

Эбингер В.В., Осипов Я.Д., Осипова А.В.

**ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ.
ОСНОВЫ ПЕРВИЧНЫХ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



Уфа 2017

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

Эбингер В. В., Осипов Я.Д., Осипова А.В.

**ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ.
ОСНОВЫ ПЕРВИЧНЫХ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

УФА
Башкирский ГАУ
2017

УДК 621.9:621.3
ББК 34.5
Э 13

Авторы:

Эбингер В. В., Осипов Я.Д., Осипова А.В.

Рецензенты:

д.т.н., профессор кафедры «Электромеханика»
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический
университет» Саттаров Р.Р.,

д.т.н., заведующий кафедрой «Электроснабжение и применения
электрической энергии в сельском хозяйстве»

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»
Галиуллин Р.Р.

Эбингер, В.В.

Электрослесарные работы. Основы первичных профессиональных умений и навыков : учебное пособие / В.В. Эбингер, Я.Д. Осипов, А.В. Осипова. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2017. – 185 с.

ISBN 978-5-7456-0542-0

В учебном пособии описаны основные слесарные операции, а также рассмотрены некоторые смежные монтажные и электромонтажные операции, при которых необходимы навыки слесарных работ. При описании отдельных операций уделено внимание инструменту, специальному оборудованию, материалам, а также требованиям электро- и производственной безопасности.

Предназначено для освоения теоретического материала при прохождении учебной практики «Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков» обучающимися по направлению 35.03.06 Агроинженерия, профили подготовки «Электрооборудование и электротехнологии» и «Энергетические системы сельскохозяйственных потребителей». Пособие может быть полезно также при обучении рабочим профессиям в программах ДПО и при повышении квалификации по таким специальностям как монтажник металлоконструкций и оборудования по отраслям, электромонтажник, и другим, которым необходимы навыки проведения электрослесарных работ.

УДК 621.9:621.3
ББК 34.5

ISBN 978-5-7456-0542-0

© Эбингер В. В., Осипов Я.Д.,
Осипова А.В., 2017
© Башкирский ГАУ, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
1 ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП	7
1.1 Термины и определения электробезопасности	7
1.2 Действия электрического тока на организм человека	10
1.3 Защитные средства, применяемые в электроустановках	14
1.4 Классификация ручного электроинструмента по способу защиты от поражения электрическим током	19
1.5 Техника безопасности, производственная санитария и противопожарные мероприятия в учебных мастерских. Охрана труда	22
1.6 Организация рабочего места слесаря	29
2 КОНСТРУКЦИОННЫЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ	31
2.1 Классификация конструкционных материалов	31
2.2 Классификация электротехнических материалов	38
3 ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЙ. КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ	55
3.1 Общие сведения по метрологии	55
3.2 Измерительные, поверочные линейки и кронциркули	56
3.3 Штангенинструменты	57
3.4 Микрометрические инструменты	61
4 ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ СЛЕСАРНОЙ ОБРАБОТКИ	64
4.1 Разметка	64
4.2 Рубка	71
4.3 Резка металла	78
4.4 Правка и гибка	97
4.5 Опиливание	102
4.6 Сверление, зенкерование и развертывание отверстий	113
4.7 Нарезание резьбы	128
5 МОНТАЖНЫЕ И СБОРОЧНЫЕ РАБОТЫ	137
5.1 Клепка	137
5.2 Пайка	148
5.3 Соединение, ответвление и оконцевание проводов и кабелей	167
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	182
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	183

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие «Электрослесарные работы. Основы первичных профессиональных умений и навыков» содержит следующие разделы: подготовительный, с описанием норм и правил производственной безопасности при выполнении электрослесарных работ; конструкционные и электротехнические материалы; основы измерений и классификация измерительных средств; основные операции слесарной обработки; монтажные и сборочные работы.

Целесообразность данного учебного пособия обусловлена тем, что существующая учебная литература отражает каждый раздел данного пособия фрагментарно, либо как справочный материал, что затрудняет сбор информации и усложняет работу обучающихся.

Авторы на основе обобщения материалов учебников, научно-технической литературы, актуальной нормативно-технической документации и опыта преподавания составили настоящее учебное пособие, содержащее сведения о электротехнических и конструкционных материалах, используемых при изготовлении, монтаже и эксплуатации электрооборудования, упрощающее приобретение навыков безопасного выполнения слесарных и электрослесарных работ.

ВВЕДЕНИЕ

Современный рынок труда характеризуется неуклонным ростом конкуренции. Сложившаяся низкая конкурентоспособность молодых специалистов на рынке труда определяется многими факторами, в том числе нехваткой у молодежи достаточных профессиональных знаний, отсутствием необходимой квалификации и первичных профессиональных умений и навыков, в том числе, монтажных, пусконаладочных и слесарных работ.

Электрослесарь – квалифицированный специалист, который выполняет слесарные работы в процессе эксплуатации и ремонта электроконструкций и электрооборудования.

На сегодняшний день профессия электрослесаря включает в себя огромное количество узких специализаций, каждая из которых работает с определенным сегментом электрооборудования: электрослесарь по ремонту и эксплуатации взрывозащищенного электротехнического оборудования, электрослесарь по ремонту оборудования электростанций, электрослесарь по ремонту и обслуживанию оборудования распределительных устройств, электрослесарь по ремонту подвижного состава, электрослесарь по ремонту электрических машин (например, мостовых кранов или электродвигателей) и т.д.

Обязанности электрослесаря во многом определяются спецификой его работы. Однако существует и целый ряд общих обязанностей, не зависящих от специализации, в число которых входит: обеспечение работоспособности электрооборудования, регулярный осмотр механизмов на предмет выявления неисправностей, проведение профилактического ремонта в соответствии с производственными инструкциями или инструкциями завода-изготовителя, информирование руководства о необходимости приобретения тех или иных запчастей и т.д. Однако основной базой для каждого слесаря является владение общеслесарными операциями.

Название профессии «слесарь» имеет немецкое происхождение. Слесарь (по-немецки «Schlösser» от Schloss – замок) - квалифицированный рабочий по обработке металлов, сборке машин и оборудования и производства других работ по металлу, профессия широко распространенная во всех отраслях народного хозяйства. Слесари бывают: инструментальщики, лекальщики, сборщики, по ремонту станков, автомобилей, нефтегазоперерабатывающего оборудования, аппаратуры, водопроводчики и т.д. Слесари выполняют разнообразные работы

по обработке металлов обычно дополняющие механическую обработку или завершающие изготовление металлических изделий, сборкой машин и механизмов, а также их регулировкой.

Слесарные работы включают разнообразные технологические операции: разметку с целью нанесения границ обработки, рубку для разделения листового металла или грубого удаления излишнего металла с заготовки, правку и гибку металла, резку металла ножовкой и ножницами, опилование заготовок с целью исправления неточностей формы размеров и относительного расположения поверхностей деталей, сверление, зенкерование и развертывание отверстий, нарезание резьбы, клепку и пайку для получения неразъемного соединения деталей.

С развитием техники и технологии производства ручная обработка металла постепенно заменена машиной. В начале обслуживания машины осуществлялось людьми, а затем оно стало автоматизированным. На современном этапе управление работой машин производится с помощью компьютеров, действующих по заранее заданной программе, способных самостоятельно их переналаживать при изменении условий работы.

