвительных коробок, а также коробок под электроустановочные изделия (выключатели, розетки);
- укладка проводов и кабелей и закрывание кабель-каналов;
- соединение проводов (жил кабелей) в коробках и монтаж электроустановочных изделий.

Монтаж электропроводки в коробах производится согласно проекту электроустановки. При выполнении разметочных работ на начальной стадии монтажа определяются места установки электроприемников в помещении, а также электроустановочных изделий. Далее определяются трассы прокладки коробов или кабель-каналов в помещении.

Для прокладки в коробах применяют провода с резиновой и пластмассовой изоляцией и кабели с пластмассовой оболочкой. В одном коробе запрещается совместная прокладка взаиморезервируемых цепей, цепей аварий-

ного и рабочего освещения, цепей освещения и силовых, осветительных цепей напряжением до 42 В с цепями напряжением выше 42 В.

Конструкция и способ установки коробов не должны допускать скопления в них влаги. Поверхности коробов не должны иметь заусенцев, острых кромок и других дефектов, из-за которых может быть повреждена изоляция проводов и кабелей. Для открытых электропроводок, как правило, применяют короба со съемными или открывающимися крышками. При скрытой прокладке следует использовать глухие короба.

Металлические короба для электропроводок соединяют между собой без сварки с помощью соединителей и болтов, чем обеспечивается непрерывная цепь заземления.

В соответствии с ПУЭ в коробах провода и кабели допускается прокладывать многослойно, упорядоченным и произвольным (россыпью) взаимным расположением. Сумма сечений проводов и кабелей, рассчитанных по их наружным диаметрам, включая изоляцию и наружные оболочки, не должна превышать: для глухих (специальных) коробов — 35 % сечения короба в свету; для коробов с открываемыми крышками — 40 %.

Процесс составления эскизов и выполнение разметки трасс для электропроводок в кабель-каналах (коробах) выполняется так же, как и для других видов электропроводок.

Трассы прокладывают по кратчайшему расстоянию между соединяемыми электроприемниками, параллельно и перпендикулярно стенам, перекрытиям и колоннам, с минимальным количеством поворотов, пересечений с технологическими коммуникациями. Высота расположения трасс коробов (кабель-каналов) не нормируется.

Расстояние между коробами и трубопроводами с горючими жидкостями или газами должно быть: при параллельной прокладке — до трубопроводов, проходящих с любой стороны, — не менее 250 мм; при пересечении — до трубопроводов, проходящих под коробами или с их боков, — не менее 100 мм; над ними — не менее 250 мм.

Размер кабель-канала (короба) можно определить по формуле:

$$S = (nd^2) / k, \quad (9.1)$$

где S — площадь сечения кабель-канала (короба), мм²; n — число проводников, проложенных в нем, шт.; d — диаметр проводника, мм²; k — коэффициент заполнения (0,35–0,4).

На основании полученного значения выбирается ближайший по значению размер короба из стандартных номиналов.

После определения размеров кабель-канала (короба) на различных участках трассы выполняется выбор вспомогательных элементов (для кабель-каналов они называются аксессуарами), определение их количества и комплектация электропроводки.

В частности, к аксессуарам для пластиковых коробов относятся: углы внешний и внутренний, поворот, тройник, соединитель, заглушка и др. Вспомогательные элементы для металлических коробов представлены на рисунках 9.2, 9.3, 9.4, 9.5.

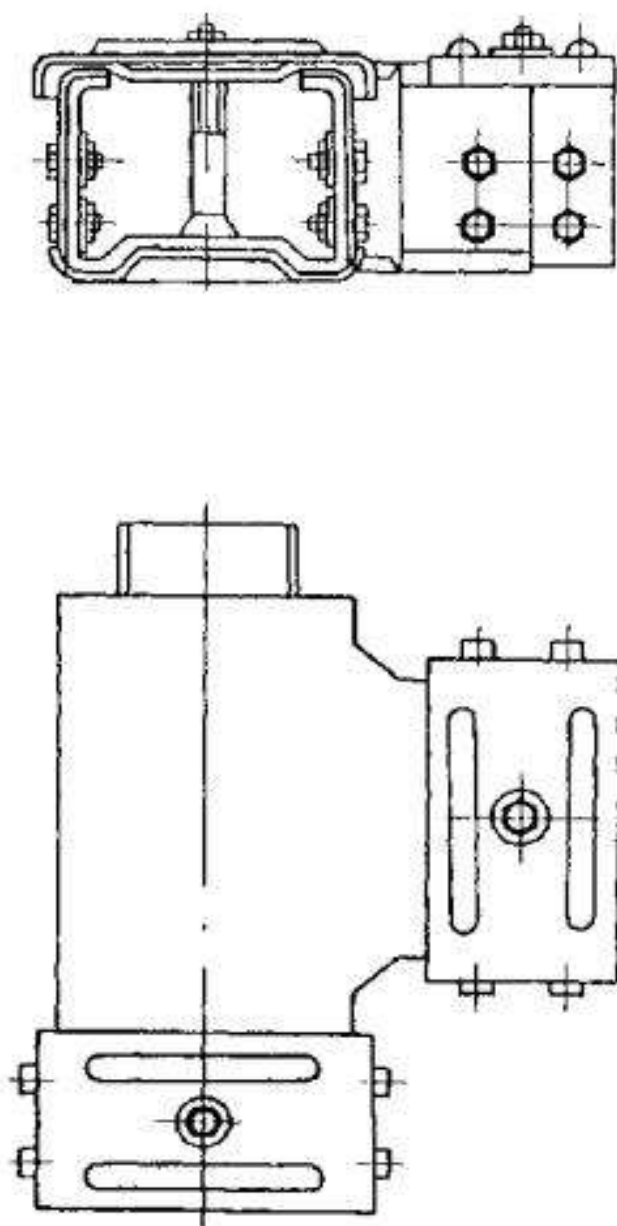


Рис. 9.2. Тройник для металлических коробов

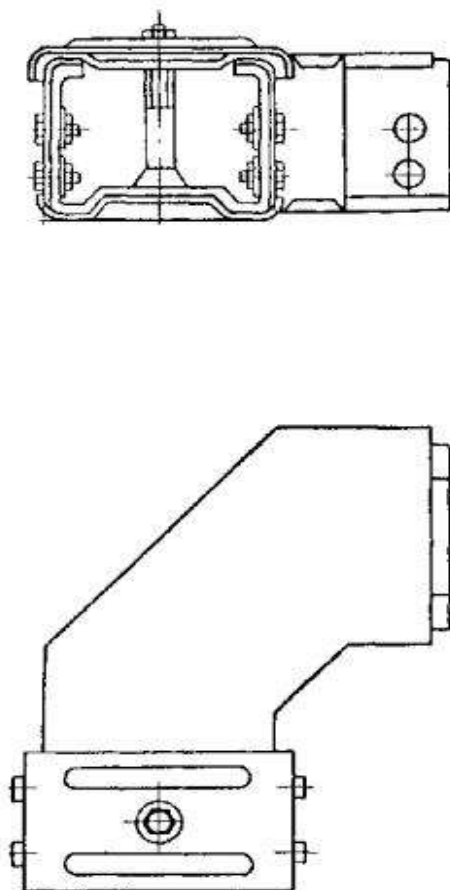


Рис. 9.3. Углы поворота металлических коробов

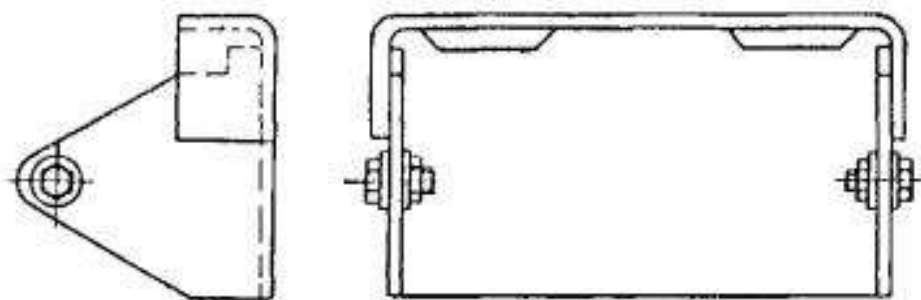


Рис. 9.4. Заглушки торцовые для закрывания металлических коробов

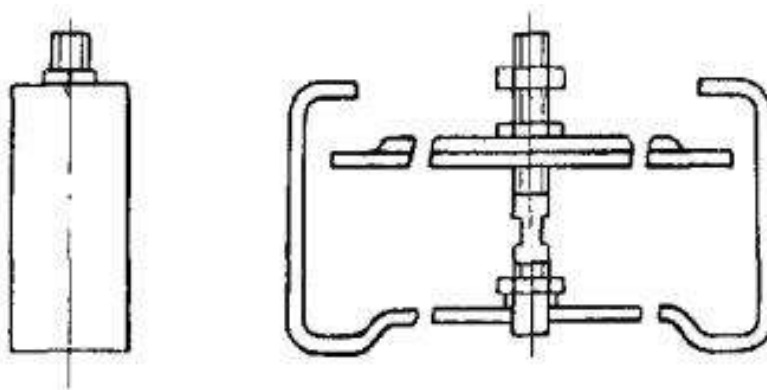


Рис. 9.5. Зажимы для фиксации проводов и кабелей внутри металлических коробов

При заготовке коробов (кабель-каналов) выполняются в основном разметка и резка указанных изделий согласно ранее составленному эскизу трассы. Кроме того, при необходимости выполняются отверстия в пластиковых коробах с учетом условий их крепления. Процессы резки металлических и пластиковых коробов в целом аналогичны указанным действиям для труб из соответствующего материала.

Металлические короба общего применения прокладывают в горизонтальной или вертикальной плоскостях и крепят к стенам, колоннам, перекрытиям, фермам с помощью сборных кабельных конструкций (стоек, полок, подвесок), а также кронштейнов, обхватов и др. Крепление к конструкциям следует выполнять с помощью скоб (рис. 9.6). Для крепления коробов в пролетах применяют тросовые растяжки.

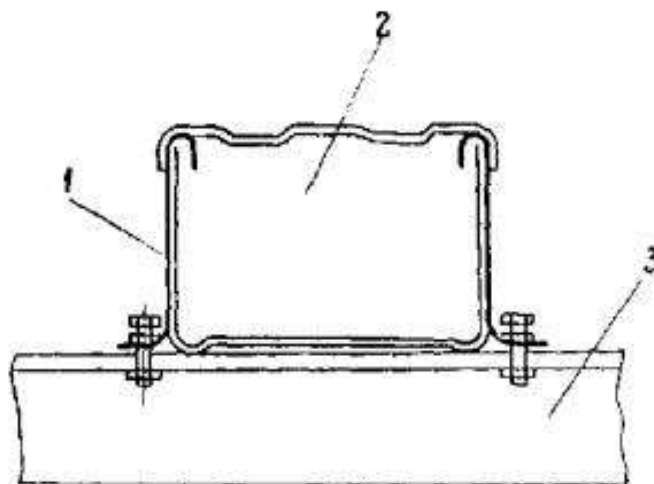


Рис. 9.6. Крепление коробов к конструкциям:
1 – скоба У1078, У1059; 2 – короб; 3 – конструкция

Кроме того, металлические короба должны быть закреплены на поворотах, подъемах, спусках, пересечениях, ответвлениях и при обходе препятствий. При выполнении поворотов, ответвлений и пересечений коробов общего применения применяют крестовые, тройниковые, угловые, вводные, торцевые и другие элементы и секции, входящие в комплект проводок или изготавливаемые в мастерских.

Короба КЛ-1 и КЛ-2 необходимо крепить непосредственно к потолкам с помощью потолочных скоб КЛ-СП или подвешивать на тросах КЛ-ПТ между колоннами и фермами.

Расстояния между точками крепления металлических коробов не должны превышать 3 м. Короба для светильников соединяют между собой винтами.

Непрерывность электрической цепи обеспечивается сваркой планок на концах коробов. Расстояние между точками крепления не должно превышать 2 м для коробов КЛ-1 и 1 м для коробов КЛ-2.

При горизонтальном расположении металлических коробов (крышкой вверх) крепить провода и кабели к ним не требуется, а при другом расположении — крепление обязательно.

При закреплении основания пластикового кабель-канала (рис. 9.7) расстояние между точками крепления обычно составляет 40–50 см. В случае неровной опорной поверхности (стены) для уменьшения зазора между стеной и основанием канала расстояние между крепежами целесообразно несколько сократить.

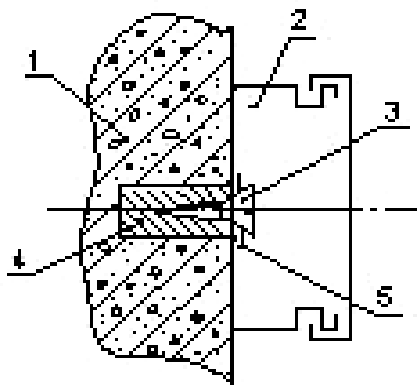


Рис. 9.7. Крепление коробов к несущей конструкции:
1 – несущая конструкция; 2 – короб; 3 – шуруп; 4 – пробка; 5 – шайба

Выбор крепежа для пластиковых коробов зависит от материала изготовления поверхностей, на которые будут крепиться кабель-каналы. Для деревянных поверхностей следует использовать шурупы-саморезы по дереву, для бетонных и кирпичных стен — дюбель-гвозди диаметром 6–8 мм.

Для крепления на гипсокартонные поверхности возможно использование саморезов по дереву, при большом весе проводов (кабелей) для большей надежности крепления можно использовать дюбели.

Выбор крепления на металлические поверхности зависит от толщины металла: обычные саморезы для скрепления металлических профилей используются для крепления кабель-канала к листовому металлу и металлическим профилям толщиной до 2 мм. Возможно применение саморезов с усиленной головкой (пресс-шайбой). Для поверхностей из металла большей толщины применяются аналогичные саморезы со сверлом. Крепеж ими осуществляется без предварительного сверления металла.

Возможно также приклеивание пластиковых кабель-каналов.

При необходимости выполнения проходов электропроводки в пластмассовых кабельных каналах через стены предусматривается дополнительная закладная труба (рис. 9.8). Это обеспечивает возможность замены кабелей без разрушения стены.

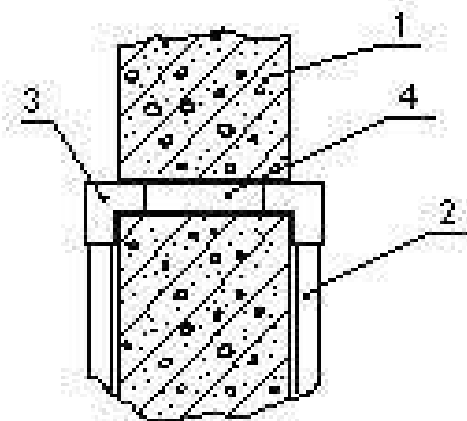


Рис. 9.8. Проход кабеля сквозь стену
1 – стена; 2 – пластиковый короб; 3 – отвод; 4 – закладная труба

В местах выхода из металлических коробов провода и кабели должны быть защищены от повреждений о края короба втулками, изоляционными трубками или подмоткой липкой изоляционной лентой.

Магистраль из металлических коробов приваривают к заземляющему устройству не менее чем в двух местах (в начале и конце трассы), а также выполняют дополнительное заземление в конце каждого ответвления. Короба можно заземлять, присоединяя их к нулевому зажиму или шине ближайшего источника питания с помощью заземляющего проводника. При выполнении электропроводки в коробах используются инструменты и приспособления для измерения, разметки, резки металлов и пластмасс, а также для сверления. При необходимости используется электросварочное оборудование. В процессе выполнения электрослесарных работ необходимо соблюдать соответствующие правила техники безопасности.

Упражнение 9.1. Заготовка кабель-каналов (коробов)

Порядок выполнения работы.

1. Изучить эскиз фрагмента электропроводки в кабель-каналах и подобрать необходимые материалы из имеющихся в лаборатории.

2. Подобрать необходимый для работы инструмент (по указанию преподавателя).

3. На стенде, имитирующем опорную поверхность, выполнить разметку фрагмента трассы электропроводки в соответствии с заданными преподавателем местами размещения электроустановочных изделий (выключателей и розеток).

4. Закрепить коробки для розеток и выключателей, а также ответвительные коробки.

5. Уточнить необходимую длину отрезков кабель-каналов, выполнить разметку и резку кабель-каналов (коробов) согласно полученным данным.

Упражнение 9.2. Установка кабель-каналов на опорные основания

Порядок выполнения работы.

1. Выполнить заготовку кабель-каналов согласно упражнению 9.1.

2. Определить способ крепления кабель-каналов (коробов) в соответствии с материалом опорного основания, а также материалом и конструкцией кабель-канала.

3. При наличии на кабель-канале клеящего слоя установку произвести путем приклеивания кабель-каналов непосредственно к подготовленному основанию.

4. В случае невозможности приклеивания разметить на трассе точки крепления кабель-канала. Выполнить сверление отверстий в кабель-канале и опорном основании, при необходимости установить крепежные детали.

5. Закрепить кабель-каналы в намеченных точках, установить при необходимости вспомогательные элементы (аксессуары).

6. По указанию преподавателя выполнить прокладку проводов в кабель-каналах (пучками либо россыпью) и закрыть их крышками.

Лабораторная работа 10

ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Защитное заземление — это преднамеренное соединение с землей металлических частей электроустановки, не находящихся под напряжением (корпусов щитов, шкафов, аппаратов и другого электрооборудования). Указанное соединение осуществляется при помощи заземляющих устройств.

Заземляющее устройство состоит из заземлителей (конструкции обычно из стали, размещенные непосредственно в земле) и заземляющих проводников (изолированных и неизолированных) для соединения заземлителей с частями электроустановки, подлежащими заземлению. В свою очередь, заземлитель состоит из вертикальных элементов, соединенных полосой связи, либо из горизонтальных элементов.

Основное назначение защитного заземления, как следует из названия данной операции, — защита людей и сельскохозяйственных животных от поражения электрическим током в случае повреждения электрической изоляции различного электрифицированного оборудования. В случае нарушения целостности изоляции и при наличии металлического корпуса у электрооборудования возможно возникновение на корпусе электрического потенциала. При касании этого корпуса человек (либо сельскохозяйственное животное) оказывается под напряжением, что может привести к электротравме либо к смертельному исходу. Защитное заземление корпуса не устраняет повреждение изоляции само по себе, но обеспечивает снижение электрического потенциала на корпусе поврежденной электроустановки, что уменьшает тяжесть поражения электрическим током.

Кроме того, защитное заземление может использоваться для защиты электрооборудования от атмосферного электричества (импульсы высокого напряжения, возникающие при попадании молнии в воздушную линию электропередачи), а также в ряде других случаев.