Профессия слесарь не потеряла своего значения на современном предприятии. На нулевом цикле строительства предприятия трудятся слесари-сантехники и электрослесари, прокладывающие энергетические трассы. Корпус предприятия возводят слесари по металлоконструкциям. После строительства оборудование, поступающее на предприятие устанавливают слесари-монтажники, а затем слесари-наладчики. Каждая из этих групп слесарей характеризуется специфическими для их работы знаниями и профессиональными умениями.

1 ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

1.1 Термины и определения электробезопасности

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Электротравма – травма, вызванная воздействием электрического тока или электрической дуги.

Электротравматизм – явление, характеризующееся совокупностью электротравм.

Электроустановка – энергоустановка, предназначенная для производства или преобразования, передачи, распределения или потребления электрической энергии.

Энергоустановка – комплекс взаимосвязанного оборудования и сооружений, предназначенный для производства или преобразования, передачи, накопления, распределения или потребления энергии.

Электрическое замыкание на корпус (замыкание на корпус) – случайное электрическое соединение токоведущей части с металлическими нетоковедущими частями электроустановки.

Электрическое замыкание на землю (замыкание на землю) – случайное электрическое соединение токоведущей части непосредственно с землей или нетоковедущими проводящими конструкциями, или предметами, не изолированными от земли.

Зона растекания тока замыкания на землю (зона растекания тока) – зона земли, за пределами которой электрический потенциал, обусловленный токами замыкания на землю, может быть условно принят равным нулю.

Однофазное (однополюсное) прикосновение – прикосновение к одной фазе (полюсу) электроустановки, находящейся под напряжением.

Двухфазное (двухполюсное) прикосновение – одновременное прикосновение к двум фазам (полюсам) электроустановки, находящейся под напряжением.

Напряжение прикосновения – напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек.

Напряжение шага – напряжение между двумя точками цепи тока, находящихся одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек.

Защита от прикосновения к токоведущим частям (защита от прикосновения) – устройство, предотвращающее прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям.

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Зануление (защитное зануление) – преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Защитное отключение – быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током.

Выравнивание потенциала – метод снижения напряжения прикосновения и шага между точками электрической цепи, к которым возможно одновременное прикосновение, или на которых может одновременно стоять человек.

Сверхнизкое (малое) напряжение (СНН) – напряжение, не превышающее 50 В переменного и 120 В постоянного тока.

Рабочая изоляция – электрическая изоляция токоведущих частей электроустановки, обеспечивающая ее нормальную работу и защиту от поражения электрическим током.

Дополнительная изоляция – электрическая изоляция, предусмотренная дополнительно к рабочей изоляции для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения рабочей изоляции.

Двойная изоляция – электрическая изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции.

Усиленная изоляция – улучшенная рабочая изоляция, обеспечивающая такую же степень защиты от поражения электрическим током, как и двойная изоляция.

Глухозаземленная нейтраль – нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная непосредственно к заземляющему устройству. Глухозаземленным может быть также вывод источника однофазного переменного тока или полюс источника постоянного тока в двухпроводных сетях, а также средняя точка в трехпроводных сетях постоянного тока.

Изолированная нейтраль – нейтраль трансформатора или генератора, неприсоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через большое сопротивление приборов сигнализации, измерения, защиты и других аналогичных им устройств.

Проводящая часть – часть, которая может проводить электрический ток.

Токоведущая часть – проводящая часть электроустановки, находящаяся в процессе ее работы под рабочим напряжением, в том числе нулевой рабочий проводник (но не PEN-проводник).

Открытая проводящая часть - доступная прикосновению проводящая часть электроустановки, нормально не находящаяся под напряжением, но которая может оказаться под напряжением при повреждении основной изоляции.

Сторонняя проводящая часть - проводящая часть, не являющаяся частью электроустановки.

Защитный (PE) проводник - проводник, предназначенный для целей электробезопасности.

Защитный заземляющий проводник - защитный проводник, предназначенный для защитного заземления.

Защитный проводник уравнивания потенциалов - защитный проводник, предназначенный для защитного уравнивания потенциалов.

Нулевой защитный проводник - защитный проводник в электроустановках до 1 кВ, предназначенный для присоединения открытых проводящих частей к глухозаземленной нейтрали источника питания.

Нулевой рабочий (нейтральный) проводник (N) - проводник в электроустановках до 1 кВ, предназначенный для питания электроприемников и соединенный с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной точкой источника в сетях постоянного тока.

Совмещенные нулевой защитный и нулевой рабочий (PEN) проводники - проводники в электроустановках напряжением до 1 кВ, совмещающие функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников.

1.2 Действие электрического тока на организм человека

1.2.1 Виды поражения электрическим током

Проходя через организм, электрический ток оказывает на него термическое, электролитическое и биологическое действия.

Термическое действие выражается в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов, нервов и других тканей.

Электролитическое действие выражается в разложении крови и других органических жидкостей, что вызывает значительные нарушения их физико-химических составов.

Биологическое действие является особым специфическим процессом, свойственным лишь живой материи. Оно выражается в раздражении и возбуждении живых тканей организма (что сопровождается произвольными судорожными сокращениями мышц), а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормально действующем организме и теснейшим образом связанных с его жизненными функциями. В результате могут возникнуть различные нарушения в организме, в том числе нарушение и даже полное прекращение деятельности органов дыхания и кровообращения.

Раздражающее действие тока на органы и ткани организма может быть прямым, когда ток проходит непосредственно по ним, и рефлекторным, когда путь тока проходит вне тканей, т. е. через центральную нервную систему.

Такое многообразие воздействий электрического тока нередко приводит к самым разнообразным электротравмам – *местным и общим*.

1.2.2 Местные электротравмы

Электрические ожоги могут быть вызваны протеканием тока через тело человека (токовый или контактный ожог), а также воздействием электрической дуги на тело (дуговой ожог). Ожог возникает как следствие преобразования энергии электрического тока в тепловую и является сравнительно лёгким (покраснение кожи, образование пузырей).

Ожоги, вызванные электрической дугой, носят, как правило, тяжёлый характер (омертвление поражённого участка кожи, обугливание и стораение тканей).

Электрические знаки – это чётко очерченные пятна серого или бледно-жёлтого цвета диаметром 1...5 мм на поверхности кожи чело-

века, подвергнувшегося действию тока. Электрические знаки безболезненны, и лечение их заканчивается, как правило, благополучно.

Металлизация кожи – это проникновение в верхние слои кожи мельчайших частичек металла, расплавившегося под действием электрической дуги. Обычно с течением времени больная кожа сходит, поражённый участок приобретает нормальный вид, и исчезают болезненные ощущения.

Механические повреждения являются следствием резких непроизвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через тело человека. В результате могут произойти разрывы кожи, кровеносных сосудов и нервной ткани, вывихи суставов и даже переломы костей. Механические повреждения возникают очень редко.

Электроофтальмия – воспаление наружных оболочек глаз, возникающее в результате воздействия мощного потока ультрафиолетовых лучей электрической дуги. Обычно болезнь продолжается несколько дней.

В случае поражения роговой оболочки глаз лечение оказывается более сложным и длительным.

1.2.3 Электрический удар

Это возбуждение живых тканей организма человека проходящим через него электрическим током, сопровождающееся непроизвольными судорожными сокращениями мышц.

Ощутимый ток – электрический ток, вызывающий при прохождении через организм ощутимые раздражения.