Монтаж заземляющих устройств состоит из следующих операций: установки заземлителей, прокладки заземляющих проводников, соединения заземляющих проводников друг с другом, присоединения заземляющих проводников к заземлителям и электрооборудованию.

В качестве материала для вертикальных заземлителей обычно используется круглая сталь диаметром 10–12 мм и длиной 3–5 м, с толщиной стенки 2,5 мм.

Для изготовления полосы связи обычно используется сталь сечением 40×4 мм.

В некоторых случаях для изготовления заземлителей могут использоваться цветные металлы.

Элементы заземляющего устройства и заземляющие проводники изготавливаются в мастерских (МЭЗ) согласно проектной документации.

Вертикальные заземлители из угловой стали и отбракованных труб погружают в грунт забивкой или вдавливанием, из круглой стали — ввертыванием или вдавливанием. Эти работы выполняют с помощью различных механизмов и приспособлений, так как они являются достаточно трудоемкими.

Вертикальные заземлители должны закладываться на глубину 0,5–0,6 м от уровня планировочной отметки земли и выступать от дна траншеи на 0,1–0,2 м. Расстояние между электродами 2,5–3 м. Горизонтальные заземлители и соединительные полосы между вертикальными заземлителями укладывают в траншеи глубиной 0,6–0,7 м от уровня планировочной отметки земли.

Все соединения в цепях заземлителей выполняют сваркой внахлест (с наложением одной детали на другую); места сварки покрывают битумом во избежание коррозии. Траншею роют обычно шириной 0,5 м и глубиной 0,7 м. Устройство внешнего заземляющего контура и прокладку внутренней заземляющей сети производят по рабочим чертежам проекта электроустановки.

Стержневой электрод-заземлитель 1 (рис. 10.1) из круглой стали соединяют электросваркой с заземляющим проводником 2 из круглой стали с помощью отрезка стержня 3, изогнутого под углом 90° (I). При этом оба

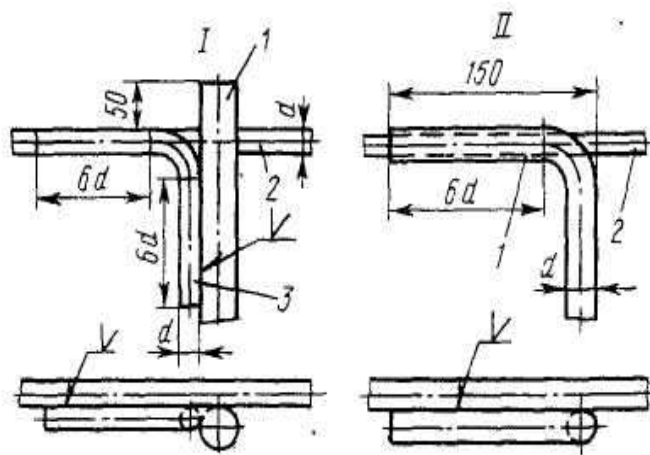


Рис. 10.1. Соединение стержневого электрода-заземлителя с заземляющим проводником из круглой стали

конца стержня должны иметь длину от торцов до начала изгиба, равную 6 его наружным диаметрам ($6d$). Один конец стержня приваривают к электроду-заземлителю, а другой — к заземляющему проводнику.

Стержневой электрод-заземлитель 1 можно соединить электросваркой с заземляющим проводником 2 из круглой стали другим способом: конец электрода изгибают под углом 90° так, чтобы его длина от конца до начала изгиба равнялась 6 диаметрам ($6d$), при этом по всей длине накладывают сварной шов.

При использовании в качестве заземляющего проводника листовой стали его соединение со стержневым электродом производится согласно рисунку 10.2.

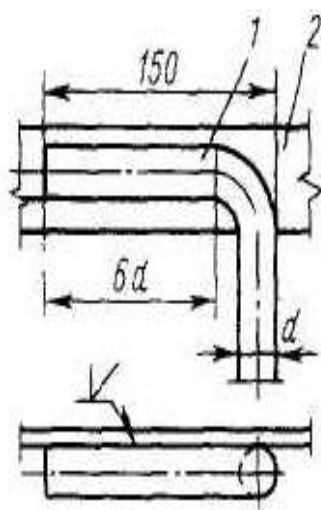


Рис. 10.2. Соединение стержневого электрода-заземлителя с заземляющим проводником из листовой стали

При соединении электросваркой стержневого электрода-заземлителя из круглой стали с заземляющим проводником из полосовой стали конец электрода изгибают под углом 90° так, чтобы длина от конца до начала изгиба равнялась шести его диаметрам. При этом электрод-заземлитель сваривается с заземляющим проводником по всей длине. Общий размер изогнутого конца электрода должен составлять 150 мм.

Стержневой электрод-заземлитель (рис. 10.3) 1 из круглой стали соединяют с заземляющим проводником 2 из полосовой стали с помощью планки 3, если ширина (B) проводника меньше трех диаметров ($3d$) электрода-заземлителя. Планка, длина которой равна двойной ширине ($2B$) проводника, а высота — трем диаметрам электрода ($3d$), приваривается с одного конца по всей длине к проводнику, а с другого — к электроду. При этом конец электрода должен выступать на 50 мм над планкой.

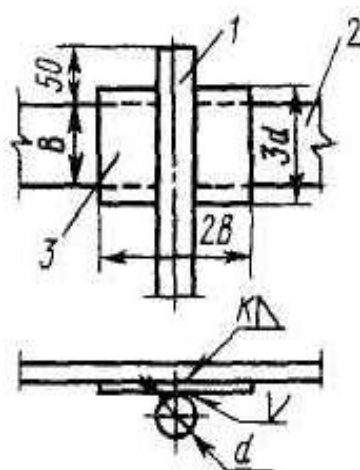


Рис. 10.3. Соединение стержневого электрода-заземлителя с заземляющим проводником из полосовой стали с помощью планки

Электрод-заземлитель (рис. 10.4) 1 из угловой стали соединяют с заземляющим проводником 2 из полосовой стали электросваркой по обеим сторонам угольника и сверху так, чтобы общая длина сварного шва была не менее двойной ширины (B) полосы. В месте соединения конец электрода должен выступать на 50 мм над проводником из полосовой стали.

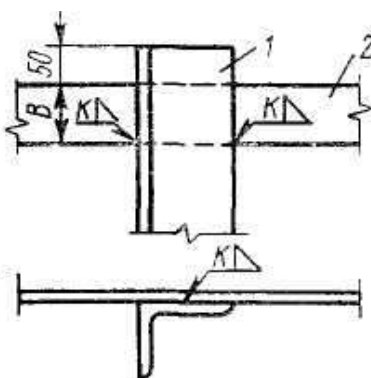


Рис. 10.4. Соединение электрода-заземлителя из угловой стали с заземляющим проводником из полосовой стали

Длина участка нахлеста при сварке заземляющих проводников должна быть равна двойной ширине полосы для прямоугольных полос или шести диаметрам для круглой стали. К трубопроводам заземляющие проводники присоединяют хомутами.

Части электроустановок, подлежащие заземлению, присоединяют к заземляющим магистралям отдельными ответвлениями. Стальные заземляющие проводники присоединяют к металлоконструкциям сваркой, к оборудованию — под заземляющий болт или, где возможно, сваркой. Заземляющие

проводники присоединяют к металлическим оболочкам кабелей медными проводниками с креплением проволочным бандажом и пайкой.

Вокруг трансформаторной подстанции обычно делают общий заземляющий контур, к которому приваривают заземляющие проводники внутренней части подстанции. Отдельные элементы электрооборудования присоединяют к заземляющим проводникам параллельно, а не последовательно, иначе при обрыве заземляющего проводника часть оборудования может оказаться незаземленной.

После окончания монтажа заземляющего устройства выполняется измерение его электрического сопротивления. В случае соответствия требованиям нормативной документации производятся засыпка траншей и составление документации для сдачи работ.

Одной из технологических операций (электрослесарных работ), выполняемых в электромонтажных мастерских при изготовлении заземлителей, является рубка металлических заготовок (обычно из круглой стали).

Рубка металла применяется в тех случаях, когда по условиям производства станочная обработка трудновыполнима или нерациональна.

Рубка — это слесарная операция, при которой с поверхности заготовки с помощью режущего и ударного инструментов удаляется слой металла или заготовка разделяется на части. Она является черновой, предварительной операцией и предназначена для подготовки заготовки к последующей обработке.

Режущим инструментом при рубке является зубило и крейцмейсель, ударным — молоток.

Рубку ведут в тисках, на плитах и наковальнях. Тиски для рубки должны быть с шириной губок 120–150 мм. Заготовку зажимают так, чтобы разметочная линия совпала с уровнем губок. Данный способ может применяться при заготовке заземляющих магистральных проводников либо заземлителей. При рубке в тисках удары следует наносить в направлении неподвижной губки.

Для точного нанесения ударов молотком по режущему инструменту корпус рабочего должен быть обращен в пол-оборота к оси тисков (рис. 10.6).

Установка зубила показана на рисунке 10.7. Молоток удерживают на расстоянии 15–30 мм от конца рукоятки. По силе удар молотком может быть кистевым — для точных, легких работ; локтевым — для прорубания пазов, канавок и срубания слоя металла средней толщины; плечевым — для снятия толстого слоя металла и обработки больших поверхностей.

Во время работы смотрят не на боек зубила, а на его режущую часть, следя за ее правильным положением.

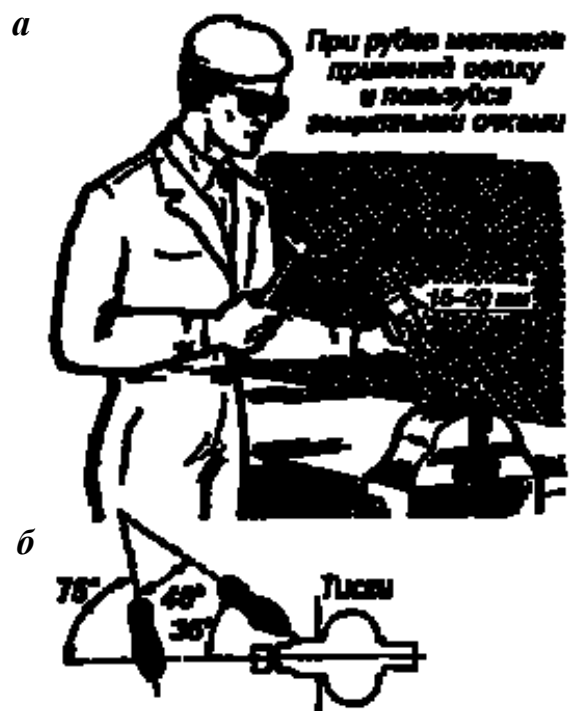


Рис. 10.6. Техника рубки
а – положение корпуса; *б* – положение ног

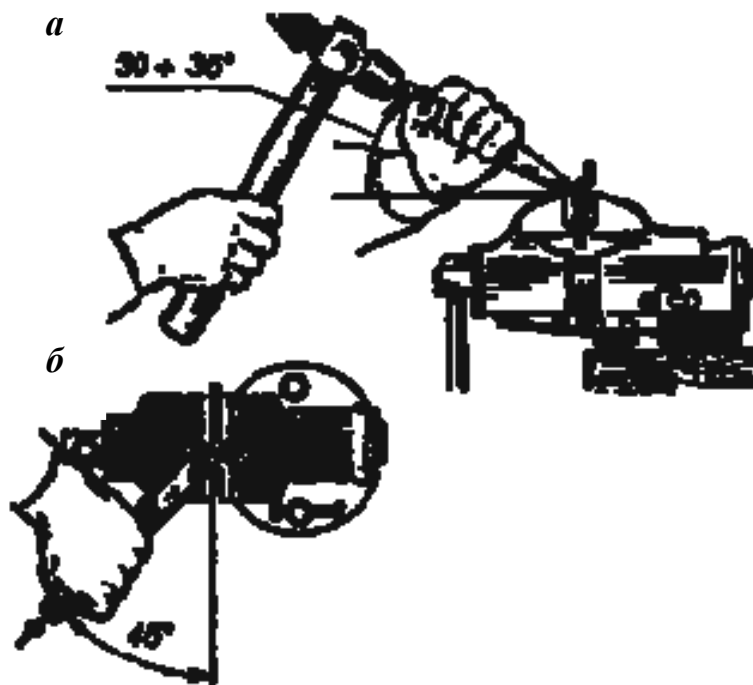


Рис. 10.7. Правильная установка зубила при рубке в тисках:
а – наклон зубила к обрабатываемой поверхности;
б – наклон к продольной оси рубки

Металл разрубает на плите или наковальне при вертикальном положении зубила и плечевом ударе молотком (рис. 10.8). Полосовой и листовой металл толщиной до 2 мм прорубают с одного удара, при толщине более 2 мм прорубают примерно на половину толщины с обеих сторон, а затем переламывают, перегибая в одну и другую сторону.



Рис. 10.8. Рубка полосового металла

При заготовке заземлителей или заземляющих проводников возможно использование резки металла вместо рубки, в зависимости от имеющегося инструмента.

Резка, или разрезание — отделение заготовок от сортового, листового и других материалов — выполняется: без снятия стружки (ручными или механическими ножницами, труборезами, кусачками, штампами); со снятием стружки (ручной ножовкой, на ножовочных, круглопильных и других станках; газовой, электродуговой резкой и другими способами).

Резка со снятием стружки материалов различного профиля производится ручной ножовкой.

Рамка (станок) ножовки обычно выполняется раздвижной, под стандартные размеры полотен длиной 250, 300 мм между центрами отверстий для крепления, высотой 13 и 16 мм и толщиной 0,65 и 0,8 мм. Ножовочное полотно устанавливается в прорези подвижной и неподвижной головок и крепится штифтами. Натяжение полотна осуществляется натяжным винтом с гайкой «барашек».

Чем тоньше заготовка, тем меньше должен быть шаг зубьев ножовочного полотна (расстояние между режущими кромками соседних зубьев):

0,8 мм — для разрезания тонколистового материала и тонкостенных деталей;

1 мм — для резки кабелей, тонкостенных труб, тонкого сортового проката;

- 1,25 мм — для профильного проката, труб, заготовок из цветных металлов;
- 1,6 мм — для резки заготовок из стали и чугуна.

Правила резки металла ножовкой:

- разрезаемая заготовка надежно крепится в тисках (разметочная линия должна быть в 15–20 мм от губок), так как смещение ее при работе может привести к поломке ножовочного полотна;

- ножовочное полотно крепится в рамке так, чтобы зуб резал при движении ножовки вперед, и хорошо натягивается. При слабом натяжении полотна линия реза уходит в сторону, при сильном натяжении — малейший перекос рамки может вызвать поломку полотна;

- положение рук при работе и стойка рабочего показаны на рисунке 10.10. Для снижения утомляемости при работе угол между плечом и предплечьем руки должен быть около 90°. Для этого необходимо контролировать высоту закрепляемой заготовки по отношению к корпусу. При рабочем ходе инструмента нажимают на ножовку обеими руками — большая часть усилия левой руки расходуется на нажим, правой — на поступательное движение ножовки. Обратный ход ножовки — вспомогательный, без нажима;

- сторона резания заготовки выбирается так, чтобы толщина металла по линии резки была не менее двух шагов зуба. Профильный металл (уголки, тавры и т. д.) лучше перезакреплять в процессе резки, чтобы не резать по узкой стороне. В работе должно участвовать все ножовочное полотно. Скорость резки должна составлять 30–60 рабочих ходов в минуту. Высокий темп резки приводит к перегреву и быстрому затуплению полотна.

Перед окончанием распила ослабляют нажим на ножовку и придерживают отрезаемую часть от падения;

- при выкрошивании хотя бы одного зуба полотна резку надо прекратить, удалить сломанный зуб из пропила, и заменить полотно на новое. Можно сточить на заточном станке по 2–3 зуба слева и справа от сломанного и использовать старое полотно.

Резку круглого металла выполняют без обламывания отрезаемой части — прорезают пруток по всему сечению, с обламыванием отрезаемой части — в прутке делают надрезы с двух или с четырех сторон, а затем обламывают в тисках или на подкладках ударами молотка. В последнем случае торцы заготовки обычно опиливаются.

Перед началом резки в месте разметки делают неглубокий пропил (1,0–1,5 мм) трехгранным напильником. Полотно смазывают минеральным маслом. При резке мягких металлов пропил не обязателен.

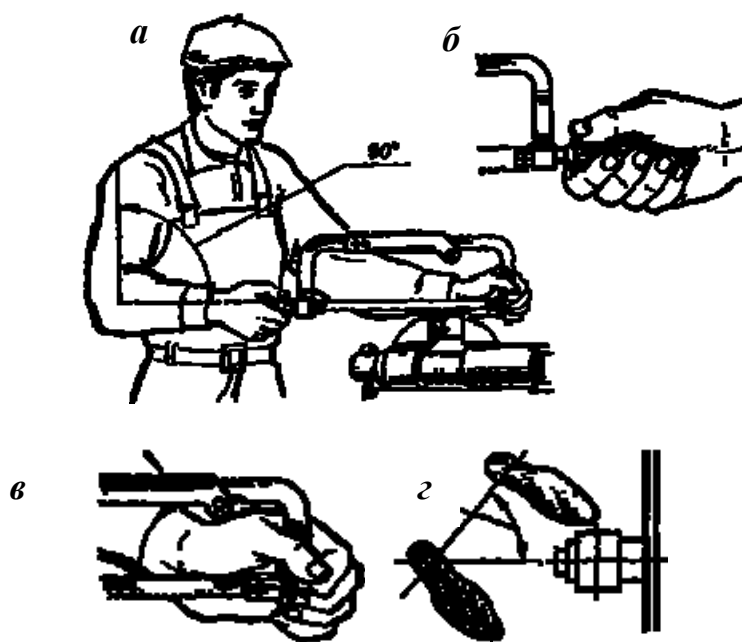


Рис. 10.10. Положение при резке:
а – корпуса и ножовки; *б* – правой руки; *в* – левой руки; *г* – ног

Полосовой и листовой металл обычно режут по узкой стороне. Если толщина листа или пакета листов меньше двух шагов зуба полотна, заготовки зажимают между двумя деревянными брусками и режут вместе с ними.

Рассмотрим подробнее процесс сварки, выполняемой при соединении между собой элементов заземляющего устройства и заземляющих проводников.

При изготовлении монтажных стальных конструкций применяют главным образом электродуговую сварку.

Электрическая дуга представляет собой устойчивый электрический разряд, происходящий в газовой промежутке между двумя проводниками — электродом и свариваемым материалом, — при значительной силе тока.

Непрерывно возникающая под действием стремительного потока положительных и отрицательных ионов и электронов в дуге ионизация воздушной прослойки создает необходимые условия для продолжительного устойчивого горения сварочной дуги.