Неотпускающий ток – электрический ток, вызывающий при прохождении через тело человека непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник.

Фибрилляционный ток – электрический ток, вызывающий при прохождении через организм фибрилляцию сердца.

Различают следующие четыре степени электрических ударов:

- судорожное сокращение мышц без потери сознания;
- судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца;
- потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе);
- клиническая смерть, т. е. остановка дыхания и кровообращения.

1.2.4 Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током

Степень поражения током зависит от ряда факторов, в том числе, от значения и длительности протекания тока через тело человека, рода и частоты тока, индивидуальных свойств человека.

Электрическое сопротивление тела человека и приложенное к нему напряжение также влияют на исход поражения, но лишь постольку, поскольку они определяют значение тока, проходящего через тело человека.

Электрическое сопротивление

Сопротивление тела человека складывается из сопротивления кожи и сопротивления внутренних тканей.

Кожа, вернее её верхний слой, называемый эпидермисом, имеющий толщину до 0,2 мм и состоящий в основном из мёртвых ороговевших клеток, обладает большим сопротивлением, которое и определяет общее сопротивление тела человека. Сопротивление нижних слоёв кожи и внутренних тканей человека незначительно. При сухой чистой и неповреждённой коже сопротивление тела человека колеблется в пределах 2 кОм...2 МОм. При увлажнении и загрязнении кожи, а также при повреждении кожи под контактами сопротивление тела оказывается наименьшим – около 500 Ом, т. е. доходит до значения, равного сопротивлению внутренних тканей тела. При расчётах сопротивление тела человека принимается обычно равным 1000 Ом.

Сила тока

Значение тока, протекающего через тело человека, является главным фактором, от которого зависит исход поражения: чем больше ток, тем опаснее его действие. Человек начинает ощущать протекающий через него ток промышленной частоты (50 Гц) относительно малого значения: 0,6...1,5 мА. Этот ток называют пороговым ощущаемым током.

Ток 10...15 мА (при 50 Гц) вызывает сильные и весьма болезненные судороги мышц рук, которые человек преодолеть не в состоянии, т.е. он не может разжать руку, которой касается токоведущей части, не может отбросить провод от себя и оказывается как бы прикованным к токоведущей части. Такой ток называют пороговым неотпускающим.

При 20...50 мА действие тока распространяется и на мышцы грудной клетки, что приводит к затруднению и даже прекращению дыхания. При длительном воздействии этого тока – в течение не-

скольких минут – может наступить смерть вследствие прекращения работы лёгких.

При 100 мА ток оказывает непосредственное влияние также и на мышцу сердца; при длительности протекания более 0,5 с такого тока – вероятно остановка или фибрилляция сердца, т. е. быстрые хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы (фибрилл), при которых сердце перестаёт работать как насос. В результате в организме прекращается кровообращение и наступает смерть. Этот ток называют фибрилляционным.

Продолжительность воздействия тока

Тяжесть поражения зависит от продолжительности воздействия электрического тока. Время прохождения электрического тока имеет решающее значение для определения степени телесного повреждения. Например, электрические угри и скаты производят чрезвычайно неприятные разряды, способные вызвать потерю сознания. Тем не менее, несмотря на напряжение в 600 В, эти рыбы неспособны вызвать смертельный шок, поскольку продолжительность разряда слишком мала – порядка нескольких десятков микросекунд.

При длительном воздействии электрического тока снижается сопротивление кожи (из-за потовыделения) в местах контактов, повышается вероятность прохождения тока в особенно опасный период сердечного цикла. Человек может выдержать смертельно опасное значение переменного тока 100 мА, если продолжительность воздействия тока не превысит 0,5 с.

Разработаны устройства защитного отключения (УЗО), которые обеспечивают отключение электроустановки не более чем за 0,2 с при однофазном (однополюсном) прикосновении.

Путь прохождения тока

Наиболее опасно, когда ток проходит через жизненно важные органы – сердце, лёгкие, головной мозг.

При поражении человека по пути «правая рука – ноги» через сердце человека проходит около 7% общей величины электрического тока.

На пути «нога – рука» через сердце человека проходит только примерно 0,4% общей величины тока.

С медицинской точки зрения прохождение тока через тело – основной травмирующий фактор.

Род и частота тока

Принятая в энергетике частота электрического тока (50 Гц) представляет большую опасность возникновения судорог и фибрилляции желудочков сердца.

Фибрилляция не является мускульной реакцией. Она вызывается повторяющейся стимуляцией с максимальной чувствительностью при 10 Гц. Поэтому переменный ток (с частотой 50 Гц) считается в 3...5 раз более опасным, чем постоянный ток, – он воздействует на сердечную деятельность человека.

Диапазон наибольшей опасности переменного тока – при частоте 20...100 Гц. При частоте меньше 20 Гц и больше 100 Гц опасность поражения током резко снижается.

Токи частотой свыше 500 кГц не оказывают раздражающего действия на ткани и поэтому не вызывают электрического удара. Однако они могут вызвать термические ожоги.

При постоянном токе пороговый ощутимый ток повышается до 6...7 мА, пороговый неотпускающий ток – до 50...70 мА, а фибрилляционный, при длительности воздействия более 0,5 секунд – до 300 мА [6].

1.3 Защитные средства, применяемые в электроустановках

1.3.1 Основные изолирующие электротехнические средства

Защитными средствами называются приборы, аппараты, переносные устройства и приспособления, предназначенные для защиты работающих в электроустановках от поражения электрическим током, воздействия электрической дуги, электрического поля, продуктов горения, падения с высоты, и т.п.

В понятие защитных средств не входят конструктивные элементы электроустановок, например, постоянные ограждения, стационарные заземляющие ножи, стационарные сигнальные лампы.

Защитные средства условно делят на три группы:

- изолирующие;
- ограждающие;
- предохранительные.

По характеру их применения они подразделяются на две категории: средства коллективной защиты и средства индивидуальной защиты.

Наиболее широко используемую группу защитных средств составляют изолирующие электрозащитные средства, которые подразделяются на два вида:

- основные;
- дополнительные.

Основными называются изолирующие электрозащитные средства, которые длительно выдерживают рабочее напряжение электроустановки, позволяют прикасаться ими к токоведущим частям, находящимся под напряжением (рисунок 1.1):

- изолирующие штанги;
- изолирующие клещи;
- указатели напряжения;
- электроизмерительные клещи;
- диэлектрические перчатки (до 1 кВ);
- ручной изолирующий инструмент (до 1 кВ).

1.3.2 Дополнительные изолирующие электрозащитные средства

К дополнительным электрозащитным средствам относятся изолирующие средства, которые сами по себе из-за недостаточной их изолирующей способности не могут при данном напряжении обеспечить защиту персонала от поражения электрическим током, они дополняют основные средства, т.е. применяются только вместе с ними. Они служат также для защиты от напряжения прикосновения и напряжения шага.