В процессе дуговой сварки могут использоваться плавящиеся металлические электроды и неплавящиеся угольные или графитовые электроды. Сварка может вестись без подачи или с подачей защитного газа.

Если дуговая сварка протекает с использованием металлических плавящихся электродов, дуга расплавляет металл, и сварной шов образуется смесью свариваемого металла и электрода.

При использовании неплавящихся электродов дуга расплавляет свариваемый металл, образуя жидкую ванну. Необходимое сечение шва обеспечивается дополнительным плавлением в дуге металлического присадочного прутка.

Для сварки применяют постоянный и переменный ток. При использовании постоянного тока отрицательный полюс («минус») источника питания подключается к электроду (прямая полярность) или к свариваемому изделию (обратная полярность).

При ручном способе сварки для возбуждения дуги сварщик концом электрода прикасается к металлу в том месте, где начинается сварка. Опуская электрод, сварщик касается его концом свариваемого материала, а затем быстро отводит его на 2–4 мм в сторону (рис. 10.12, а). Для поддержания постоянной длины дуги сварщик постепенно опускает электрод по мере его расплавления.

Дугу можно возбуждать и другим способом. В этом случае сварщик проводит по поверхности металла концом электрода и затем быстро отводит его на небольшое расстояние, в результате образуется электрическая дуга (рис. 10.12, б). Перед началом сварки рабочий должен закрыть лицо щитком или шлемом. Дугу необходимо поддерживать более короткой. При длинной дуге глубина проплавления основного металла уменьшается, и он сильно разбрызгивается. В результате получается неровный шов с большим количеством включений оксидов.

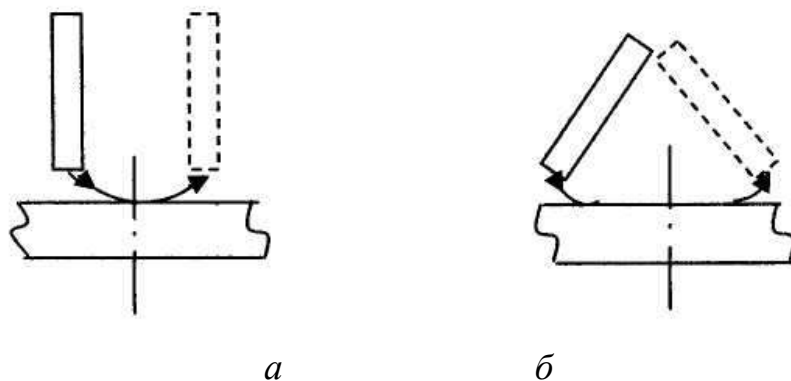


Рис. 10.12. Схема возбуждения дуги:
а – опусканием электрода; б – касанием электрода

При короткой дуге около шва образуется лишь небольшое количество мелких капель металла, электрод плавится постепенно, давая равномерный пучок искр; глубина проплавления свариваемого металла получается больше.

Во время горения дуги под электродом образуется углубление, в котором находится жидкая ванна металла. Это углубление называют *кратером*.

При резком обрыве сварочной дуги кратер оказывается незаполненным металлом. В таком виде он ослабляет сечение шва и снижает прочность соединения. Кратер обязательно должен быть заварен.

При обрыве дуги в процессе сварки, чтобы заделать кратер, ее зажигают впереди кратера на основном металле, затем перемещают дугу в обратном направлении через кратер к валику шва и, миновав место обрыва, начинают заполнять кратер и вновь двигаться вперед (рис. 10.13, 10.14).

Заварка кратера заключается в том, что дугу вновь отводят на валик в место кратера и медленно удлиняют. При этом кратер заправляется, а растягиваемая дуга обрывается, не оставляя углубления в металле валика (рис. 10.14). Не следует заваривать кратер неоднократными обрывами и зажиганиями дуги, так как при этом металл загрязняется оксидами.

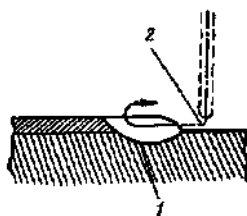


Рис. 10.13. Схема повторного зажигания дуги:
1 – кратер; 2 – место зажигания дуги

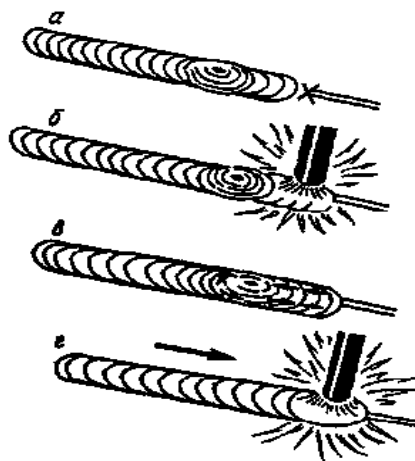


Рис. 10.14. Возобновление сварки:
а – место возбуждения дуги (обозначено х); б – возбуждение дуги; в – возвращение дуги на кратер и его обварка; г – продолжение сварки

В процессе сварки электрод располагают либо вертикально относительно шва, либо наклоняют углом вперед или назад. При сварке углом вперед или назад обеспечиваются более полный провар и меньшая ширина шва.

Во время сварки электросварщик перемещает электрод в трех направлениях. Для образования расширенного шва электроду сообщают поперечные колебательные движения, чаще всего с постоянной частотой и амплитудой, совмещенные с поступательным движением вдоль оси шва и оси электрода (рис. 10.15).

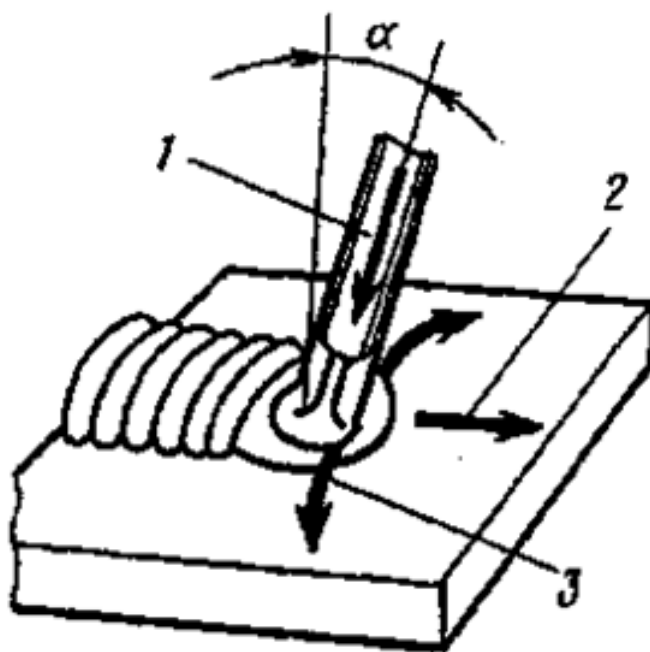


Рис. 10.15. Схема основных движений электрода:

1 – равномерная и непрерывная подача электрода к детали по мере его оплавления;
2 – передвижение электрода в направлении сварки; 3 – колебательные движения концом электрода поперек шва; α – угол наклона электрода

Для ручной сварки переменным током источниками питания служат сварочные трансформаторы с первичным напряжением 220 или 380 В.

Источниками питания для сварки постоянным током служат сварочные генераторы (преобразователи) и сварочные выпрямители.

Сварочные электроды представляют собой металлический стержень из электродной проволоки с нанесенным на него покрытием.

Покрытия электродов бывают тонкими или толстыми. Тонкие покрытия называют стабилизирующими, толстые — качественными.

Стабилизирующие покрытия имеют в своем составе вещества, которые при прохождении через столб дуги легко ионизируются, поддерживая этим горение дуги. Тонкие покрытия не могут защитить расплавленный металл от кислорода воздуха. Вследствие этого электроды с тонким покрытием образуют сравнительно хрупкий сварной шов, загрязненный посторонними включе-

ниями, и могут применяться только при сварке конструкций, не подверженных значительным механическим нагрузкам.

Качественные (толстые) покрытия создают шлаковую и газовую защитную оболочку вокруг расплавленного металла, а также вводят в металл дополнительные легирующие примеси, улучшающие качество шва. При застывании металла сварочной ванны слой шлака замедляет его охлаждение.

Для зажима электродов и подачи к ним тока служат электродержатели. Они бывают вилочные, щипцовые следующих марок: ЭП-2, ЭП-3, ЭД-125, ЭД-315, ЭД-500, ЭР-1, ЭР-2, ЭВ-2, ЭВ-3 и др. Ток к электродержателям подводится гибким многожильным изолированным проводом, сплетенным из большого числа жил медной луженой проволоки диаметром 0,13–0,2 мм.

Для защиты глаз и лица электросварщика от видимого и ультрафиолетового излучения, искр и брызг расплавленного металла применяют щитки и маски. Их изготавливают из токонепроводящего невоспламеняющегося материала и комплектуют светофильтрами. Рамка для установки светофильтра в щитке или маске имеет размеры в свету 40×90 мм. Светофильтр защищают от брызг металла тонким сменяемым защитным стеклом. Тело и руки сварщика защищают брезентовой спецодеждой и рукавицами.

При монтаже контура заземления подстанции либо другого объекта после установки вертикальных стержней выполняют их соединение горизонтальными полосами связи в заранее подготовленных траншеях. Указанное соединение производится при помощи ручной электродуговой сварки.

Режим сварки характеризуется величиной, родом и полярностью используемого тока, величиной напряжения, диаметром электрода, его расположением и другими факторами. Ориентировочно величина сварочного тока выбирается по толщине стержней электродов. На 1 мм диаметра стержня электрода определяют ток 40–60 А. Толщина же стержней выбирается по толщине свариваемого материала и пространственному положению шва. Для металла толщиной 2 мм диаметр электрода должен составлять 2–3 мм, толщиной 8 мм — 4–5 мм. Сварку в вертикальном и потолочном положениях целесообразно вести электродами диаметром меньше 4 мм, так как в этом случае стекание металла из сварочной ванны значительно сокращается.

Сварные швы разделяются на следующие виды: по положению в пространстве — нижние, горизонтальные, потолочные; по внешней форме — нормальные, выпуклые и вогнутые; по протяженности — прерывистые, непрерывистые; по отношению к действующей на шов силе — фланговые, лобовые, косые, комбинированные.

Наиболее простой является сварка нижних швов, наиболее трудоемкой — потолочных. Как правило, все сварочные швы выполняются непрерывными. Прерывистые швы делают при прихватке конструкции.

Соединения свариваемых деталей разделяются на стыковые, угловые, внахлест и др. (рис. 10.16).

Стыковые соединения являются самыми распространенными, так как обеспечивают высокую прочность при нагрузках и дают наименьшее напряжение и деформацию. Угловые соединения применяют при сварке двух листов металла под углом друг к другу. Соединения внахлест применяют преимущественно при сварке монтажных конструкций из стали толщиной до 12 мм, в частности, заземляющих устройств.

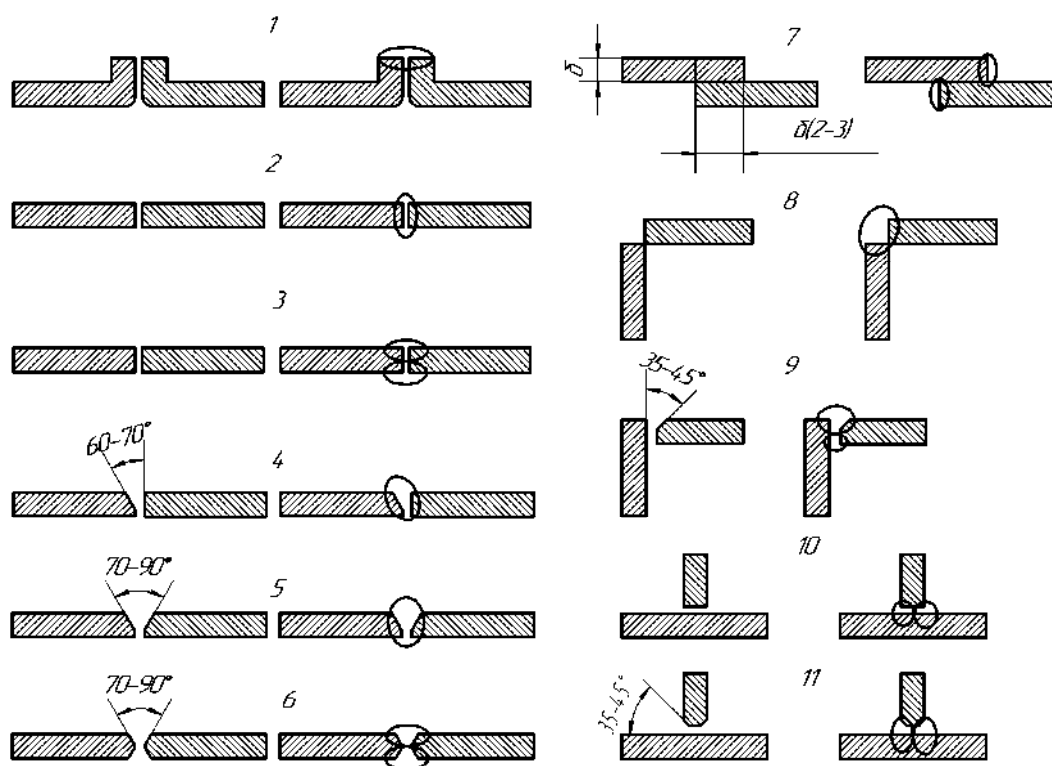


Рис. 10.16. Типы сварных соединений:
1-6 – стыковые; 7 – нахлесточные; 8-9 – угловые; 10-11 – тавровые

Различают способы выполнения сварных швов по длине и сечению. По длине сварные швы сваривают напроход и обратноступенчатым способом (рис. 10.17). *Напроход* сварные швы выполняют от начала до конца в одном направлении (рис. 10.17, а). Так сваривают короткие швы, длина которых не превышает 300 мм. Швы средней длины (300–1000 мм) сваривают либо напроход от середины к краям (рис. 10.17, б, в), либо обратноступенчатым способом (рис. 10.17, г, д), который применяют и при выполнении длинных швов (более 1000 мм).

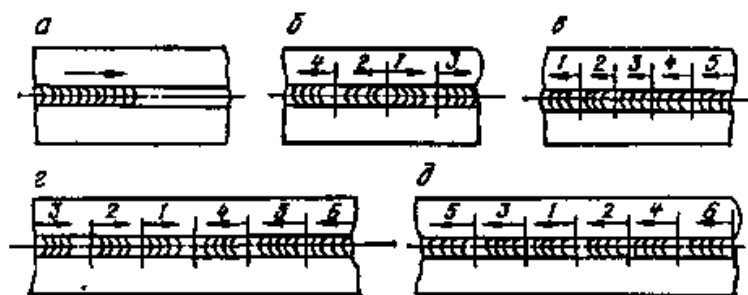


Рис. 10.17. Схемы наложения сварных швов различной длины разными способами (номера указывают последовательность выполнения швов):

а – коротких (напроход); *б, в* – средней длины (соответственно способом от середины к концам шва и обратноступенчатым способом от одного конца к другому); *г, д* – длинных (соответственно одноступенчатым способом от середины к концам шва и обратноступенчатым способом от одного конца шва к другому – вразброс)

Обратноступенчатый способ сварки заключается в том, что шов делят на участки длиной 100–300 мм, затем сварку каждого участка ведут в направлении, обратном общему направлению сварки. При этом конец каждого участка сваривают с началом предыдущего сварного шва. Обратноступенчатая сварка рассчитана на уменьшение сварочных деформаций.

При сварке заземляющих устройств плавлением могут иметь место следующие дефекты: плохая форма шва, кратеры, трещины, газовые поры, шлаковые включения. Эти дефекты возникают из-за отступлений от технологии или неисправности оборудования, а также из-за недостаточной квалификации сварщика.

Контроль качества сварки в зависимости от стадии производства сварной конструкции может быть предварительный (до сборки и сварки), операционный (в процессе сварки) и окончательный (проверка готовых узлов или изделий).

Все методы контроля можно объединить в две группы: контроль качества без разрушения сварных соединений (применяется выборочно для какой-то части из всей партии изготовленных изделий) и разрушающий контроль.

В помещениях сухих и без химически агрессивной среды полосовые заземляющие проводники *1* крепят непосредственно к строительному основанию из кирпича или бетона вплотную дюбель-гвоздями *2* (*I*), при этом проводник можно изгибать для обеспечения расстояния между полосой заземления и поверхностью основания (*II*). В остальных случаях под стальные полосы необходимо устанавливать подкладки *3* длиной не менее высоты заземляющего проводника и толщиной не менее 10 мм. Подкладку и полосу можно крепить к основанию одним дюбель-гвоздем (*III*).

Заземляющие магистральные проводники внутри зданий (обычно в производственных помещениях) прокладывают по стенам на расстоянии 0,05–0,10 м от их поверхности и на высоте 0,4–0,6 м от уровня пола. Расстояние между точками крепления — 0,6–1,0 м. В сухих помещениях и при отсутствии в помещениях химически активной среды допускается прокладка заземляющих проводников вплотную к стене.

Заземляющие проводники (полосы) к стенам крепят либо непосредственно к стене, либо через промежуточные детали (рис. 10.18). Широко применяют также закладные детали, к которым приваривают полосы заземления.

В сырых, особо сырых помещениях и в помещениях с агрессивной средой заземляющие проводники приваривают к опорам, закрепленным дюбель-гвоздями. Для создания зазора между заземляющим проводником и основанием (стеной) в таких помещениях используют штампованный держатель из полосовой стали шириной 25–30 мм и толщиной 4 мм, а также кронштейн для прокладки круглых заземляющих проводников диаметром 12–19 мм.

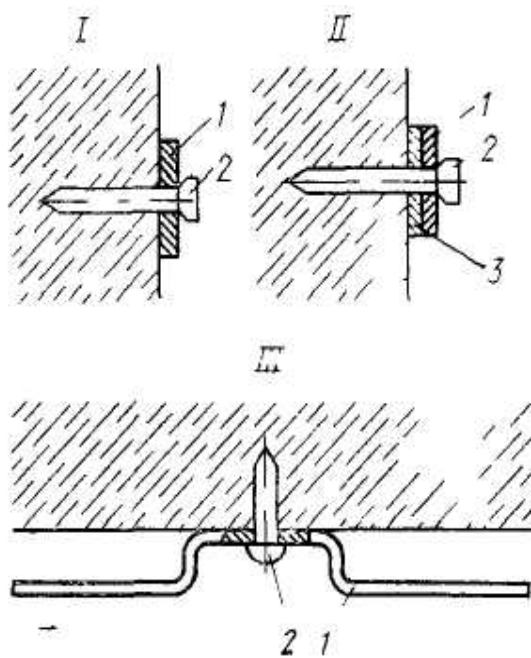


Рис. 10.18. Крепление заземляющих проводников непосредственно к основанию

При электрической сварке возможны следующие отрицательные воздействия на людей, участвующих в процессе производства:

- 1) поражение электрическим током;
- 2) облучения и ожоги;
- 3) отравления газами, парами и аэрозолями;
- 4) механические воздействия.

Электрический ток может вызвать поражение человека своим воздействием на его кожные покровы, нервные окончания и ткани организма. При прохождении тока через организм человека от 0,002 до 0,05 А возникает болевое ощущение, тока более 0,05 А — возможно поражение со смертельным исходом. При сварочных работах в сухом помещении безопасным считается напряжение сварочных источников ниже 36 В. В сырых помещениях и работе на влажном полу безопасное напряжение составляет не более 12 В.

Во избежание поражения электрическим током необходимо выполнять следующие основные правила:

- 1) работать только на исправном оборудовании;
- 2) производить сварку только в неповрежденной и сухой спецодежде;
- 3) не включать в сеть оборудование, если его корпус не заземлен;
- 4) во время перерывов в работе отключать источник тока от питающей сети;
- 5) перед работой проверять исправность изоляции сварочных проводов, оборудования, надежность всех контактных соединений вторичной цепи (от источника до электродов);
- 6) не выполнять работы, связанные с подключением оборудования к питающей сети.

Упражнение 10.1. Заготовка элементов заземляющего устройства рубкой

Порядок выполнения работы.

1. Изучить имеющиеся в лаборатории чертежи элементов заземляющих устройств (вертикальных заземлителей, полос связи, заземляющих проводников). Длина указанных элементов в учебных целях уменьшена по сравнению с реальной.

2. Выполнить разметку имеющихся заготовок (круглого и полосового металла) при помощи линейки, штангенциркуля, чертилки.

3. Закрепить заготовку в тисках.

При закреплении заготовки обратить внимание на следующее:

- часть заготовки, уходящая в стружку, должна быть над губками тисков;
- заготовка не должна выступать на правый торец губок.

Принять правильное рабочее положение. Взять зубило четырьмя пальцами левой руки на расстоянии 20–25 мм от ударной части его бойка, большой палец положить на указательный.

Зубило держать свободно, слегка расслабив пальцы. Установить зубило на выступающий из тисков край заготовки с правой стороны так, чтобы рубку вы-

полнять серединой лезвия (угол между заготовкой и осью зубила — 45°), угол наклона зубила — $30\text{--}35^\circ$ в зависимости от угла заострения режущей части.

4. Взять молоток.

Отрубить заготовку. Рубку выполнять локтевыми ударами, соблюдая следующие правила:

- смотреть не на головку, а на режущую кромку зубила;
- после каждого удара переставлять зубило справа налево, заканчивать рубку кистевыми ударами.

5. Разрубить полосу.

Отметить мелом места разрубания с обеих сторон. Положить полосу на плиту, установить зубило вертикально на риску и надрубить полосу сначала с одной стороны примерно на половину толщины. Рубить следует, применяя локтевые и плечевые удары, в зависимости от толщины полосы. Надрубить полосу по риску с обратной стороны.

Надрубленную полосу осторожно переломить в тисках или на ребре плиты.

6. Разрубить круглый и квадратный прутки.

Отметить мелом место разрубания со всех сторон. Надрубить прутки со всех сторон, поворачивая его во время рубки.

Переломить разрубаемый прутки.

Упражнение 10.2. Заготовка элементов заземляющего устройства резкой

Порядок выполнения работы.

1. Выполнить разметку имеющихся заготовок согласно рабочим чертежам.
2. Отвернуть натяжной «барашек» ножовки так, чтобы средняя часть подвижной головки выходила из втулки на 10–12 мм.

Раздвинуть рамку ножовки и зафиксировать угольники ее так, чтобы расстояние между отверстиями головок примерно было равно расстоянию между отверстиями полотна.

Вставить полотно в прорезь задней головки рамки так, чтобы зубья его были направлены от рукоятки, в отверстия головки и полотна вставить штифт.

Вставить передний край полотна в прорезь подвижной головки.

В отверстия головки и полотна вставить штифт.

Натянуть ножовочное полотно, вращая «барашек».

Степень натяжения проверить легким нажатием пальца на полотно сбоку: если полотно не прогибается, то натяжение достаточное.

Установить высоту тисков в соответствии со своим ростом.

Встать так, чтобы правое плечо находилось напротив винта тисков.

Корпус развернуть вправо под углом 45° к оси тисков.

Ступни ног расставить так, чтобы они образовали угол 60–70°, расстояние между пятками — 200–300 мм.

Рукоятку ножовки охватить пальцами правой руки, конец рукоятки при этом должен упираться в середину ладони, а большой палец лежать на рукоятке сверху, вдоль ее.

Левой рукой взять рамку ножовки так, чтобы большой палец находился внутри рамки, а остальные охватили «барашек» и натяжной винт подвижной головки.

3. Разрезать круглый или квадратный прутковый металл.

Отметить мелом место разрезания по всему периметру детали.

Закрепить деталь в тисках так, чтобы срезаемая часть находилась слева от тисков (линия отреза должна находиться на расстоянии 15–20 мм от губок тисков). Пропилить трехгранным напильником углубление 1,5–2 мм.

Разрезать пруток, соблюдая при этом следующие правила:

- в начале разрезания ножовку немного отклонять от себя (вперед);
- по мере врезания наклон ножовки постепенно уменьшать;
- во время работы ножовочное полотно должно находиться в горизонтальном положении;
- в работе должно участвовать не менее $\frac{3}{4}$ длины полотна;
- делать 40–50 рабочих движений в минуту, нажимать на ножовку только при движении вперед;
- заканчивая разрезание, нажатие на ножовку ослабить и поддержать отрезанный кусок прутка рукой.

4. Разрезать полосовой металл.

Закрепить полосу в тисках так, чтобы она выступала над зубьями на 15–20 мм, и линия реза была перпендикулярна к губкам тисков. При углублении полотна полосу поднимать над губками. Чтобы избежать поломки полотна и ранения рук, не следует сильно нажимать на ножовку при работе.

5. Разрезать металл ножовкой с повернутым полотном.

Примечание. Ножовкой с полотном, повернутым на 90°, разрезают металл в том случае, когда длина реза превышает размер от полотна до рамки ножовочного станка.

Вставить полотно в боковые прорезы головок ножовки так, чтобы в рабочем положении рамка ножовки располагалась горизонтально (слева или справа от полотна).

Вставить штифты и натянуть полотно.

Место разрезания располагать сбоку или сверху от губок тисков, в зависимости от конфигурации детали (рис. 10.19).

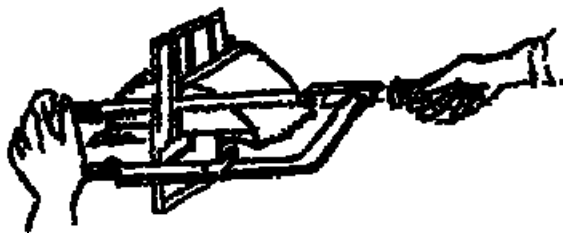


Рис. 10.19. Разрезание ножовкой с полотном, повернутым на 90°

Соблюдать все правила, указанные ранее.

Упражнение 10.3. Сварка элементов заземляющего устройства

Порядок выполнения работы.

1. Перед выполнением сварки тщательно зачистить кромки свариваемых деталей при помощи электрошлифовальной машинки.

2. Подготовить сварочное оборудование и электроды к работе. Необходимый сварочный ток, диаметр, тип и марку электродов выбрать по указаниям мастера.

3. Взять маску в левую руку, держатель со вставленным электродом — в правую и произвести пробное зажигание дуги.

4. Убедившись в устойчивом горении дуги, произвести сварку металла в различных пространственных положениях по следующей технологии.

Сварка в нижнем положении. Наиболее удобно выполнять сварку в нижнем положении, швы получаются высокого качества, так как в этом случае легко выделяются неметаллические включения и газы из расплавленного металла сварочной ванны. При этом создаются лучшие условия для формирования металла шва, поскольку расплавленный металл сварочной ванны удерживается от вытекания нерасплавившимися кромками.

Наложение валиков рекомендуется производить слева направо или на себя. В этих случаях сварщик четко видит место соединения, длину дуги, перенос капель электродного металла и формирование валика. Нормальной считается ширина валика, равная 3-4-ем диаметрам электрода. В местах поворота сварной шов следует заваривать без отрыва дуги. Не допускается гашение и зажигание дуги на поворотах сварного шва.

Выполнение угловых швов. Сварку угловых швов производят с поперечными колебаниями электрода. Особенно важен правильный выбор их траектории при сварке наклонным электродом с целью предупреждения возникновения указанных выше дефектов. Сварку следует начинать с нижнего горизонтального листа в точке *A* (рис. 10.20). Если начать сварку с верхнего листа, то первые капли расплавленного металла будут стекать на еще холодный нижний лист, что приведет к непровару.

Сварка вертикальных швов. При сварке вертикальных швов капли расплавленного металла стекают вниз (рис. 10.21, *a*). Поэтому сварку следует вести более короткой дугой, при которой капля расплавленного металла легче переходит с электрода в сварочную ванну. Конец электрода при этом отводят вверх в сторону от капли, давая ей возможность затвердеть (рис. 10.21, *б*).

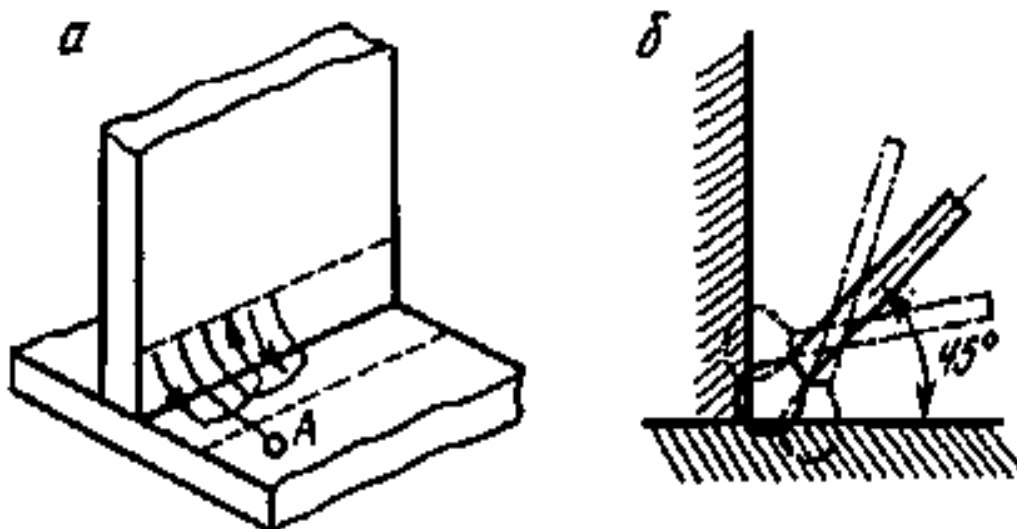


Рис. 10.20. Схема колебательных движений электродом при однослойной сварке угловых швов: *a* – траектория движения конца электрода; *б* – изменение угла наклона электрода; *A* – точка начала сварки

Вертикальные швы лучше сваривать в направлении снизу вверх (на подъем), тогда нижележащий кратер будет удерживать капли металла, стремящиеся стечь сверху, с конца электрода (рис. 10.21, *в*), который должен быть поднят вверх.

При сварке сверху вниз (на спуск) получить качественный провар трудно: шлак и расплавленный металл подтекают под дугу и от дальнейшего стекания удерживаются только силами давления дуги и поверхностного натяжения. Иногда они оказываются недостаточными, и тогда расплавленный ме-

талл вытекает из сварочной ванны. При выполнении вертикальной сварки сверху вниз электрод ставят сначала в положение I (рис. 10.21, *з*), а после образования капли опускают ниже в положение II, образуя следующий кратер и удерживая более короткой дугой каплю металла от стекания вниз.

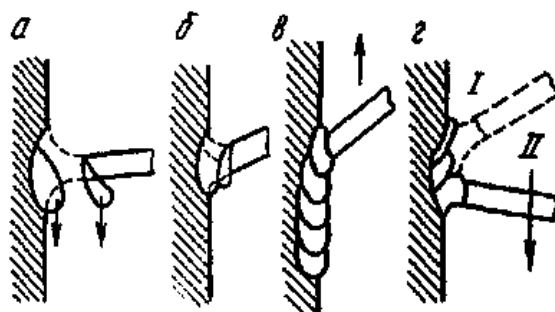


Рис. 10.21. Сварка вертикальных швов
(стрелками показано направление движения электрода):
а – образование капли; *б* – затвердевание капли; *в*, *з* – формирование шва

Сварка сверху вниз позволяет избегать прожогов при соединении тонкого металла (рис. 10.22). Дуга при этом возбуждается в самой верхней точке шва, а электрод держат перпендикулярно к поверхности металла (положение 1). После образования ванны жидкого металла электрод наклоняют на $15\text{--}20^\circ$ (положение 2) с таким расчетом, чтобы дуга расплавляла основной и наплавленный металл.

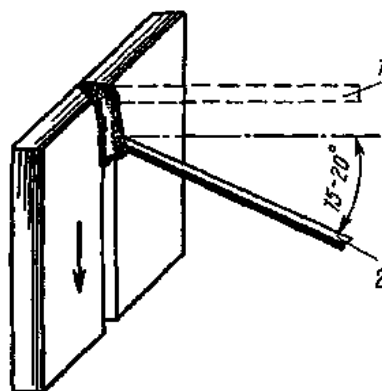


Рис. 10.22. Положение электрода при возбуждении дуги (1) и при сварке (2) вертикальных швов сверху вниз

5. После окончания сварки удалить остатки шлаков при помощи щетки из кардоленты.

Лабораторная работа 11

ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ К МОНТАЖУ

Осветительный прибор — это совокупность источников света и арматуры, предназначенных для рационального перераспределения светового потока источника, защиты глаз от чрезмерной его яркости, крепления источника света и предохранения его от механических повреждений и загрязнения.

Все осветительные приборы принято делить на три группы:

- 1) осветительные приборы ближнего действия (до 20–30 м) — светильники;
- 2) осветительные приборы дальнего действия (более 30 м) — прожекторы;
- 3) комплектные осветительные устройства (КОУ) на основе щелевых и плоских световодов.

Основные элементы конструкции светильников: корпус, источник (источники) света, оптическая система, ламподержатели (патроны), встроенные ПРА (для газоразрядных источников) и другие вспомогательные приспособления. Оптическая система светильников состоит из отражателей, рассеивателей, защитных стекол, экранирующих решеток и колец.

Корпус светильника предназначен для размещения и закрепления других элементов светильника; он обеспечивает частичную защиту от внешних воздействий, а также в определенной степени может снизить вероятность поражения электрическим током в случае повреждения основной изоляции светильника.

В качестве источников света для светильников используются различные типы ламп: накаливания, газоразрядные низкого и высокого давления, светодиодные и пр. Они закрепляются в патронах и ламподержателях.

Наиболее распространенный источник света — лампы накаливания. Они представляют собой стеклянную колбу с металлическим цоколем, внутри которой закреплена нить накала с подсоединенными к ней электродами. Для изготовления нити накала используют тугоплавкий металл, в основном — вольфрам. Нить накала может быть в виде прямой проволоки, а также в виде одинарной или двойной спирали. В последнем случае лампы называются биспиральными.

Принцип действия ламп накаливания основан на преобразовании электрической энергии, подводимой к ее нити, в энергию видимого излучения, воздействующего на органы зрения человека и создающего у него ощущение

света, близкого к белому. Под действием электрической энергии происходит нагрев нити накаливания лампы, в результате чего нить создает поток излучения с различными длинами волн.

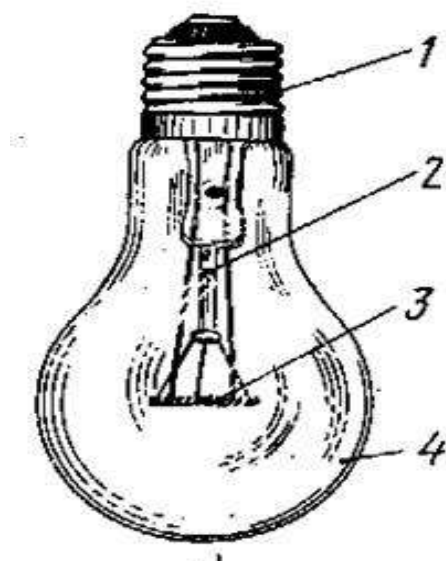


Рис. 11.1. Лампа накаливания общего назначения

1 – цоколь; 2 – стеклянная ножка; 3 – нить накала; 4 – стеклянная колба

Лампы накаливания, из внутреннего объема (колбы) которых выкачан воздух, называют *вакуумными*, а заполненные инертными газами — *наполненными*.

Лампы накаливания отличаются невысоким сроком службы (гарантируется не более 1000 ч). Существенным недостатком ламп накаливания является низкий КПД: только 2–4 % потребляемой ими электрической энергии преобразуется в энергию видимого излучения, воспринимаемого глазом человека, остальная часть энергии преобразуется в тепло (ИК-излучение).

Для освещения помещений различного назначения в настоящее время применяют преимущественно *люминесцентные лампы низкого давления* (рис. 11.2), представляющие собой стеклянную герметически закрытую трубку, внутренняя поверхность которой покрыта тонким слоем непрозрачного вещества — люминофора.

Трубка заполняется аргоном с добавлением ртути, в парах которой и происходит электрический разряд. В результате возникает коротковолновое ультрафиолетовое излучение, которое преобразуется в видимое при помощи люминофора. Внутри трубки (колбы) люминесцентной лампы расположены также вольфрамовые электроды, подключаемые к сети с помощью штырьков, закрепленных в цоколях.

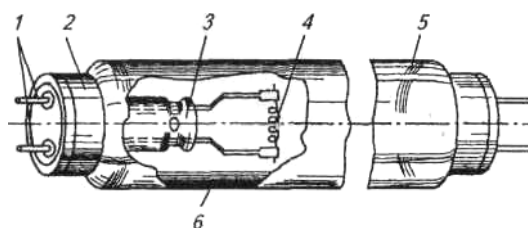


Рис. 11.2. Устройство разрядных ламп низкого давления:
1 – штырьки; 2 – цоколь; 3 – стеклянная ножка; 4 – электрод
(биспираль); 5 – колба; 6 – слой люминофора

Люминесцентные лампы низкого давления изготавливают на напряжение 127 В мощностью 15 и 20 Вт, на напряжение 220 В — мощностью 30, 36, 40, 58, 65 и 80 Вт. Срок службы ламп при нормальном режиме работы — 10 000 ч. КПД (светоотдача) люминесцентных ламп примерно в 4–5 раз выше, чем у ламп накаливания.