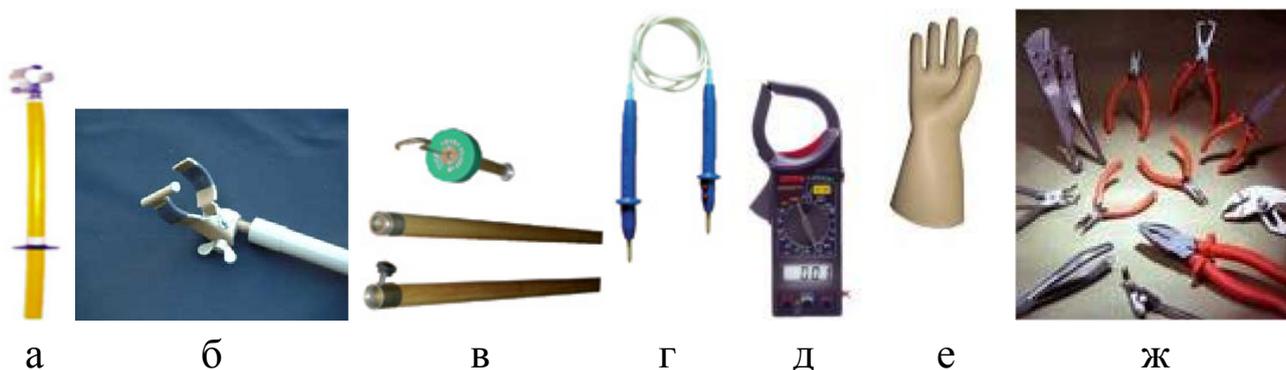


Рисунок 1.1 Основные изолирующие электрозащитные средства: а - изолирующие штанги; б - изолирующие клещи; в - указатель высокого напряжения; г - указатель низкого напряжения; д - электроизмерительные клещи; е - диэлектрические перчатки; ж - ручной изолирующий инструмент

Дополнительные изолирующие электротехнические средства до 1 кВ (рисунок 1.2):

- диэлектрические галоши;
- диэлектрические ковры и изолирующие подставки;
- изолирующие колпаки, покрытия и накладки;
- лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые.



Рисунок 1.2 Дополнительные изолирующие электротехнические средства: а - диэлектрические галоши; б - диэлектрические ковры и изолирующие подставки; в - диэлектрические боты; г - лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые

1.3.3 Требования к диэлектрическим перчаткам для проверки их годности к использованию

Диэлектрические перчатки изготавливаются в соответствии с техническими условиями: со швом (ТУ 2514-005-00149564-99) и безшовные (ТУ 38.106977-2004). В электроустановках до 1000 В перчатки применяются как основное средство защиты, а в электроустановках выше 1000 В – как дополнительное. Длина перчаток должна быть не менее 350 мм. При работе перчатки нужно надевать поверх рукавов. Для этого на конце перчатки имеется раструб. При пользовании перчатками в холодное время вне помещения можно надевать их на тонкие шерстяные или хлопчатобумажные перчатки. Перчатки сохраняют свойство в интервале температур от -40° до $+40^{\circ}$ С. Находящиеся в эксплуатации перчатки должны перед употреблением проверяться на отсутствие повреждений путем сворачивания их в сторону пальцев.

Перчатки должны применяться при работе с электроинструментом на случай пробоя изоляции на корпус, в случае отсутствия или нарушения заземления корпуса.

Необходимо помнить следующие правила:

- перед применением перчатки следует осмотреть (повреждения, увлажнение, загрязнение) и проверить на наличие проколов скручиванием;
- не допускается подворачивать края;
- допускается надевать сверху брезентовые перчатки или рукавицы;
- периодически промывать содовым или мыльным раствором с последующей сушкой.

1.3.4 Плакаты и знаки безопасности

Плакаты и знаки безопасности необходимо применять для запрещения производства работ с коммутационными аппаратами, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на место работы; для предупреждения об опасности приближения к токоведущим частям, находящимся под напряжением; для разрешения определенных действий только при выполнении конкретных требований безопасности труда и указания местонахождения различных объектов, устройств.

По характеру применения плакаты и знаки могут быть постоянными и переносными. Плакаты и знаки делятся на 4 группы: предупреждающие, запрещающие, предписывающие и указательные. Перечень плакатов приведен в таблице 1.1

Таблица 1.1 Плакаты и знаки безопасности

Вид	Назначение, исполнение, размеры, область применения
1	2
ПЛАКАТЫ ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИЕ	
	<p>Предупреждение об опасности поражения электрическим током. Черные буквы на белом фоне. Кайма красная шириной 10 мм. Стрела красная согласно ГОСТ 12.4.026-2015. Размер плаката 280×210</p> <p>Применяется в электроустановках до и выше 1000 В электростанциях и подстанциях. В закрытых распределительных устройствах вывешивают на временных ограждениях токоведущих частей, находящихся под рабочим напряжением (когда снято постоянное ограждение); на временных ограждениях, устанавливаемых в проходах, куда не следует заходить; на постоянных ограждениях камер, соседних с рабочим местом. В открытых распределительных устройствах вывешивают при работах, выполняемых с земли, на канатах и шнурах, ограждающих рабочее место, на конструкциях, вблизи рабочего места на пути к ближайшим токоведущим частям, находящимся под напряжением</p>

Продолжение таблицы 1.1

1	2
	<p>Предупреждение об опасности поражения электрическим током при проведении испытаний повышенным напряжением. Черные буквы на белом фоне. Кайма красная шириной 10 мм. Стрела красная согласно ГОСТ 12.4.026-2015 [4].</p> <p>Размер плаката 280×210</p> <p>Вывешивают надписью наружу на оборудовании и ограждениях токоведущих частей при подготовке рабочего места для проведения испытаний повышенным напряжением</p>
	<p>Предупреждение об опасности подъема по конструкциям, при котором возможно приближение к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Черные буквы на белом фоне. Кайма красная шириной 10 мм. Стрела красная согласно ГОСТ 12.4.026-2015</p> <p>Размер плаката 280×210. Размещаются в РУ вывешивают на конструкциях, соседних с той, которая предназначена для подъема персонала к рабочему месту, расположенному на высоте</p>
ПЛАКАТЫ ЗАПРЕЩАЮЩИЕ	
	<p>Запрещение подачи напряжения на рабочее место. Красные буквы на белом фоне. Кайма красная шириной 10 мм.</p> <p>Размер плаката 240×130; 80×50</p> <p>Применяется в электроустановках до и выше 1000 В. Вывешивают на проводах разъединителей, отделителей и выключателей нагрузки, на ключах и кнопках дистанционного управления, на коммутационной аппаратуре до 1000 В (автоматах, рубильниках, выключателях), при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на рабочее место. На присоединениях до 1000 В, не имеющих в схеме коммутационных аппаратов, плакат вывешивают у снятых предохранителей</p>
	<p>Запрещение повторной подачи напряжения на рабочее место. Красные буквы на белом фоне. Кайма красная шириной 10 мм.</p> <p>Область применения та же, что у предыдущего плаката</p>
	<p>Запрещение подачи напряжения на линию, на которой работают люди. Белые буквы на красном фоне. Кайма белая шириной 15 мм.</p> <p>Размер плаката 240×130; 80×50</p> <p>Область применения та же, но плакат вывешивают на проводах, ключах и кнопках управления тех коммутационных аппаратов, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на воздушную или кабельную линию, на которой работает человек</p>