Недостатки люминесцентных ламп: большие габаритные размеры; чувствительность к температуре окружающей среды; пульсация светового потока, которая может привести к стробоскопическому эффекту (он утомляет зрение и может вызвать искаженное восприятие движущихся предметов); необходимость в дополнительном оборудовании для зажигания этих ламп и ограничения тока в них, т. е. в пускорегулирующих аппаратах (ПРА), которые усложняют и удорожают схему включения люминесцентных ламп.

К газоразрядным лампам высокого давления относят *дуговые ртутные лампы (ДРЛ), натриевые лампы (ДНаТ), металлогалогенные (ДРИ)* и др. Все они считаются высокоинтенсивными источниками света и используются в основном для наружного освещения либо в производственных помещениях больших размеров.

В настоящее время широкое распространение получили *компактные люминесцентные лампы (КЛЛ)* со встроенными электронными ПРА, которые работают на высокой частоте питающего напряжения (десятки кГц) (рис. 11.3).

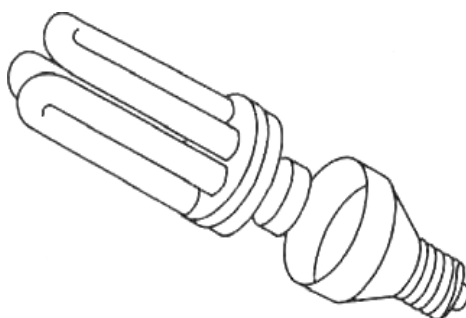


Рис. 11.3. Общий вид компактной люминесцентной лампы

Достоинства КЛЛ — высокая световая отдача (КПД), что позволяет сэкономить затраты на электроэнергию до 80 %, значительный срок службы ламп — до 15 000 ч. Кроме того, эти лампы обладают высоким качеством цветопередачи, возможностью произвольного рабочего положения, незначительной массой, мгновенным запуском без мерцания и немигающим горением, устойчивой работой в диапазоне температур от -30°C до $+50^{\circ}\text{C}$.

Действующие стандарты регламентируют виды светильников по степени защиты от таких факторов окружающей среды, как пыль и влага, оказывающих большое влияние на надежность осветительных приборов, их безопасность для людей и пожарную безопасность. Общий вид некоторых светильников приведен на рисунке 11.4.

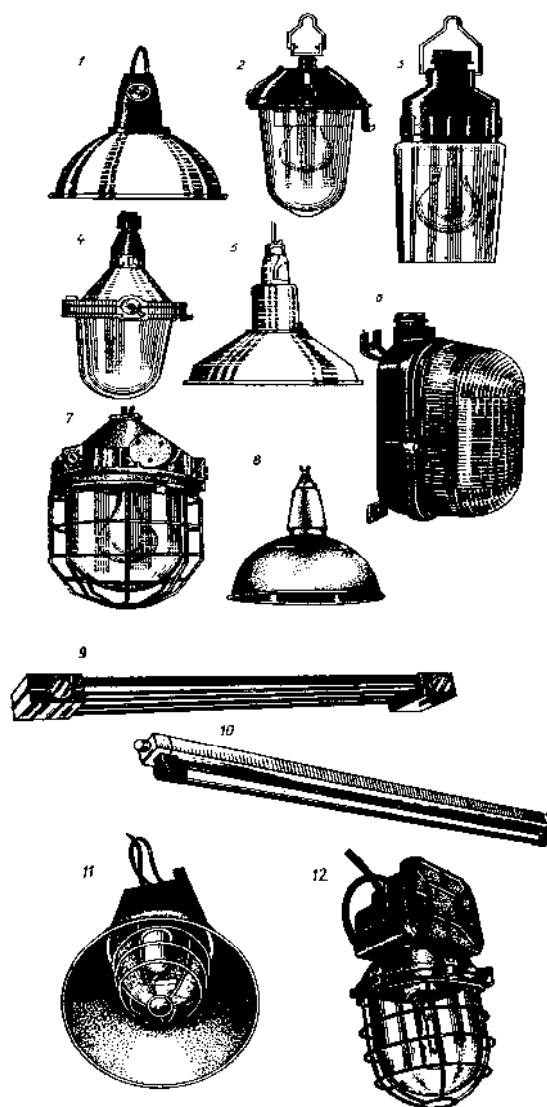
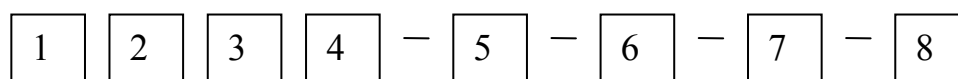


Рис. 11.4. Общий вид светильников:

1 — НСП 21 «Бирюза»; 2 — НСП 02; 3 — НСП 03; 4 — НСП 02; 5 — НСП 22; 6 — ПСХ;
7 — Н4БН-300; 8 — РСП05; 9 — ЛСП15 «Лада»; 10 — ЛСП18; 11 — РСП25-80; 12 — ГСП25-125

Защита от пыли, воды и агрессивных сред обеспечивается выбором соответствующих конструкционных и светотехнических материалов, а также различной степенью герметизации внутреннего объема светильников или отдельных его полостей, в которых размещаются источники света, патроны или ламподержатели, пускорегулирующая аппаратура, электроустановочные изделия и вспомогательное оборудование. Все светильники делятся на 6 классов по степени защиты от пыли и на 9 — по степени защиты от влаги.

Каждому светильнику присваивают маркировку. Структура условного обозначения светильников имеет следующий вид:



где 1 — буква, обозначающая вид источника света (Н — лампы накаливания общего назначения; И — кварцевые галогенные лампы накаливания; Л — прямые трубчатые люминесцентные лампы; Ф — фигурные или компактные люминесцентные лампы; Р — ртутные лампы типа ДРЛ; Ж — натриевые лампы; Г — металлогалогенные лампы); 2 — буква, обозначающая способ установки светильников (С — подвесные; П — потолочные; Б — настенные; Н — настольные; Т — венчающие; К — консольные; Р — ручные сетевые); 3 — буква, обозначающая основное назначение светильника (П — для промышленных предприятий; О — для общественных зданий; Б — для жилых (бытовых) помещений; У — наружного освещения); 4 — двухзначное число (01–99), обозначающее номер серии; 5 — цифры, обозначающие число ламп в светильнике (если лампа одна, то число не указывается); 6 — цифры, обозначающие мощность лампы, Вт; 7 — трехзначное число (000–999), обозначающее номер модификации; 8 — буква и цифра, обозначающие климатическое исполнение и категорию размещения светильников.

Наряду с условными обозначениями светильникам могут быть присвоены условные наименования (собственные или фирменные названия), например, «Астра», «Бирюза», «Лада» и др., которые должны указываться только после условного обозначения и без последнего применяться не могут. Пример условного обозначения светильника ННБ 02-2×40-005-У4 «Орфей» — светильник с двумя лампами накаливания мощностью по 40 Вт, общего назначения, настольный, для жилых (бытовых) помещений, серии 02, модификации 005, климатическое исполнение У, категория размещения 4.

Место установки светильников определяется размером и формой помещения, размещенным в нем оборудованием, мощностью и количеством устанавливаемых источников света и т. д.

При этом вначале точку крепления светильника отмечают на полу, а затем с помощью отвеса переносят на потолок. Точки крепления настенных светильников, выключателей и штепсельных розеток отмечают на стене мелом или карандашом.

Светильники монтируют различными способами: подвеской на крюк, на тросе или тросовом проводе, навинчиванием на стальную трубу, установкой на подвесе или кронштейне.

Работы по монтажу освещения выполняются в две стадии. Рассмотрим примерную последовательность выполнения этих работ на каждой стадии.

Первая стадия включает в себя следующие этапы: 1 — устройство проемов, ниш, каналов, борозд, гнезд и отверстий для установки электрооборудования и прокладки трасс электропроводок, предусмотренных проектом; эти работы, как правило, должны производиться строительной организацией, а те из них, которые не могут быть предусмотрены при разработке чертежей или не были выполнены в элементах строительных конструкций при технологии их изготовления электромонтажниками; 2 — заготовка, изготовление и комплектация закладных и крепежных деталей и конструкций вне зоны монтажа индустриальным способом; 3 — разметка на стенах и потолках трасс электропроводок и мест установки светильников, выключателей, штепсельных розеток и других приборов и аппаратов, щитов, щитков и других электроконструкций, а также магистральных и групповых электропроводок. Эти операции выполняются в готовых помещениях до начала штукатурных и затирочных работ при скрытой электропроводке, по окончании штукатурных и затирочных работ — при открытой электропроводке; 4 — установка закладных деталей и элементов электропроводок, электроконструкций (щитов, щитков и т. п.), выполняется при строительстве сооружения; 5 — заготовка элементов электропроводок, отмеривание, резка и правка проводов и кабелей, обработка и подготовка концов жил, соединение жил проводов и кабелей по схемам, изолирование соединений, оконцевание жил проводов и кабелей, маркировка готовых элементов электропроводки, свертывание их в бухты; работы осуществляют вне зоны монтажа в мастерских электромонтажных заготовок (МЭЗ); 6 — пробивка борозд, высверливание гнезд для установки коробок, крюков и других деталей скрытой электропроводки, пробивка проходов, борозд, гнезд для установки крепежных деталей, скоб, крюков и т. п.

Эти операции выполняются в готовых зданиях до начала штукатурных и затирочных работ при скрытой электропроводке, по окончании штукатурных и затирочных работ – при открытой проводке; 7 — установка опорных конструкций, распределительных щитков, шкафов, пускорегулирующей аппаратуры и других приборов и аппаратов, выполняемых в процессе сооружения зданий; 8 — установка ответвительных и других коробок под выключатели и розетки, арматурных крюков при скрытой проводке, а также труб, крепежных деталей, скоб, крюков, подрозетников – при открытой проводке. Эти операции производят в готовых помещениях до начала штукатурных и затирочных работ при скрытой проводке и по окончании штукатурных работ — при открытой проводке.

Вторая стадия: 1 — установка, выверка и крепление электрооборудования, приборов и аппаратов в полностью отделанных помещениях; 2 — прокладка проводов и кабелей или готовых элементов электропроводок по выполненной заготовке. Ведется в готовых помещениях по окончании штукатурных и затирочных работ, но до выполнения малярных — при скрытой проводке после окончания малярных работ — при открытой проводке; 3 — установка светильников, выключателей, розеток и других аппаратов, соединение отдельных элементов электропроводок в общую схему с проверкой всей электропроводки, оконцевание жил проводов и кабелей, не выполненное в МЭЗ. Эти операции производят в готовых помещениях по окончании штукатурных и затирочных работ, но до малярных — при скрытой проводке, в готовых, полностью отделанных помещениях — при открытой проводке.

Внутри помещений светильники с лампами накаливания мощностью до 150 Вт подвешивают на высоте не менее 2,5 м над уровнем пола, с лампами мощностью 200 Вт — не менее 3 м, свыше 200 Вт — не менее 4 м.

Поставляемые на объект светильники различных типов должны быть подготовлены к монтажу. Процесс подготовки включает в себя следующие операции: внешний осмотр, разборку, зарядку, сборку, контроль состояния изоляции и проверку работоспособности светильника.

В процессе внешнего осмотра необходимо убедиться в наличии всех конструктивных элементов согласно паспорту светильника. Части светильника должны быть в исправном состоянии, без повреждений и производственных дефектов. При обнаружении на корпусе, рассеивателе, отражателе и пр. трещин, вмятин и других дефектов осветительный прибор к монтажу не принимается и должен быть возвращен поставщику для последующей замены.

После завершения внешнего осмотра выполняется разборка осветительного прибора. Последовательность разборки определяется особенностями конструкции светильника и может быть различной. В любом случае вначале демонтируется рассеиватель, далее — патроны (ламподержатели и ПРА), затем — отражатель (в некоторых случаях). Источники света, как правило, поставляются на объект монтажа отдельно от светильников.

Зарядка светильников — это подключение проводов к патронам (в светильниках с лампами накаливания; либо к ПРА — в светильниках с люминесцентными лампами). Процесс зарядки светильников будет изложен далее.

Сборка светильника выполняется после его зарядки в последовательности, обратной разборке. При необходимости следует установить в светильник источник света, а также выполнить подключение ПРА к ламподержателям при помощи медных изолированных проводов (если требуется).

Следующим этапом является контроль состояния изоляции собранного светильника. Для этого выполняется измерение сопротивления изоляции светильника путем присоединения мегаомметра на 1000 В к токоведущим частям и корпусу светильника (в случае, если корпус металлический). Минимальное сопротивление изоляции составляет 0,5 МОм. В случае обнаружения повреждения изоляции необходимо выполнить разборку светильника, проверить электрическую изоляцию всех токоведущих частей и при необходимости заменить питающие провода либо дефектные элементы светильника. Для светильников с пластмассовым корпусом контроль изоляции не требуется.

Проверка работоспособности светильника заключается в подаче на него напряжения питания и контроле за работой источников света. При возникновении коротких замыканий, перегрева, посторонних запахов или шумов светильник следует немедленно отключить и устранить возникшие неисправности. До устранения всех неисправностей монтаж светильника не допускается.

Светильники заряжают изолированными проводами с гибкой медной жилой, изоляция которых соответствует номинальному напряжению сети (не ниже 500 В переменного и 1000 В постоянного тока). Сечение жилы провода принимают соответственно мощности лампы, но не менее 0,75 мм² для светильников общего освещения внутри зданий и вне их.

Настольные ручные и переносные светильники, а также светильники местного освещения, подвешиваемые на шнурах и проводах, присоединяют к сети гибкими шнурами или проводами, сечение жил которых не должно быть меньше 0,75 мм².

Светильники с лампами мощностью 100 Вт и более следует заряжать медными гибкими проводами с теплостойкой изоляцией.

В процессе зарядки светильника конец зарядного провода разделяют: зачищают, плотно скручивают, загибают кольцом и окунают в расплавленный припой (облуживают). Изоляцию у места оконцевания провода покрывают 2-3-мя слоями изоляционной ленты либо трубкой ПВХ и присоединяют к выводам светильников. Чтобы не создавать на контактах механических усилий натяжения, зарядные провода не натягивают (размещают свободно), на вводе в светильник их защищают от перетирания отрезком изоляционной резиновой или пластмассовой трубки. При зарядке и сборке светильников с уплотнениями нужно тщательно устанавливать сальники и уплотняющие резиновые прокладки.

Металлическую арматуру (корпус) светильников общего освещения с лампами накаливания, лампами ДРЛ, ДРИ или люминесцентными со встроенными внутрь светильника пускорегулирующими аппаратами, установленную в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных при питающем напряжении более 42 В, зануляют путем соединения с нулевым защитным проводом.

При выполнении электрослесарных работ используются инструменты и приспособления для разделки и оконцевания проводов, слесарный инструмент для сборки и разборки светильников, мегаомметры. При работе с указанным оборудованием следует выполнять соответствующие правила техники безопасности.

Упражнение 11.1. Изучение конструкции осветительного прибора

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с осветительными приборами, представленными в лаборатории (по указанию преподавателя).
2. Разобрать указанные осветительные приборы и изучить их конструкцию.
3. Записать в отчет по работе перечень основных конструктивных элементов светильников и их маркировку по форме таблицы 11.1.

Таблица 11.1

Описание конструкции светильников

Наименование элемента конструкции	Материал изготовления	Назначение элемента
Марка светильника		

Упражнение 11.2. Подготовка осветительного прибора к монтажу

Порядок выполнения работы.

1. Распаковать осветительный прибор, выданный мастером.
2. Очистить его от пыли и смазки (при необходимости)
3. Проверить комплектность и исправность (визуально).
4. Разобрать осветительный прибор.
6. Выполнить разделку двух отрезков провода ПВ-3 1×1,5 или АПВ 1×2,5 с оконцеванием согласно применяемым контактными выводам светильника.
7. Покрыть тонким слоем припоя (облудить) жилы проводов.
8. Присоединить их к контактными выводами осветительного прибора, причем фазный проводник присоединяется к центральному контакту патрона (в случае использования лампы накаливания).
9. Выполнить проверку сопротивления изоляции токоведущих частей светильника мегаомметром по указанию преподавателя.
10. Собрать осветительный прибор.
11. Результаты измерения записать в отчет по работе.

Лабораторная работа 12

ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ ПУСКОЗАЩИТНОЙ АППАРАТУРЫ

Электрические аппараты предназначены для включения и отключения, управления, регулирования и защиты электрооборудования и участков электрических цепей. В зависимости от назначения их делят на четыре группы:

коммутационные — для включения и отключения электрических цепей;

защиты — защищающие электрические цепи от перегрузки, токов короткого замыкания, недопустимого повышения напряжения, снижения или исчезновения напряжения;

токоограничивающие и пускорегулирующие — для пуска, регулирования частоты вращения электродвигателей, изменения тока в электрических цепях, ограничения тока при коротком замыкании;

выполняющие одновременно несколько из перечисленных выше функций — включение и отключение электрических цепей, защита их от перегрузок, токов короткого замыкания и др.

В зависимости от номинального напряжения различают электрические аппараты до 1000 В (обычно до 660 В) и свыше 1000 В.

В зависимости от способа воздействия на управляющие элементы электрических аппаратов выделяется аппаратура ручного и дистанционного управления.

Аппаратуру ручного управления приводит в действие непосредственно обслуживающий персонал. К ней относят *рубильники, выключатели и переключатели* (пакетные, кулачковые, универсальные), *кнопочные посты (станции)* и т. д.

Рубильники, выключатели и переключатели предназначены для ручного (неавтоматического) замыкания и размыкания электрических цепей напряжением 380/220 В.

Пакетные выключатели предназначены для нечастых включений (3–4 вкл./ч) электроустановок в цепях переменного и постоянного тока. Срабатывание пакетного выключателя происходит при повороте рукоятки.

Кнопочные станции (посты) состоят из одного или нескольких кнопочных элементов (кнопок), заключенных в общий кожух. Кнопочные станции применяют для ручного управления электромагнитными аппаратами.

В настоящее время широко применяются более современные конструкции ручных коммутационных аппаратов, в частности, выключатели марки ВН-32.

Выключатель-разъединитель ВН-32 (рис. 12.1) предназначен для коммутации электрических цепей без нагрузки и под нагрузкой (при протекании рабочего тока) и не обеспечивает их защиту от аварийных режимов. Область применения ВН-32 — учетно-распределительное оборудование жилых и общественных зданий и сооружений, где предусматривается необходимость в оперативном отключении от сети отдельных групп электропотребителей или участков электрической цепи.