Продолжение таблицы 1.1

1	2
	<p>Запрещение подачи сжатого воздуха, газа. Красные буквы на белом фоне. Кайма красная шириной 15 мм. Размер плаката 240×130</p> <p>Применяют в электроустановках электростанций и подстанций. Вывешивают на вентилях и задвижках воздухопроводов к воздухоборникам и пневматическим приводам выключателей и разъединителей, при ошибочном открытии которых может быть подан сжатый воздух на работающих людей или приведен в действие выключатель или разъединитель, где работают люди; водородных, углекислотных и прочих трубопроводах, при ошибочном открытии которых может возникнуть опасность для работающих людей</p>
ПЛАКАТЫ ПРЕДПИСЫВАЮЩИЕ	
	<p>Указание рабочего места. Белый круг диаметром 200 мм на зеленом фоне. Буквы черные внутри круга. Кайма белая шириной 15 мм.</p> <p>Применяют в электроустановках электростанций и подстанций. Вывешивают на рабочем месте. В открытых распределительных устройствах при наличии ограждений рабочего места вывешивают в месте прохода за ограждение</p>
	<p>Указание безопасного пути подъема к рабочему месту, расположенному на высоте.</p> <p>Вывешивают на конструкциях или стационарных лестницах, по которым разрешен подъем к расположенному на высоте рабочему месту</p>
ПЛАКАТ УКАЗАТЕЛЬНЫЙ	
	<p>Указание о недопустимости подачи напряжения на заземленный участок электроустановки. Черные буквы на синем фоне. Размер плаката 240×130; 80×50 ;</p> <p>Вывешивают на приводах разъединителей, отделителей и выключателей нагрузки, при ошибочном включении которых может быть подано напряжение на заземленный участок электроустановки и на ключах и кнопках дистанционного управления ими</p>

1.4 Классификация ручного электроинструмента по способу защиты от поражения электрическим током

Согласно ГОСТ 12.2.007.0-75 различают пять классов электротехнических изделий по способу защиты человека от поражения электрическим током: 0, 01, I, II, III.

Класс 0 – изделия с номинальным напряжением более 42 В, имеющие рабочую изоляцию и не имеющие приспособлений для заземления (зануления). Такие изделия могут использоваться в качестве встроенных в другие, корпус которых заземлен. До сих пор бытовые электроприборы изготавливались по классу 0, поскольку предназначались для работы в помещениях без повышенной опасности.

Класс 01 – изделия, имеющие рабочую изоляцию, элемент для заземления (винт, болт), но провод для присоединения к источнику питания без заземляющей жилы. В качестве элемента заземления нельзя использовать винты, болты или шпильки, предназначенные для крепления изделия или его части.

Класс I – изделия, имеющие по крайней мере рабочую изоляцию и элемент для заземления. В случае, если изделие класса I имеет провод для присоединения к источнику питания, этот провод должен иметь заземляющую жилу и вилку с заземляющим контактом.

Класс II – изделия, имеющие у всех доступных прикосновению частей двойную или усиленную изоляцию относительно частей, нормально находящихся под напряжением, и не имеющие элементов для заземления.

Класс III – изделия, не имеющие ни внутренних, ни внешних электрических цепей напряжением выше 42 В. При питании от внешнего источника изделия могут относиться к классу III только в случаях, если их присоединяют непосредственно к источнику питания с напряжением не выше 42 В, у которого на холостом ходу оно не превышает 50 В, или если при питании через трансформатор или преобразователь частоты его входная и выходная обмотки имеют между собой двойную или усиленную изоляцию.

Переносные электрифицированные инструменты должны соответствовать требованиям ГОСТ в части электробезопасности. Они изготавливаются относящимися к классам I...III по способу защиты от поражения током. Все электроинструменты должны иметь питающий кабель (шнур) шлангового типа с защитной трубкой ввода в корпус, чтобы кабель здесь не мог изгибаться с малым радиусом кривизны, отчего проволочки токоведущих жил могли бы изламываться и, проколов изоляцию кабеля, соприкоснуться с корпусом электроинструмента. У инструментов I класса в кабеле должна быть заземляющая (нулевая защитная) жила, соединяющая корпус инструмента с защитным контактом в вилке втычного

(штепсельного) соединения. Конструкция соединения должна исключать вставление защитного штыря вилки в фазное гнездо розетки. Защитный штырь вилки должен быть длиннее остальных, чтобы соединять защитную жилу кабеля раньше, чем соединятся фазные.

Электрифицированный инструмент класса I допускается использовать только на производстве; его нельзя продавать населению. Как в помещениях с повышенной опасностью, так и без нее во время работы надо применять хотя бы одно электроизолирующее средство (диэлектрические перчатки, галоши, коврик). Без них допускается работа, если питание инструмента осуществляется через УЗО или разделительный трансформатор (или преобразователь частоты с отдельными обмотками). Причем в помещениях с повышенной опасностью работать с использованием электроинструмента может персонал, имеющий квалификацию не ниже группы II.

Подключение вспомогательного оборудования (трансформаторов, УЗО и т.д.) к электросети и отсоединение его от сети должен выполнять электротехнический персонал с группой квалификации III, эксплуатирующий эту сеть.

В особо опасных помещениях и вне помещений применять электроинструмент класса I не допускается.

Электроинструменты классов II и III можно применять везде и без электроизоляционных защитных средств, кроме как в особо опасных условиях (котлы, колодцы), где инструмент класса II может использоваться с применением хотя бы одного из защитных средств (диэлектрические перчатки, галоши, коврик).

Перед началом работ с электроинструментом надо определить по паспорту его класс, убедиться в исправности кабеля (шнура), защитной трубки, штепсельной вилки, целости изоляционной рукоятки, крышки щеткодержателей, в надежности крепления деталей; проверить работу на холостом ходу; у инструмента I класса проверить целостность цепи зануления (заземления) от корпуса до заземляющего контакта втычного соединения. Это делают или на специальном стенде, или омметром.

При пользовании электроинструментом их питающие кабели следует по возможности подвешивать, чтобы не допустить раздавливания изоляции колесами внутри цехового транспорта или ее соприкосновения с горячими или масляными поверхностями. Нельзя

натягивать, перегибать или перекручивать кабель, ставить на него груз; допускать его пересечение с другими кабелями, шлангами газосварки, тросами.

Обнаружив во время работы любые неисправности переносных светильников или электроинструмента, надо немедленно прекратить работу. Попытки отремонтировать их на месте работ запрещаются. Для поддержания их в исправном состоянии и проведения периодических испытаний и проверок руководитель должен назначить ответственного работника с группой квалификации III.

Работающим с электроинструментом запрещается передавать его другим работникам, хотя бы на непродолжительное время; поднимать кабель; удалять стружку, опилки до полной остановки электроинструментов; устанавливать рабочий орган (сверло, баек) в патрон электроинструмента или изымать оттуда без отключения от электросети; работать с приставных лестниц (для работ с электроинструментом на высоте надо устанавливать леса или подмости). Нельзя вносить переносные преобразователи частоты внутрь котлов, резервуаров и т. п.

При исчезновении напряжения или перерыве в использовании электроинструмента он должен отсоединяться от сети путем отключения от розетки [1].

1.5 Техника безопасности, производственная санитария и противопожарные мероприятия в учебных мастерских. Охрана труда

Техника безопасности – это система организационных и технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов.

Основное содержание мероприятий по технике безопасности и производственной санитарии заключается в профилактике травматизма, т.е. предупреждении несчастных случаев на производстве, в частности в период прохождения учебной практики. Каждый учащийся при выходе на практику обязан получить своевременный качественный инструктаж по технике безопасности, производственной санитарии и противопожарной защите. Ответственность за своевременное проведение инструктажа возлагается на мастера производственного обучения или заведующего мастерскими. Инструктаж учащихся желательно

проводить в учебных мастерских, оборудованных наглядными пособиями, в форме живой беседы, подкрепляя примерами безопасных методов работы, а также подробным разбором случаев нарушения производственно-учебной дисциплины, правил и инструкций о безопасных приемах и методах работы и последствий, которые произошли или могли произойти в результате допущенных нарушений.

Инструктаж проводится перед началом учебной практики для всех вновь прибывших учащихся и в случаях, когда учащемуся предоставляется новая работа или при переходе с одного оборудования на другое.

При первичном инструктаже учащиеся получают сведения о технологическом процессе и возможных опасностях на данном участке: устройстве станка или другого оборудования с указанием опасных зон или защитных сооружений, порядка подготовки к работе (проверка исправности оборудования, пусковых приборов, заземляющих устройств, приспособлений, инструмента и т.п.), способах применения имеющихся в мастерских средств пожаротушения и сигнализации, местах их расположения, назначения и правилах пользования предохранительным и индивидуальными защитными средствами, требованиях к рабочей одежде, обуви, головным уборам и правильном их ношении во время работы, правильной организации и содержании рабочего места (рациональное и безопасное размещение и укладка материалов, готовых деталей, недопустимость загромождения и захламления рабочих мест проходов и проездов), правилах безопасной работы с ручным пневматическим и электрифицированным инструментом, взрывоопасными и вредными для здоровья химикатами (кислотами, бензином, растворителями и т.п.), правилах поведения в мастерских, необходимости строгого соблюдения производственной дисциплины и правил внутреннего распорядка.

Проведение инструктажа регистрируется в специальном журнале, к которому должны быть приложены (прошнурованы и пронумерованы) все инструкции об охране труда по изучаемым профессиям. При применении учащимся неправильных или опасных приемов работы, а также нарушений производственной и технологической дисциплины с учащимся проводят (внеплановый) внеочередной инструктаж.

К санитарно-гигиеническим мероприятиям по охране труда относятся обеспечение здорового самочувствия работающих, предупреждение профессиональных заболеваний и отравлений, производственного травматизма, применения средств индивидуальной защиты и др. На организм учащегося воздействуют различные факторы внешней среды так же как состояние воздушной среды, ее температуры, влажность, загрязненность пылью, вредными парами и газами, уровень освещенности рабочих мест, наличие и интенсивность шума, электромагнитных полей и др.

Противопожарные мероприятия в учебных мастерских играют важную роль, так как нарушение влечет за собой несчастные случаи и порчу имущества. Часто пожары возникают от небрежного обращения с огнем, курения, нарушения производственной и трудовой дисциплины, а также самовозгорания твердого минерального топлива, использованного обтирочного материала, воспламенения смазывающих и горючих жидкостей, неисправности электропроводки и многих других причин. Загрязненное и захламленное рабочее место также способствует возникновению и распространению пожара, а разбитые стекла в окнах - тяге воздуха и усилению огня. В случае возникновения пожара необходимо строго соблюдать дисциплину и организованность, беспрекословно выполнять распоряжения мастера и руководителей учебного заведения или предприятия.

В учебных мастерских должен находиться полный и исправный комплект местного противопожарного оборудования и инвентаря: пожарный кран с рукавом и стволом, пенные, порошковые и углекислотные огнетушители, ящик с песком, ведра и другой инвентарь для пожаротушения. В мастерской должен висеть поэтажный план с указанием местонахождения пожарного инвентаря и маршрутов эвакуации людей из помещения при возникновении пожара.

Освещение учебных мастерских должно удовлетворять следующим требованиям: иметь достаточную освещенность поверхностей, слесарные - общее 600 люкс, комбинированное - 1000 люкс, постоянство освещенности в течение рабочего времени, равномерное распределение яркости в помещении, отсутствие слепящего воздействия. Кроме общего освещения в большинстве случаев при работе на металлорежущих станках и выполнении слесарных операций применяется местное освещение. В целях

лучшей освещенности и при недостаточном естественном освещении целесообразно применять люминесцентные лампы, обладающие многими преимуществами по сравнению с лампами накаливания.

Цветовое оформление (окраска) учебных мастерских и оборудования – один из важнейших элементов в создании эстетического интерьера. Для полов, железобетонных перекрытий и металлоконструкций рекомендуется белый и светло-лимонный свет, для стен и перегородок – белый, светло-зеленый, светло-голубой, светло-желтый, бирюзовый и другие светлые тона.

Подбор цветов для лакокрасочных покрытий станков, являющихся эффективным средством создания контраста между общим фоном и обрабатываемым изделием и инструментом, цветовое оформление органов управления (кнопок и рычагов) станков, обозначение сигнальными цветами опасных зон и движущихся частей оборудования должны удовлетворять требованиям стандартов по технике безопасности и охране труда.

Рациональное размещение оборудования в учебных мастерских и на учебных участках промышленных предприятий, научная организация рабочего места также положительно влияют на обеспечение безопасности труда. При размещении оборудования необходимо соблюдать установленные минимальные промежутки между верстаками, станками и отдельными элементами здания (стенами, колоннами), правильно определять ширину проходов и проездов. Расстояние между верстаками и станками должно быть достаточным для свободного прохода работающего, а ширина проходов в цехе не менее 1 м. В учебных мастерских верстаки целесообразно располагать в одном направлении (лицом к рабочему месту или столу мастера), что позволит мастеру проводить вводный инструктаж, личный показ приемов, наблюдать за работой и правильным выполнением приемов каждым учащимся. Кроме того, такое расположение верстаков снижает травматизм от отлетающей стружки, инструмента и т.п. Ширину рабочей зоны у верстака или станка принимают не менее 0,8 м. Рабочее место организуют в соответствии с характером выполняемой работы. Отсутствие на рабочем месте удобного вспомогательного оборудования и приспособлений или нерациональное его расположение, захламленность рабочего места, наличие неисправного инструмента создают условия для возникновения травматизма.

Научно-организационное рабочее место предусматривает рациональное расположение оборудования и оснастки, наиболее эффективное использование производственных площадей, продуманное расположение инструментов, заготовок и деталей, что создает удобные и безопасные условия труда. Все предметы и инструменты, органы управления оборудованием должны располагаться в зоне вытянутых рук рабочего, чтобы не делать лишних наклонов, поворотов, приседаний и других движений, вызывающих длительные затраты времени и ускоряющих утомляемость рабочего. Все, что берут левой рукой, располагают слева, то, что приходится брать правой рукой, располагают справа.

Организация рабочего места при обучении различным профессиям приводится в соответствующих разделах пособия.

При предоставлении учащемуся, проходящему учебную практику, рабочего места в зависимости от его роста определяют высоту верстака слесарных тисков или органов управления верстаком. Регулировка высоты станка по росту работающего достигается путем применения мерных решеток (подставок различной высоты) под ноги, специальных тисков, меняющих высоту подъема или верстаков, снабженных винтами, вмонтированными в ножки верстака.

При работе в учебных слесарных мастерских к слесарю предъявляют следующие требования, несоблюдение которых может привести к несчастному случаю.