Выключатель-разъединитель ВН-32 является электромеханическим устройством ручного управления. При переводе рукоятки управления из положения «ВЫКЛ» в положение «ВКЛ» происходит замыкание цепи посредством мостикового контакта. Данный аппарат имеет модульное исполнение, т. е. состоит из 1-4-х модулей, каждый из которых содержит одну пару (подвижный и неподвижный) коммутирующих контактов в отдельном корпусе.

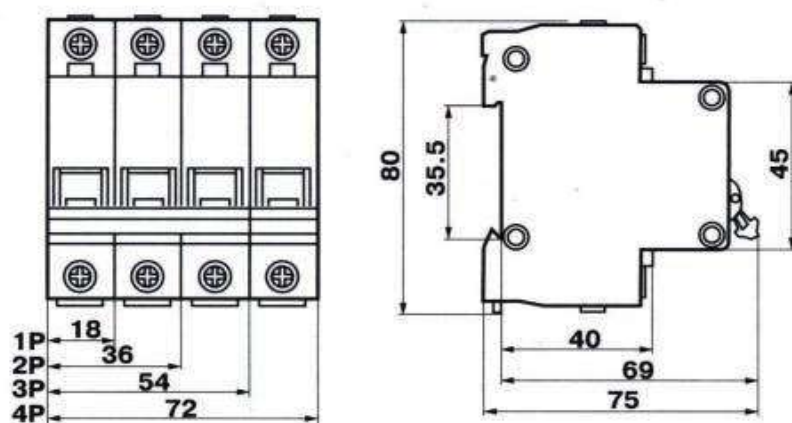


Рис. 12.1. Габаритные и установочные размеры ВН-32 (4 полюса)

Аппараты дистанционного управления приводятся в действие без непосредственного участия обслуживающего персонала, при помощи аппаратов ручного управления (кнопок) либо других аппаратов дистанционного управления (реле), а также аппаратов защиты (автоматических выключателей). К данному виду аппаратов относят контакторы, пускатели и реле.

Контактор — аппарат, предназначенный для частых включений (до 1500 вкл./ч) в силовой цепи (цепи питания электроприемников), приводимый

в действие с помощью электромагнита. Более распространенными являются сочетания контакторов с аппаратами управления, защиты и сигнализации, называемые *магнитными пускателями*.

Контакторы классифицируют *по роду тока* — переменный или постоянный, *по числу полюсов* — одно-, двух-, трехполюсные, *по исполнению контактов* — с замыкающими или размыкающими контактами.

Реле — устройство, включающее или отключающее электрические цепи управления под действием электрических, тепловых, механических или других импульсов. Вследствие этого существуют различные виды реле — тока, напряжения, тепловые и пр.

Магнитные пускатели используют для местного, дистанционного и автоматического управления электроустановкой, а также для защиты электродвигателей от перегрузки — при наличии теплового реле и защиты от самозапуска при отключении напряжения питания.

Контакты магнитных пускателей делят на главные и вспомогательные. Главные контакты предназначены для подключения силовой электроустановки (электродвигателя, электронагревателя и пр.) к сети и рассчитаны на достаточно значительный ток. Вспомогательные контакты служат для управления сигнальными лампами, электромагнитными реле, катушками магнитных пускателей и рассчитаны на меньшие токи. Для управления магнитными пускателями применяют кнопки управления либо кнопочные посты.

Наиболее распространенные серии пускателей, используемых в сельскохозяйственном оборудовании, — ПМЛ, ПМ12 (могут применяться и другие серии).

Пускатель (рис. 12.2) имеет прямоходную Ш-образную магнитную систему, состоящую из сердечника 1, якоря 2 и заключенную в два корпуса 3, которые соединены между собой двумя пружинами 4. По направляющим корпусов скользит траверса 5, на которой укреплен якорь 2 и мостики главных и вспомогательных контактов 6. Пускатель имеет три главных контакта и один замыкающий или размыкающий вспомогательный контакт. Сердечник 1 крепится к основанию при помощи пластины 7 и амортизаторов 8, которые служат для смягчения удара во время включения. На крайних кернах сердечника крепятся короткозамкнутые витки 9. Втягивающая катушка 10 расположена на среднем керне сердечника и опирается на амортизаторы. Возвратная пружина 11 устанавливается на средний керн якоря.

При подаче напряжения питания на катушку в сердечнике создается магнитный поток, в результате чего якорь притягивается к сердечнику, вы-

зывая замыкание главных контактов. При отключении напряжения питания пружины возвращают якорь в исходное положение.

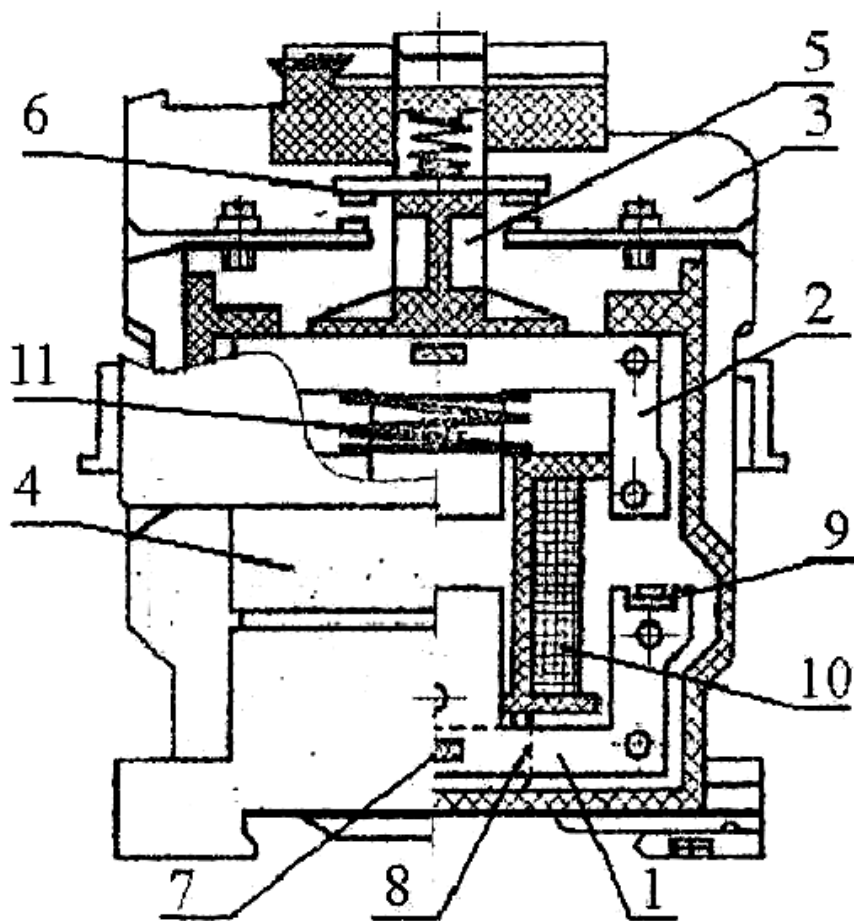


Рис. 12.2. Устройство пускателя серии ПМ12

В настоящее время благодаря достижениям силовой полупроводниковой техники для дистанционного бесконтактного включения и отключения силовых электрических цепей при нормальных режимах работы применяются тиристорные и симисторные коммутационные устройства, которые имеют значительно большую надежность и долговечность по сравнению с электромагнитными коммутационными устройствами (контакторами, пускателями).

К аппаратам защиты относятся, в частности, тепловые реле. Тепловые реле марок РТТ, РТЛ, применяемые в магнитных пускателях, служат для защиты электрических цепей от токов перегрузки. Тепловые реле РТЛ могут устанавливаться как непосредственно на пускатели марки ПМЛ, так и отдельно от пускателей (в последнем случае они должны быть снабжены клеммниками типа КРЛ). Номинальный ток контактов реле равен 10 А.

Тепловое реле работает следующим образом. Рабочий ток (ток нагрузки) проходит через нагреватель (сменные пластины из сплава с высоким удельным сопротивлением). Рядом расположена биметаллическая пластина, связанная с контактной системой реле.

Биметаллическая пластина состоит из пластин двух металлов с разным температурным коэффициентом линейного расширения, которые жестко соединены между собой. При нагревании данной пластины электрическим током непосредственно либо косвенно (при помощи нагревателя) происходит ее деформация, т. е. изгибание в сторону металла с меньшим коэффициентом линейного расширения.

В нормальном режиме работы, когда ток, проходящий по нагревателю, небольшой (выделяется небольшое количество теплоты), биметаллическая пластина почти не изгибается, контакты теплового реле замкнуты. Если же ток, протекающий через нагреватель, превышает номинальную величину (режим перегрузки), количество выделяемой в нагревателе теплоты увеличивается, биметаллическая пластина изгибается, воздействует на контактную систему, в результате чего контакты реле размыкаются, отключая питание катушки пускателя. После охлаждения биметаллической пластины контакты не могут самостоятельно занять первоначальное положение, поэтому необходимо нажать на кнопку ручного возврата контактов в исходное положение.

Наиболее распространенными аппаратами защиты являются автоматические выключатели. Они предназначены для автоматического размыкания электрических цепей при перегрузках и коротких замыканиях, при недопустимых снижениях напряжения, а также для нечастого включения и отключения цепей вручную.

При включении автоматического выключателя взводится механизм свободного расцепления и ставится на защелку. При освобождении механизма от удерживающего действия контакты автоматического выключателя размыкаются под действием пружины. К освобождению защелки приводит воздействие на нее устройства ручного выключения или одного из расцепителей, т. е. механизма, который отключает автоматический выключатель.

Расцепители могут быть: электромагнитный максимального тока (максимальный); тепловой; комбинированный, имеющий электромагнитный и тепловой элементы; независимый дистанционный; минимального напряжения, а также полупроводниковый (электронный либо микропроцессорный).

В настоящее время в сельскохозяйственных электроустановках используются следующие типы автоматических выключателей: ВА51, ВА47, ВА88 и др.

Автоматические выключатели ВА47-29 и ВА47-100 — электрические коммутационные аппараты, снабженные комбинированными расцепителями. Они имеют модульную конструкцию, предусмотрено их одно-, двух-, трех- и четырехполюсное исполнение; монтаж автоматических выключателей производят на 35 мм монтажную DIN-рейку (рис. 12.5).

Предусмотрены 3 варианта монтажа выключателей: 1) обычное подключение под зажим оконцованными наконечниками проводников и шин; 2) втычной монтаж посредством специальной панели; 3) выдвижной вариант — с креплением непосредственно на шинах с помощью резьбовых шпилек.

Типичным представителем современных устройств защитного отключения (УЗО) является выключатель ВД1-63, также относящийся к защитным аппаратам (рис. 12.3).

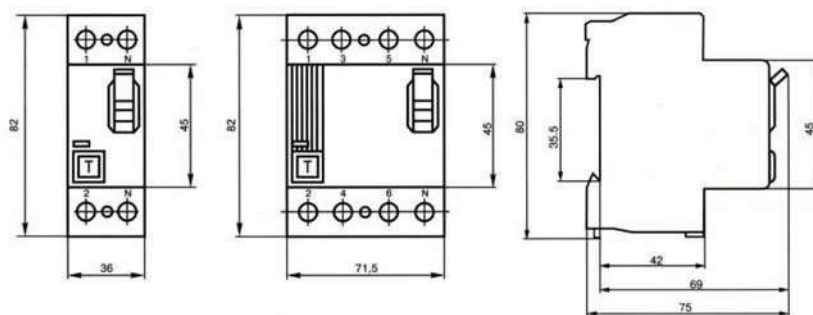


Рис. 12.3. Габаритные и установочные размеры ВД1-63 (2-х и 4-полюсного исполнения)

Выключатель дифференциальный ВД1-63 предназначен для защиты человека от поражения электрическим током при случайном непреднамеренном прикосновении к токоведущим частям электроустановок либо в случае повреждения изоляции электроустановок.

Основным параметром, на который реагирует при срабатывании УЗО, является так называемый «ток утечки» — ток, проходящий через человека в результате прикосновения к токоведущим частям либо частям, оказавшимся под напряжением. Указанный ток может составлять десятки и сотни миллиампер, однако УЗО настраивается на срабатывание при значительно меньшем токе. Это обеспечивает быстрое действие защиты и снижение вероятности тяжелых травм и гибели человека. Величина тока утечки, на который настроено УЗО (при достижении этой величины контакты устройства размыкаются), называется уставкой УЗО. Как правило, стандартные уставки для защиты от электропоражений — 10, 30, 100 мА.

Выключатели с уставкой срабатывания 300 мА и 500 мА предназначены для предотвращения возгорания и пожаров вследствие протекания токов утечки на землю. При использовании выключателя ВД1-63 необходимо последовательно с ним включать автоматический выключатель ВА 47-29 или другой (аналогичного или меньшего номинала), так как функционально выключатель ВД1-63 не предусматривает защиту от сверхтока (короткого замыкания и перегрузки).

С целью снижения затрат на электрические аппараты возможно использование взамен УЗО и автоматического выключателя дифференциальных автоматических выключателей (например, марки АД-12, АД-14).

Благодаря высокому быстродействию дифференциальные автоматы с уставкой срабатывания 10 мА и 30 мА обеспечивают эффективную защиту человека от поражения электрическим током в случае его прикосновения к токоведущим частям или к элементам электрооборудования, оказавшимся под напряжением в результате повреждения изоляции токоведущих частей. При этом дифавтомат обеспечивает защиту электрооборудования от сверхтока (короткого замыкания и перегрузки). Кроме того, в ряде исполнений АД-12 и АД-14 предусмотрена защита от импульсных перенапряжений в сети.

Конструкция дифференциального автомата представляет собой соединение двух функциональных узлов: электронный модуль дифференциальной защиты и автоматический выключатель.

Установка электрических аппаратов возможна внутри шкафов, либо защитных корпусов, а также непосредственно на опорные основания при соответствующей степени защиты оболочки аппарата. Шкафы различного назначения (силовые, вводно-распределительные, управления и пр.) могут комплектоваться для установки аппаратов либо монтажной панелью, либо стандартными рейками. Монтажная панель представляет собой стальной окрашенный лист толщиной до 1,5 мм, с размерами, соответствующими размеру шкафа. При необходимости крепления аппарата в данной панели выполняются отверстия, нарезается резьба; крепление аппарата производится винтами.

Аппараты управления и защиты электрооборудования, как правило, размещаются в шкафах с учетом эргономики в следующем порядке: в верхней части шкафа устанавливаются вводные аппараты и аппараты защиты, рассчитанные на значительные токи. Прочие аппараты защиты размещаются ниже указанных ранее, еще ниже устанавливаются аппараты дистанционного управления (контакторы, пускатели, реле). Аппараты ручного

управления (кнопки и переключатели) устанавливаются на дверях шкафов и щитов с использованием заранее подготовленных отверстий.

Аппараты модульного исполнения устанавливаются в шкафах на стандартные монтажные рейки сложного профиля. Конструкция и размеры основных видов реек представлены на рисунках 12.4–12.8.

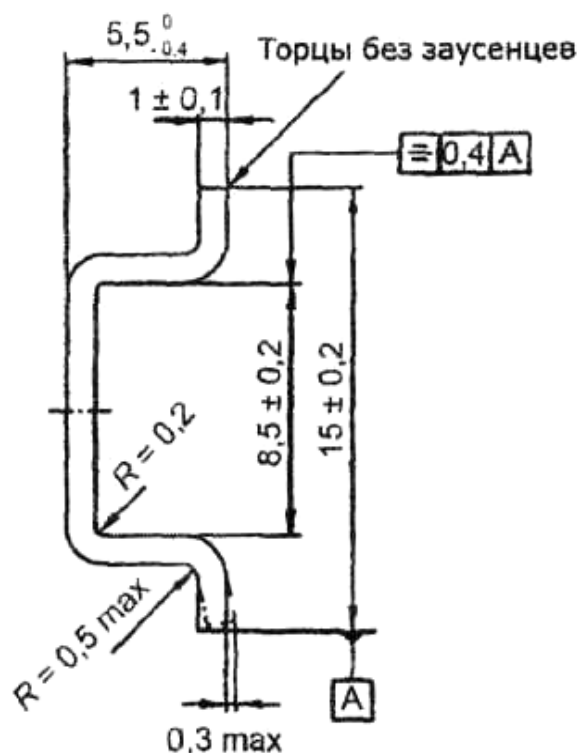


Рис. 12.4. Т-образная направляющая шириной 15 мм для крепления аппаратуры

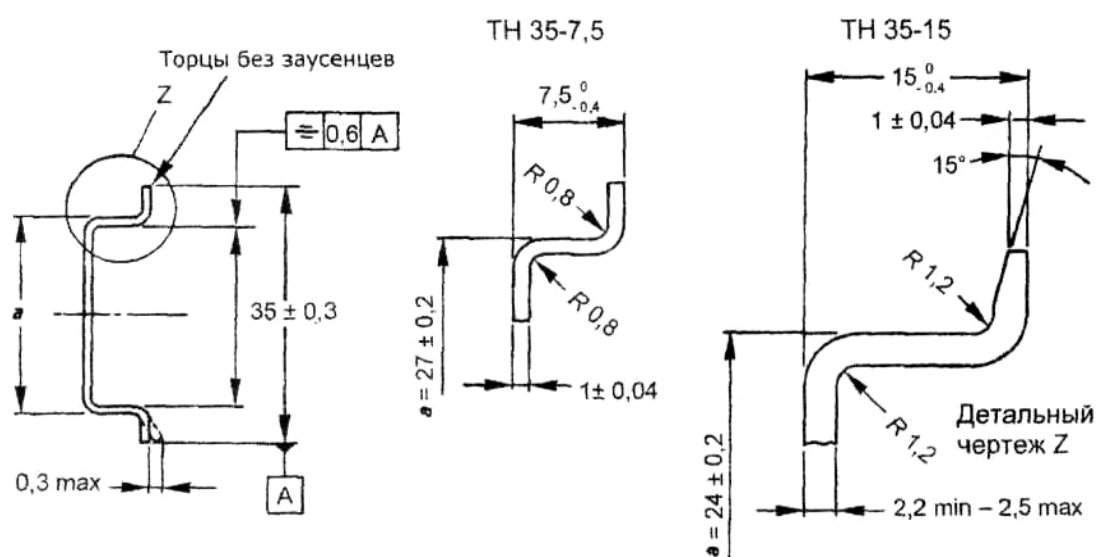


Рис. 12.5. Т-образные направляющие шириной 35 мм для крепления аппаратуры (DIN-рейки)

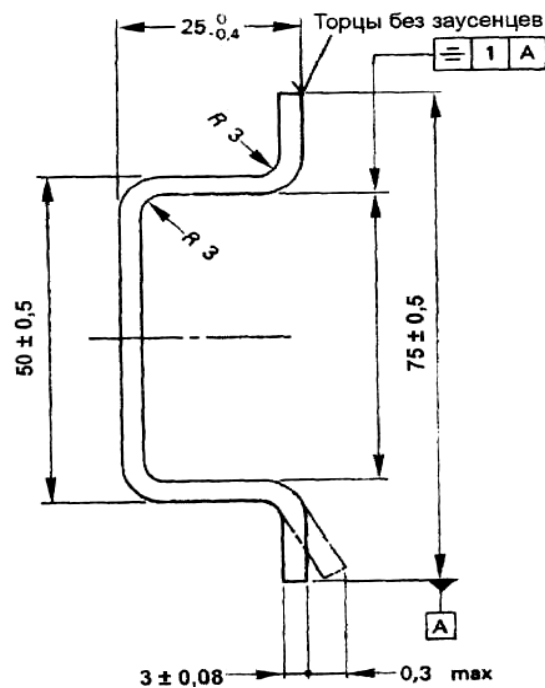


Рис. 12.6. Т-образная направляющая шириной 75 мм для крепления аппаратуры

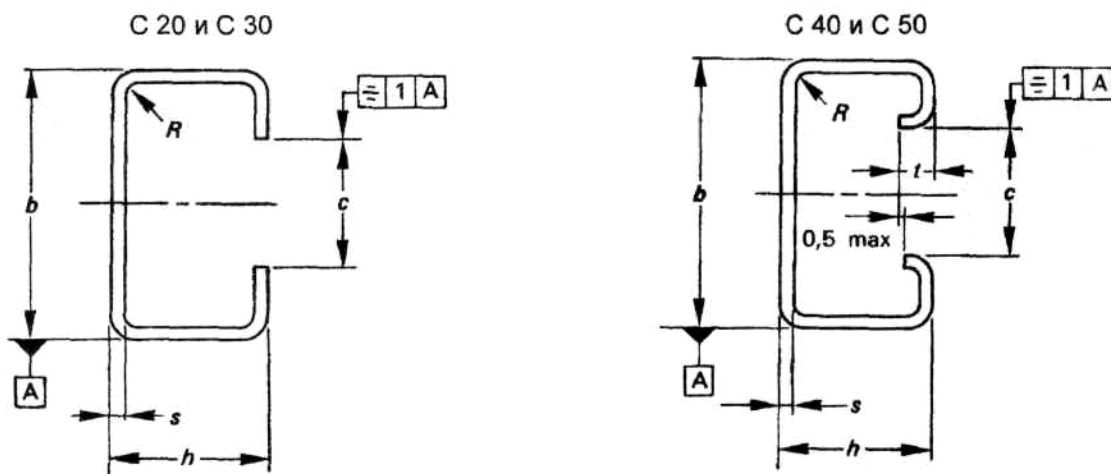


Рис. 12.7. Направляющие С-образного профиля

Размеры направляющих С-образного профиля указаны в таблице 12.1.