Общие требования:

1) Приступить к выполнению задания, если известны безопасные способы его выполнения. В сомнительных случаях обращаться к мастеру за разъяснениями. При получении новой работы (задания) требовать от мастера дополнительного инструмента по технике безопасности.

2) Без разрешения мастера не посещать другие участки мастерских. Проходить только в предусмотренных для прохода местах. Не ходить по сложенному материалу, деталям, заготовкам.

3) Проходя мимо или находясь вблизи от рабочего места электросварщика, не смотреть на электрическую дугу. Невыполнение этого требования может привести к серьезному заболеванию глаз и потере зрения.

4) Не курить вблизи ацетиленового (газосварного) аппарата, газовых баллонов, легковоспламеняющихся жидкостей, не подходить к ним с открытым огнем, так как это может вызвать взрыв.

5) Находясь около баллонов с кислородом не допускать, чтобы на них попадало масло, не прикасаться к ним руками, загрязненными маслом, так как даже незначительной доли масла (жира) с кислородом может вызвать взрыв большой разрушительной силы.

6) Не прикасаться к арматуре общего освещения, к оборванным электропроводам и другим легкодоступным токоведущим частям. Не открывать дверцу электрораспределительных щитов, не снимать ограждения и защитные колпаки с токоведущих частей оборудования.

7) Если электрооборудование неисправно, сообщить мастеру и вызвать электромонтера. Самому устранять неисправности не разрешается.

8) При любом несчастном случае немедленно обратиться в медпункт, сообщив мастеру о несчастном случае с вами или с товарищем по работе. При необходимости – обратиться в поликлинику, получив от мастера направление.

Специальные требования перед началом работы:

1) Привести в порядок рабочую одежду: застегнуть обшлага рукавов, подобрать волосы под плотно облегающий головной убор (косынку, берет, кепку). Не работать в легкой обуви (тапочках, сандалиях и т.п.).

2) Организовать рабочее место так, чтобы все необходимое для выполнения задания было под рукой. Проверить достаточность освещения рабочего места. О перегоревших лампах сообщить мастеру и потребовать замены.

3) Работать инструментом, отвечающим следующим требованиям: молотки должны быть насажены на рукоятки из дерева твердых и вязких пород, овального сечения, расклиненные металлическими завершенными клиньями, гаечные ключи должны быть исправными и соответствовать размерам болтов и гаек, наращивать ключи другими предметами запрещается, зубила, бородки, молотки, обжимки, керны и т. п. не должны иметь сбитых скошенных бойков и заусенцев, режущие инструменты (зубила, шаберы, сверла и т.п.) должны быть хорошо заточены и заправлены, напильники и ножовки должны иметь плотно насаженные деревянные ручки с металлическими кольцами.

4) Получая из кладовой электроинструмент, требовать проверки его в вашем присутствии и убедиться в его исправности (изоляция шлангового кабеля, штепсельная вилка, провод заземления и др.). При работе от сети с напряжением свыше 36 В обязательно пользоваться резиновыми перчатками и резиновым ковриком.

5) О всех обнаруженных неисправностях оборудования и инструмента сообщить мастеру и до его указания к работе не приступать.

Во время работы:

1) Пользоваться только исправным инструментом, предусмотренным для данной работы; не бросать инструменты друг на друга и на другие предметы.

2) При рубке металла и работая с абразивным кругом на заточном стане пользоваться защитными очками.

3) Не останавливать вращающийся инструмент (или обрабатываемую заготовку) руками или каким-либо предметом.

4) Отрубку в тисках производить только при наличии на верстаке сетки или экрана.

5) Тяжелые детали не поднимать одному, не класть тяжелые детали на край верстака.

6) Заготовки и обработанные детали укладывать в специальную тару или в стеллажи.

7) Перед началом работы на станках или с применением механизированного инструмента проверить их исправность на холостом ходу, а затем уже закрепить инструмент и заготовку. Работать только при наличии исправных ограждений движущихся и вращающихся частей.

8) Работы с применением кислот, щелочей, флюсов и т.п., а также работы, связанные с выделением пыли, дыма и газов, выполнять в хорошо проверенном помещении или под вытяжным колпаком.

9) Не сдувать опилки, не смахивать стружку рукой, пользоваться для этих целей щеткой – сметкой.

10) При получении мелких травм обязательно обрабатывать рану настойкой йода и накладывать бинт.

11) Не выходить на сквозняк (а в зимнее время в неотапливаемое помещение) в разгоряченном после работы состоянии.

По окончании работы:

1) Проверить наличие инструмента, протереть его концами обтирочного материала, а измерительный инструмент – хлопчатобумажной тканью, весь инструмент убрать в соответствующий ящик верстака.

2) Привести в порядок рабочее место. Дежурные проводят влажную уборку мастерской и проветривают помещение.

3) После работы с применением масла, смазывающе-охлаждающих жидкостей, кислот, соды, клеев и прочего обязательно вымыть руки горячей водой с мылом. Не мыть руки в масле, керосине, бензине и не вытирать их концами обтирочного материала, загрязненного стружкой и металлическими опилками.

4) Весь замасленный обтирочный материал собрать и сложить в специально выделенное место, так как он склонен к самовозгоранию [9].

1.6 Организация рабочего места слесаря

Под рабочим местом понимается определенный участок производственной площади, цеха участка, мастерской, закрепленной за данным рабочим (или бригадой рабочих), предназначенной для выполнения определенной работы и оснащенной в соответствии характером этой работы оборудованием, приспособлениями, инструментами и материалами. Организация рабочего места является важнейшим звеном организации труда. Правильный выбор и размещение оборудования, инструментов и материалов на рабочем месте создают наиболее благоприятные условия работы, при которых при наименьшем затратах сил и средств труда обеспечиваются безопасные условия работы, достигается высокая производительность и высокое качество продукции.

Основным оборудованием рабочего места слесаря является, как правило, одноместный слесарный верстак с установленными на нем тисками и представляет собой каркас сварной конструкции из стальных или чугунных труб, стального профиля (рисунок 1.3).

Крышку (столешницу) верстаков изготавливают из досок толщиной 50...60 мм (из твердых пород дерева). Столешницу покрывают листовым железом толщиной 1...2 мм. Кругом столешницу окантовывают бортиком, чтобы с неё не скатывались детали.



Рисунок 1.3 Слесарный верстак с поворотными тисками

Хранить инструмент следует в выдвижных ящиках верстака в таком порядке, чтобы режущий и измерительный инструменты,

напильники, молотки, зубила, ключи, сверла, угольники и т.п. – не портились от ударов, царапин и коррозии. Подробное описание и способы пользования слесарным инструментом даны при изучении конкретного вида работы.

На верстаке располагаются параллельные поворотные тиски. Тиски устанавливают на верстаках и используют при различных слесарных работах: ступовые при рубке, гибке и других видах обработки с ударными нагрузками; параллельные, неповоротные и поворотные – при выполнении более сложных и точных работ, не связанных с сильными ударами по заготовке; ручные – для закрепления небольших заготовок, если их неудобно или опасно держать руками. Основание и корпус тисков изготовлен из чугуна. Губки 1 и 2 тисков изготовлены из закалённой стали (рисунок 1.4). Корпус тисков может поворачиваться относительно основания на 360°. На основании 4 тисков размещён лимб 5, с помощью которого можно контролировать угол поворота корпуса тисков относительно основания. Зажатие и разжим заготовок в тисках осуществляется с помощью ручки 3.