Таблица 12.1

Размеры направляющих С-образного профиля, мм

Форма профиля	$b \pm 0,75$	$h \pm 0,75$	c	R_{\max}	$s \pm 0,1$	$t \pm 1,2$
С 20	20	10	$11 \pm 0,3$	1	1	-
С 30	30	15	$16 \pm 0,5$	1,5	1,5	-
С 40	40	22,5	$18 \pm 0,5$	2	2	5,5
С 50	50	30	$22 \pm 0,5$	3	3	7

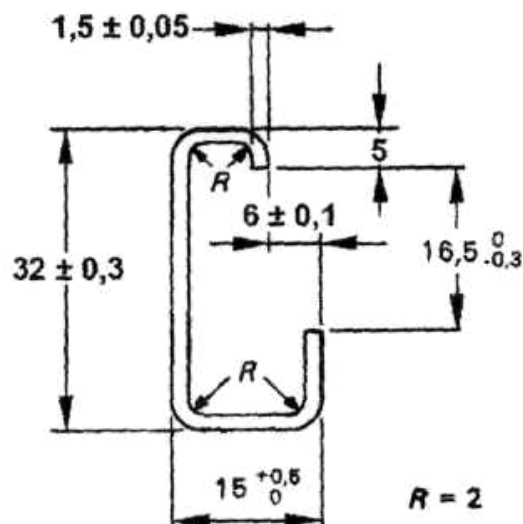


Рис. 12.8. Размеры направляющих G-образного профиля

Крепление аппаратов на бетонных или кирпичных стенах из полнотелого кирпича осуществляется без переходных деталей с помощью дюбелей (распорных). Тип дюбеля указывается на монтажном чертеже.

На железобетонных колоннах электрические аппараты устанавливаются на переходных деталях, которые, в свою очередь, крепятся к колоннам дюбель-винтами.

На стальных колоннах электрические аппараты устанавливаются на стальных профилях (при помощи закладных гаек), которые, в свою очередь, крепятся к колоннам при помощи сварки.

Присоединение проводников к выводам электрических аппаратов выполняется согласно методике, изложенной в лабораторной работе 4. Для выполнения электрослесарных работ по установке пускозащитных аппаратов используются инструменты и приспособления для сверления отверстий, нарезания резьбы, разделки и оконцевания проводов и кабелей, а также измерительные, разметочные инструменты, при необходимости — электросварочное оборудование. При работе с указанным оборудованием следует выполнять соответствующие условия техники безопасности.

Упражнение 12.1. Установка электрических аппаратов в щите на монтажную панель

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с конструкцией щитов, представленных в лаборатории.
2. Выполнить компоновку аппаратов на монтажной панели щита по указанию преподавателя с учетом требований, изложенных в работе.

3. Выполнить разметку и сверление отверстий для крепления аппаратов в монтажной панели.

4. Нарезать резьбу в полученных отверстиях и подобрать крепежные элементы.

5. Закрепить электрические аппараты на монтажной панели щита.

Упражнение 12.2. Установка электрических аппаратов в щите (корпусе) на стандартных рейках

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с конструкцией щитов (корпусов), представленных в лаборатории.

2. Подобрать модульные электрические аппараты для установки на стандартных рейках (DIN-рейках) и выполнить их компоновку по указанию преподавателя.

3. Установить электрические аппараты на DIN-рейки.

4. При необходимости установить на стандартную рейку шину заземления.

Упражнение 12.3. Установка пускозащитной аппаратуры вне щитов на опорной поверхности

Порядок выполнения работы.

1. По указанию преподавателя подобрать электрический аппарат и выполнить разметку лабораторного стенда, имитирующего опорную поверхность для установки аппарата.

2. Выполнить сверление отверстий в стенде (при необходимости) и подобрать крепежные элементы.

3. Закрепить электрический аппарат на опорной поверхности.

Лабораторная работа 13

ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ

Современный уровень развития сельскохозяйственного производства и достижения в области науки и техники позволяют переходить от механизации и электрификации отдельных операций к автоматизации *технологических процессов (ТП)*, когда выполнение всех функций управления этими процессами или их части осуществляется с помощью автоматических устройств. Автоматизация ТП связана с созданием *систем автоматического управления (САУ)*, обеспечивающих протекание ТП в соответствии с заданным алгоритмом. При этом, если часть функций управления выполняет человек, а другую часть — автоматические устройства, то такие системы называют *автоматизированными*. Если же все функции управления возложены на автоматические устройства, такие системы называют *автоматическими*.

Любую систему автоматического управления можно представить в виде объекта управления (ОУ), в котором происходит подлежащий управлению процесс, и управляющего устройства (УУ), предназначенного для выполнения задачи управления этим процессом. Объектами управления могут быть производственное помещение, ТП целиком или его часть. Наиболее распространенная задача, решаемая САУ, — *стабилизация* какого-либо параметра, т. е. поддержание заданного значения управляемой величины при изменяющихся возмущающих воздействиях.

В этом случае процесс управления называют *регулированием*, объект управления — *объектом регулирования*, управляющее устройство таких систем — *автоматическим регулятором*, а сами системы — *системами автоматического регулирования (САР)*.

Рассмотрим кратко основные элементы САР.

Измерительный преобразователь — устройство, которое воспринимает значение измеряемого параметра и преобразует его в выходной сигнал для дальнейшего использования в системе управления.

Датчик — измерительный преобразователь, выполненный в виде технического устройства, представляющего собой самостоятельное изделие.

Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент датчика) — преобразователь, непосредственно воспринимающий изменения

измеряемой величины. В простейшем случае датчик может состоять только из чувствительного элемента, например, термопары, поплавка. Для преобразования сигнала датчика, например усиления, предназначен измерительный преобразователь.

Измерительный прибор — средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия оператором. В системах автоматизации применяют как приборы для измерения электрических величин (напряжение, ток, сопротивление, мощность, количество израсходованной энергии), так и приборы для измерения неэлектрических величин (температура, влажность, давление, расход вещества, освещенность и др.).

Наибольшее распространение в системах автоматики получили средства измерения температуры на основе преобразователей термоэлектрических (термопар), платиновых и медных термопреобразователей сопротивления и полупроводниковых терморезисторов. Кроме того, широко используют деформационные датчики на основе биметаллических пластинок, изгибающихся при нагреве и воздействующих на контакты, а также манометрические датчики температуры.

Термопара — это два разнородных проводника, спаянные концы которых находятся при разных температурах T_1 и T_2 . Возникающая при этом термо ЭДС прямо пропорциональна разности температур. При измерении один спай, находящийся в области измеряемой температуры, называют горячим, или измерительным. Холодный спай — место паяного контакта между концами термопары и соединительными проводами. Температуру холодного спая поддерживают постоянной или вводят цепи коррекции. Для защиты термопары от повреждений ее помещают в защитный чехол.

Для исключения короткого замыкания проводников термопары используют трубчатые изоляторы.

Для изготовления термопар наибольшее применение нашли сплавы хромель (90 % Ni и 10 % Cr), копель (56 % Cu и 44 % Ni) и алюмель (95 % Ni, остальное Al, Si и Mr). Диапазон измеряемых температур хромель-копелевых термопар составляет от -50 до $+800$ °C, хромель-алюмелевых — от -50 до $+1000$ °C. Датчики на основе термопары (рис. 13.1) работают совместно с электронными регуляторами температуры, или контроллерами.

Термопреобразователи сопротивления (ТС) — это преобразователи, принцип действия которых основан на способности различных материалов менять свое электрическое сопротивление в зависимости от изменения темпера-

туры, причем эта зависимость близка к линейной. Платиновые ТС (ТСП) применяют для измерения температуры от -260 до $+1100$ °С, медные (ТСМ) — от -200 до $+200$ °С.

В качестве вторичных преобразователей для ТС применяются терморегуляторы и термоконтроллеры.

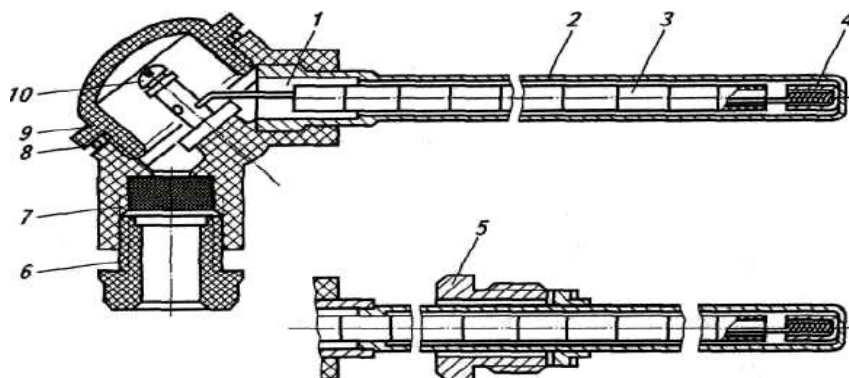


Рис. 13.1. Конструкция термоэлектрического преобразователя на основе термопары: 1 – герметизирующий состав; 2 – защитный чехол; 3 – трубчатые изоляторы для проводов термопары; 4 – термопара; 5 – штуцер для крепления термопреобразователя на технологическом оборудовании; 6 – штуцер для ввода измерительного кабеля; 7 – головка; 8 – уплотнительная прокладка; 9 – крышка; 10 – зажимы для присоединения проводов кабеля

Терморезисторы и позисторы — это полупроводниковые преобразователи температуры, которые имеют соответственно отрицательный и положительный температурные коэффициенты сопротивления. У первых электрическое сопротивление с ростом температуры уменьшается, у вторых — возрастает. Они обладают значительно большей чувствительностью к температуре, чем ТС. Их недостаток — существенная нелинейность характеристик (т. е. зависимость сопротивления от температуры носит нелинейный характер), что снижает точность измерения и требует индивидуальной градуировки каждого датчика. Полупроводниковые терморезисторы применяют для измерения температур от -60 до $+180$ °С. Данный вид термопреобразователей (позисторы) используют, например, в системах пожарной сигнализации, в устройствах защиты электродвигателей от перегрузок.

Манометрические термометры и терморегуляторы применяют, например, в теплогенераторах зерносушилок, паровых котлах и другом теплотехническом оборудовании. Они состоят из термобаллона, заполненного газом или парожидкостной смесью. Баллон через капилляр соединен с измерителем давления, например, трубчатой пружиной. При изменении температуры баллона, помещенного в измеряемую среду, меняется давление паров газа

внутри баллона, что приводит к закрутке трубчатой пружины и отклонению стрелки, связанной через систему рычагов с концом пружины. Прибор может иметь подвижные электрические контакты, расположенные на стрелке, и неподвижные, установленные на пути движения стрелки. Перемещением неподвижных контактов можно задавать диапазон регулирования температуры за счет подключения к ним электрических исполнительных механизмов.

В качестве первичных измерительных преобразователей для датчиков давления широко используют различные упругие элементы (трубчатые пружины, сильфоны, мембраны и др.), преобразующие давление в деформацию, а деформацию — в механическое перемещение. Так, например, в датчиках давления типа «Сапфир» в качестве упругого элемента применяют тонкую пластинку из искусственного сапфира с кремниевыми пленочными тензорезисторами, прочно соединенными с металлической мембраной преобразователя. Основное свойство тензорезисторов — способность изменять свое электрическое сопротивление при деформации. При проведении измерений давление преобразуется в деформацию, вследствие чего изменяется сопротивление тензорезисторов, которое преобразуется в стандартный электрический сигнал. Такие датчики широко используют для измерения избыточного и абсолютного давления в системах автоматики; для измерения давления нейтральных и агрессивных сред при температуре окружающей среды от -20 до $+80$ °С.

Для измерения и контроля уровня жидкости и сыпучих материалов используют *манометрические, поплавковые, емкостные* и другие датчики.

В *манометрических датчиках* измеряют давление столба жидкости или сыпучего материала, находящегося в резервуаре. Так, например, в мембранных датчиках уровня зерна в бункерах мембрана действует на контакты микропереключателя, включающего или отключающего исполнительный механизм загрузки зерна. Датчик можно крепить к стенке бункера или опускать в бункер на специальной трубе.

В *поплавковых датчиках* измеряют положение поплавка, находящегося на поверхности жидкости. Поплавок через систему тросов или рычагов может воздействовать на переключатель, позволяющий включить или отключить электронасос.

В *емкостных датчиках* измеряют емкость специального конденсатора, установленного в баке, которая зависит от уровня жидкости.

Для электропроводных жидкостей используют и кондуктометрические (электродные) датчики. Они состоят из короткого и длинного электродов. Короткий электрод — это контакт верхнего уровня, а длинный —

контакт нижнего. Датчик соединяют проводами со станцией управления электронасосом. Касание коротким электродом воды приводит к отключению электронасоса, понижение уровня воды ниже длинного электрода приводит к включению насоса.

К специальным исполнительным механизмам относят *электродвигательные* исполнительные механизмы, которые содержат в одном корпусе электродвигатель с редуктором, конечные выключатели для отключения электродвигателя в крайних положениях регулирующего органа и элементы обратной связи. Промышленность выпускает одно- и многооборотные электродвигательные исполнительные механизмы, предназначенные для приведения в действие и перемещения различных регулирующих органов (задвижки, заслонки, клапаны, вентили и др.).

Электрический однооборотный исполнительный механизм (МЭО) — электромеханическая система, предназначенная для приведения в действие регулирующих органов объектов управления в соответствии с командными сигналами регулирующих и управляющих устройств.

На исполнительный механизм действует сигнал с усилительно-преобразовательного устройства. Простейшими усилителями могут служить магнитные пускатели, контакторы, тиристорные ключи.

Для управления регулируемыми органами используют и *электромагнитные* исполнительные механизмы — быстродействующие электромагниты с втягивающимся якорем, преобразующие энергию электрического тока в поступательное движение регулирующего органа.

Монтаж средств автоматизации и контрольно-измерительных приборов, как правило, проводят в две стадии. На первой стадии одновременно с основными строительными работами размечают трассы и устанавливают опорные конструкции для проводок, щитов, приборов, заготавливают монтажные узлы и блоки. На второй стадии после окончания строительных работ прокладывают электропроводки, устанавливают и подключают щиты, приборы, проводят проверку работы оборудования.

Во избежание повреждения приборы и аппаратуру не допускается устанавливать в помещениях с незаконченными строительными и отделочными работами, а также до окончания работ по монтажу технологического оборудования.

Основными документами для монтажа средств являются типовые чертежи. Типовые чертежи разработаны на весь комплекс решений, связанных с установкой того или иного прибора (аппарата), в следующем составе:

- а) типовой монтажный чертеж установки прибора (ТМ);
- б) типовой монтажный чертеж на отдельные узлы крепления установочных типовых конструкций;
- в) типовые конструкторские чертежи на изготовление установочных конструкций.

Типовые чертежи на установку приборов на технологических трубопроводах и оборудовании, как правило, кроме ТМ и ТК содержат чертежи закладных конструкций (ЗК).

Закладные конструкции — это устройства, встраиваемые в технологические трубопроводы и оборудование, обеспечивающие установку на них приборов систем автоматизации. Закладные конструкции должны обеспечивать необходимую герметичность технологических трубопроводов и оборудования до установки на них приборов. Это дает возможность гидравлических и пневматических испытаний трубопроводов и оборудования до установки приборов, что важно для их сохранности. Установка закладных конструкций должна быть предусмотрена в технологической части проекта.

Закладная конструкция для установки термометра по ТМ4-142-75 имеет шифр ЗК4-1-75 (рис. 13.2).

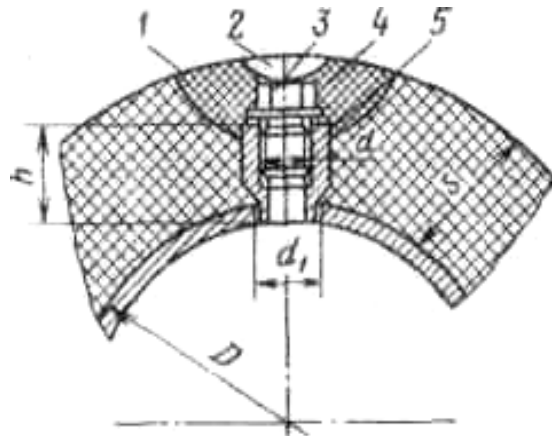


Рис. 13.2. Закладная конструкция ЗК4-1-75:

1 — легкоснимаемый изоляционный слой; 2 — лунки; 3 — пробка; 4 — прокладка;
5 — бобышка; D — диаметр трубы

Монтаж приборов и систем автоматизации осуществляют в соответствии с проектом, техническими условиями, инструкциями заводоизготовителей и условиями эксплуатации. Места установки приборов, аппаратуры должны быть доступны и удобны для обслуживания, а также хорошо освещены. В труднодоступных местах для удобства обслуживания приборов и аппаратуры устанавливают лестницы и площадки.

Приборы для измерения и контроля различных технологических величин, например температуры, устанавливают на панели щитов. Такие приборы, как правило, выпускают в корпусах, предназначенных для утопленного монтажа. При таком монтаже приборы крепят скобами, зажимами, поставляемыми в комплекте с приборами. Крепление должно быть жестким, прочным и обеспечить удобство монтажа и демонтажа. После установки приборов выполнение операций, которые могут вызывать их вибрацию, не допускается.

Термоэлектрические преобразователи и термометры сопротивления по конструкции практически идентичны, поэтому методика их монтажа одинакова, примеры установки приведены на рисунках 13.3–13.7. Присоединение проводов или кабеля к зажимам этих устройств выполняют следующим образом. Вначале с преобразователя снимают крышку и выворачивают из головки вводный штуцер, после чего разделяют провода или кабель и выполняют концевую заделку. Затем на гибкий металлорукав, защищающий провода или кабель, наворачивают штуцер, затягивают в головку преобразователя жилы кабеля (провода), подтягивают к головке металлорукав и ввертывают в нее штуцер. Далее разводят жилы, оконцовывают кольцом и присоединяют их к зажимам датчика.

Перед монтажом *манометрических термометров и регуляторов* следует убедиться в целостности капилляра. Он не должен иметь вмятин, трещин и перегибов с радиусом менее 60 мм. Капилляр прокладывают по поверхностям, имеющим температуру окружающей среды. От горячих или холодных поверхностей его защищают теплоизолирующим материалом.

Манометры для измерения давления пара или горячей воды предохраняют от высокой температуры измеряемой среды. Для этого пар или воду подводят к прибору не прямой, а кольцеобразной или U-образной трубкой. Устанавливают их на уровне не ниже места отбора давления. Запрещается монтировать электроконтактные манометры непосредственно на отборном устройстве, так как вибрации могут привести к ложному срабатыванию контактного устройства.

Автоматические регуляторы, как и вторичные цепи, монтируют согласно правилам щитового монтажа приборов контроля и средств автоматизации (см. далее). Непосредственно в производственных помещениях автоматические регуляторы устанавливают в местах, удобных для обслуживания (хорошая освещенность, легкий доступ) и не подверженных вибрации. Если крайне необходимо разместить их там, где исключить вибрацию невозможно, применяют резиновые и пружинные амортизаторы. В запыленных и чрезмер-

но влажных местах, в помещениях с резким перепадом температуры, агрессивными парами и газами их монтируют в уплотненных шкафах.

Электрические исполнительные механизмы размещают в непосредственной близости от регулирующих органов, причем ось выходного вала должна занимать горизонтальное положение. Применяют как непосредственное сочленение исполнительного механизма и регулирующего органа, так и с помощью кривошипа и жесткой тяги. Иногда используют сочленение при помощи гибких тросов, цепей и др. Примеры установки датчиков температуры представлены на рисунках 13.3–13.7.

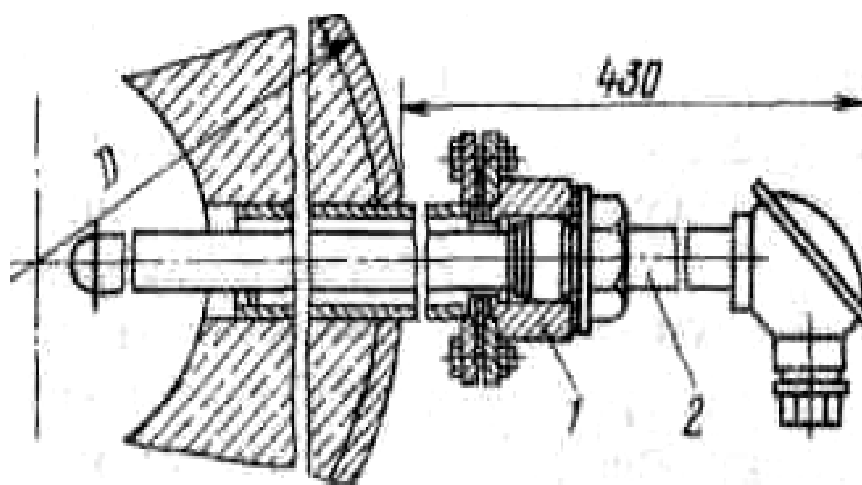


Рис. 13.3. Установка термоэлектрического термометра в оправе фланцевой с бобышкой на трубопроводе ($D = 530$ мм) или металлической стенке с внутренней кирпичной кладкой по ТМ4-153-75: 1 – закладная конструкция по ЗК4-17-75; 2 – термометр

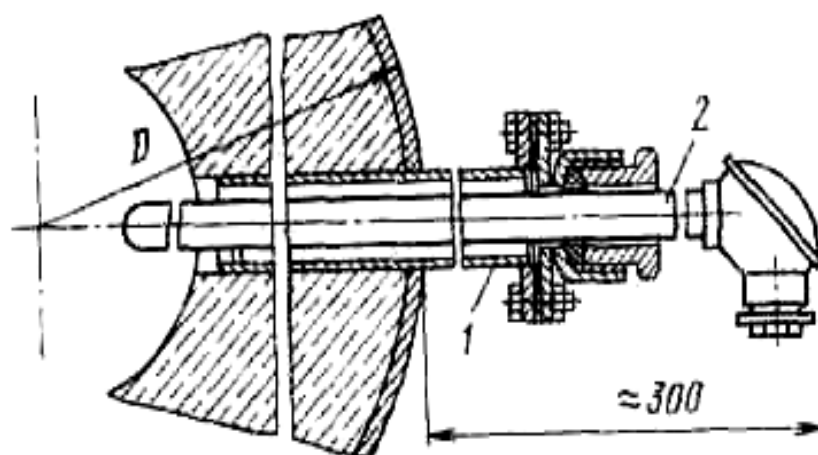


Рис. 13.4. Установка термоэлектрического термометра в оправе фланцевой с сальником на трубопроводе ($D = 530$ мм) или металлической стенке с внутренней кирпичной кладкой по ТМ4-155-75: 1 – закладная конструкция по ЗК4-19-75; 2 – термометр

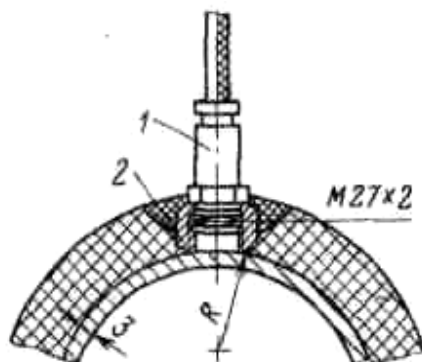


Рис. 13.5. Установка термометра сопротивления поверхностного по ТМ4-167-75:

1 – термометр типа ТСП-591; 2 – закладная конструкция по ЗК4-7-75

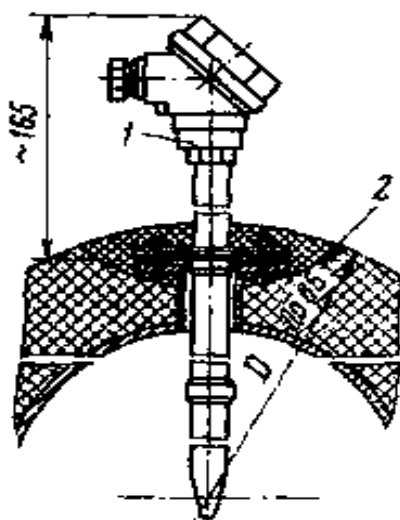


Рис. 13.6. Установка термоэлектрического термометра с фланцем на трубопроводе ($D = 377$ мм) или металлической стенке по ТМ-166-75:

1 – термометр типа ТПР-4075; 2 – закладная конструкция ЗК4-14-75

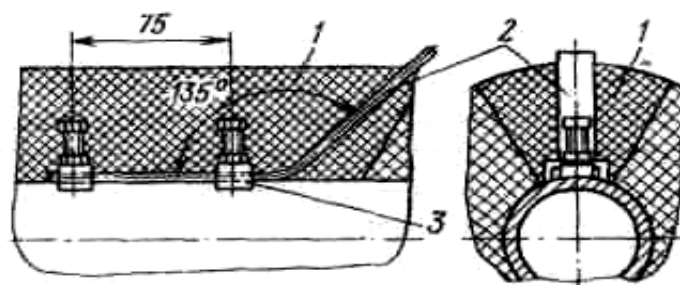


Рис. 13.7. Установка термоэлектрического поверхностного термометра на трубопроводе или металлической стенке по ТМ4-168-75:

1 – легкоснимаемый изоляционный слой; 2 – термометр типа ТКХП-XVIII;
3 – закладная конструкция по ЗК4-9-75

Средства автоматизации и контрольно-измерительные приборы (КИП) в целях защиты от внешних воздействий и удобства обслуживания монтируют на щитах, в шкафах, пультах, панелях. По назначению щиты подразделяют на диспетчерские, управления, релейной защиты и автоматики, сигнализации, распределительные. По конструктивному исполнению, исходя из условий внешней среды, щиты для автоматизации технологических процессов могут производиться открытыми (в виде панелей) и закрытыми (в виде шкафа).

Приборы и аппаратуру размещают как внутри, так и на лицевой панели щитов, а также на передней стенке щита, выполненного в виде шкафа. Их группируют по объектам управления или по управляемому параметру. Приборы и аппараты на распределительных устройствах устанавливают на высоте 400–2000 мм от уровня пола. Аппараты ручного оперативного управления (переключатели, кнопки) располагают на высоте не более 1900 мм и не менее 700 мм от уровня пола. Измерительные приборы следует устанавливать таким образом, чтобы шкала каждого из приборов находилась на высоте 1000–1800 мм от уровня пола.

Пульты применяют при необходимости управления и контроля несколькими технологическими процессами с одного места. На них устанавливают автоматические регуляторы, измерительные приборы, переключатели, кнопки, сигнальную аппаратуру.

Компоновка аппаратуры, арматуры и установочных изделий (в дальнейшем именуемых «аппаратура») должна быть выполнена с учетом их конструктивных особенностей, функционального назначения, обеспечения удобства монтажа и эксплуатации, размеров монтажных зон щитов и пультов.

Для обеспечения необходимых комфортных условий эксплуатации и безопасного обслуживания приборы и СА в щитах рекомендуется располагать на следующих расстояниях от нижней кромки опорной рамы:

1) 1700–1975 мм — трансформаторы, стабилизаторы, выпрямители, сирены сигнальные (массой до 10 кг), пускатели, ревуны, звонки громкого боя, источники питания малой мощности, патроны для освещения щита. Трансформаторы, стабилизаторы, выпрямители (массой более 10 кг) устанавливают в нижней части;

2) 700–1700 мм — выключатели, предохранители, автоматические выключатели, розетки;

3) 600–1900 мм — реле, регуляторы, функциональные блоки, элементы аналоговой и дискретной техники, преобразователи;

- 4) 350–600 мм — сборки контактных зажимов горизонтальные;
- 5) 350–1975 мм — вертикальные.

Аппаратуру внутри малогабаритных щитов следует располагать с учетом высоты установки щитов над уровнем пола.

При установке электрических аппаратов между открытыми токопроводящими частями разных фаз (полярности) рядом стоящих аппаратов, а также между токопроводящими частями и неизолированными металлоконструкциями должны быть обеспечены расстояния: не менее 20 мм — по поверхности изоляции и 12 мм — по воздуху.

Внутрищитовые электропроводки выполняют проводами с медными жилами. При питающем напряжении до 400 В цепи управления, сигнализации, измерений монтируют установочными проводами с ПВХ-изоляцией марки ПВ, ПГВ площадью сечения 1,0–2,5 мм², с изоляцией — на напряжение 660 В. Монтаж слаботочных цепей управления и сигнализации напряжением до 60 В выполняют монтажными проводами марок ПМВ и ПМВГ площадью сечения 0,35–0,75 мм². Защитные (РЕ) проводники и шины могут быть проложены без изоляции. Нулевые рабочие (N) проводники, шины и совмещенные (PEN) проводники прокладывают с изоляцией.

Соединения между приборами, расположенными вне щита или пульта, а также расположенными на других щитах, выполняют через зажимы наборных реек или штепсельные разъемы.

Цепи, выполненные компенсационными проводами (от термодатчиков), подключают непосредственно к зажимам приборов, минуя зажимы наборных реек. Зажимы наборных реек на щитах устанавливают по группам, в зависимости от агрегата, напряжения питания и назначения, например, для цепей управления, измерительных цепей, требующих экранирования.

Переход проводов с неподвижной на подвижную (выдвигаемую, открываемую) часть панели необходимо осуществлять в виде гибкого соединения медными проводами с многопроволочной жилой. При числе проводов меньше семи переход на подвижную часть, например, дверцу, целесообразно выполнять плоским (рис. 13.8, а), при большем числе проводов (до 15) — в виде скручивающегося жгута (рис. 13.8, б). Алюминиевые провода для гибких соединений применять не допускается.

При совместной установке зажимов, рассчитанных на различные напряжения, зажимы цепей напряжением 380/220 В и выше необходимо выделять, закрывать крышками и снабжать предупредительной надписью с указанием напряжения. Разделку контрольных кабелей выполняют до прокладки

жил по панелям и подключения к аппаратам. К панелям контрольные кабели следует подводить снизу. Расстояние от верха зажима до места изгиба провода должно быть не менее 50 мм. Расстояние от наборного зажима до заделки контрольного кабеля — не более 150 мм.

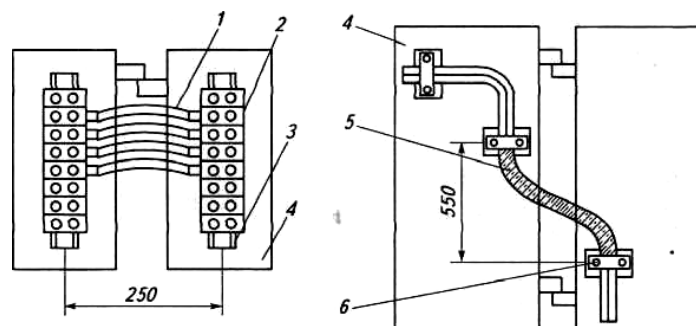


Рис. 13.8. Гибкие соединения:

- а* — однорядный плоский поток; *б* — вертикальный гибкий жгут; *1* — провод;
2 — наборный зажим; *3* — рейка зажимов; *4* — подвижная панель;
5 — жгут из проводов; *6* — скоба с изоляционной прокладкой

Провода в пределах щитов, пультов могут быть собраны в жгуты.

Прокладка проводов жгутами должна быть выполнена с соблюдением следующих требований:

- 1) жгуты проводов необходимо прокладывать горизонтально или вертикально по кратчайшим расстояниям с минимальным числом изгибов и перекрещиваний;
- 2) жгуты проводов не должны закрывать доступ к контактным и крепежным устройствам приборов и аппаратуры и затруднять их обслуживание;
- 3) горизонтальные жгуты проводов должны быть прикреплены к малой полке скоб и угольников, на которые устанавливается аппаратура, с помощью перфорированной ленты с кнопками или другими аналогичными способами, причем, если аппараты защищенного исполнения с задним присоединением проводок установлены на двух скобах (угольниках), то горизонтальные жгуты проводов должны быть прикреплены только к нижней скобе (угольнику);
- 4) в случае крепления хвостовых частей приборов с удлиненным корпусом или тяжелых приборов электрические проводки к ним следует прокладывать по поддерживающим прибор конструкциям.

В распределительных устройствах провода можно прокладывать следующими способами: свободно висящими пакетами на струнах без крепления к панели, на лотках, перфорированных профилях, напрямую. Площадь поперечного сечения жил медных проводов и кабелей по условиям механической

прочности должна быть не менее $1,5 \text{ мм}^2$. По панелям шкафов соединительные провода прокладывают только вертикально или горизонтально. Ответвления должны выполняться под прямым углом.

Соединять жилы можно только на наборных зажимах и выводах аппаратов с обязательной установкой шайбы-звездочки, при этом жилы должны иметь запас для повторного присоединения. Все аппараты в пределах одной панели соединяют без вывода соединяющих проводов на наборные зажимы, за исключением цепей для подключения испытательной и проверочной аппаратуры. Соединения между выводами аппаратов следует выполнять неразрезанными перемычками.

Кольца на концах жил располагают в зажиме по ходу винта, который плотно затягивают, не допуская «выдавливаний» жилы или срыва резьбы. Если к зажиму присоединяют два провода, то между кольцами прокладывают шайбу. Запрещено соединение более двух проводов под один винт. Запрещено изгибать провода и жилы кабелей плоскогубцами, делать плоскогубцами кольца на жилах. Провода перед прокладкой выправляют и протирают ветошью, пропитанной парафином.

Упражнение 13.1. Установка датчика температуры на трубопроводе

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с конструкциями датчиков температуры и фрагментов трубопроводов, представленных в лаборатории.
2. Подобрать детали для установки датчиков температуры согласно монтажным чертежам (по указанию преподавателя).
3. Выполнить установку датчиков на трубопроводе.

Упражнение 13.2. Установка регулятора температуры в шкафу управления

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с конструкцией регуляторов температуры и шкафов управления, представленных в лаборатории.
2. Определить способ установки терморегулятора в шкафу и подобрать необходимый инструмент.
3. Выполнить установку терморегулятора аналогично установке электрических аппаратов (см. работу 12).

Для заметок

Для заметок

Для заметок

Учебное издание

Селюк Юрий Николаевич, Довнар Ирина Викторовна

УЧЕБНАЯ ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНАЯ ПРАКТИКА

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск В. В. Лисовский
Редактор В. М. Воронович
Компьютерная верстка Д. И. Чергейко

Подписано в печать 22.10.2012 г. Формат 60×84¹/₈. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 26,5. Уч.-изд. л. 10,36. Тираж 100 экз. Заказ 877.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный
технический университет».

ЛИ № 02330/0552984 от 14.04.2010.

ЛП № 02330/0552743 от 02.02.2010.

Пр. Независимости, 99–2, 220023, Минск.