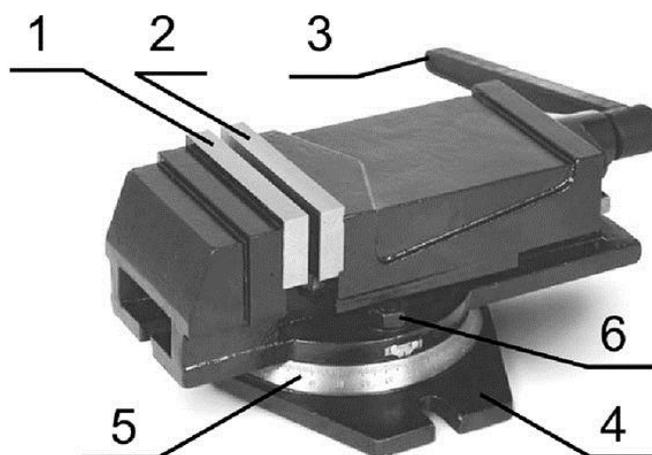


Рисунок 1.4 Поворотные тиски: 1 - накладка неподвижной губки; 2 - накладка подвижной губки; 3 – ручка; 4 - основание с пазами для крепления тисков; 5 – лимб; 6 - гайка зажима поворотного механизма тисков.

2 КОНСТРУКЦИОННЫЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

2.1 Классификация конструкционных материалов

В машиностроении, ремонтной и монтажной практике большинство деталей, обрабатываемых в механических, механосборочных, инструментальных и ремонтных цехах, изготавливают из чугуна, стали, цветных металлов, твердых сплавов и других конструкционных материалов.

Чугуны. Различают белый – пердедельный чугун и серый чугун – железоуглеродистый сплав с содержанием углерода более 2,14 %, применяют как конструкционный материал для корпусных деталей, зубчатых колес, рычагов и других изделий, не испытывающих высоких механических нагрузок. Марки обозначаются следующим образом: СЧ-18-36. СЧ – серый чугун 18 кг/мм² или 180 МПа предел прочности при растяжении, 36 кг/мм² или 360 МПа предел прочности при изгибе. Серый чугун хорошо обрабатывается режущим инструментом, обладает высокой износоустойчивостью. Недостатком серого чугуна является значительная хрупкость и малая пластичность. Прочность серого чугуна можно увеличить, вводя в его состав специальные добавки – модификаторы. В качестве модификаторов используют магний, церий, ферросилиций, силикокальций, алюминий, марганец, никель. Маркируется ВЧ 38-17, означает высокопрочный чугун с пределом прочности 38 кг/мм² или 380 МПа и относительным удлинением $\varepsilon = 17 \%$.

Ковкий чугун. Название «ковкий» условное, практически чугуны не коуются, ковкие чугуны получают из белого чугуна путем длительного отжига (томления) при высоких температурах. Ковкий чугун обладает повышенной прочностью при растяжении, невысокой пластичностью и высоким сопротивлением удару. По механическим свойствам он занимает промежуточное положение между серым чугуном и сталью. Маркируется КЧ 30-6, КЧ 37-12, 37 кг/мм² (370 МПа) предел прочности при растяжении, 12 – относительное удлинение $\varepsilon = 12 \%$.

Чугунные детали, работающие при повышенных температурах изготавливают из жаропрочного чугуна ЖЧ. Например, ЖЧХ 2,5, где Х – хром 2,5 %. Детали, работающие в газовой и кислотной среде,

изготавливают из коррозионно-стойких чугунов, а детали, работающие в условиях трения – из антифрикционных чугунов.

Стали. Сталь – это сплав железа с углеродом, обычно содержит от 0,05 до 1,5 % углерода и соответствующие примеси кремния, марганца, серы, фосфора и др. Для придания стали тех или иных свойств в сталь вводят (легируют) хром, вольфрам, ванадий, кобальт, титан и другие легирующие элементы. В зависимости от химического состава различают стали углеродистые и легированные, от применения – стали общего назначения или конструкционные, идущие на изготовление деталей машин и различных металлических изделий; инструментальные стали, предназначенные для изготовления режущего и измерительного инструмента и штампов, а также стали специального назначения – подшипниковые, пружинные, жаропрочные, коррозионностойкие, электротехнические и др.

Конструкционные стали повышенной и высокой обрабатываемости резанием – низкоуглеродистые стали с повышенным содержанием серы и фосфора, что улучшает их обрабатываемость резанием и процесс стружкообразования. Стали применяют для изготовления малоответственных деталей (гаек, болтов, крышек, рукояток и т.п.). Некоторые марки стали подвергают термической обработке. Стали обозначают буквой А, указывающей назначение стали (автоматная), и двухзначным числом, указывающим содержание углерода в сотых долях процента. Например, А30 – автоматная сталь с содержанием 0,3 % С.

Сталь углеродистая конструкционная, обыкновенного качества, общего назначения применяется для деталей машин, станков, автомобилей, тракторов, труб разного назначения, ширпотреба при сравнительно неответственном назначении конструкций и деталей. Сталь делится на группы А, Б и В. Принадлежность к группе указывается в марке стали (буква А не указывается). Стали группы А, например, применяют, когда изделие не подвергают горячей обработке (сварке, ковке и др.). Стали группы Б и В подвергают термической обработке, при которой механические свойства меняются. Марки этих групп обозначают буквами Ст и однозначной цифрой от 0 до 6 условным номером марки в зависимости от химического состава и химических свойств. Например, Ст 4 – сталь углеродистая, конструкционная, обыкновенного качества, общего назначения группы А, номер марки 4. В ряде случаев марка содержит обозначение степени раскисления при выплавке в конвертерах с

продувкой кислородом, в мартеновских и электрических печах. В зависимости от раскисления они бывают спокойной (сп), полуспокойной (пс) и кипящей (кп), например, Ст 4 кп или В Ст 3 сп.

Стали углеродистые, конструкционные, качественные применяют для изготовления деталей машин с повышенными требованиями к прочности. Двухзначное число в марке обозначает среднее содержание углерода в сотых долях процента, например, Ст 08, Ст 15, Ст 45, Ст 80 и др. В ряде случаев марка содержит указание способа раскисления (буквы кп или пс), содержание марганца буква Г, например, Ст 65 Г.

Стали легированные, конструкционные, общего назначения имеют большое количество групп и марок. В зависимости от содержания углерода стали делятся на цементируемые (низкоуглеродистые) и улучшаемые (среднеуглеродистые). Обозначение марок стали связано с ее химическим составом и названием легирующих элементов, например, хромистые стали – 15Х, 38ХА, 45Х; марганцовистые стали – 20Г, 35Г; хромомарганценикелевых – 38ХГН; хромоникельмолибденовые стали – 14Х2Н3МА; хромоалюминиевые стали с добавкой молибдена – 38Х2МЮА и т.д. Двухзначные числа с левой стороны обозначений марок стали показывают среднее содержание углерода в сотых долях процента, следующие затем буквы обозначают: Н – никель, Х – хром, Г – марганец, С – кремний, М – молибден, В – вольфрам, Ф – ванадий, К – кобальт, Т – титан, Д – медь, Ю – алюминий, П – фосфор, Е – селен, Л – бериллий, Б – ниобий, Р – бор; цифры после соответствующей буквы - приблизительное содержание этого элемента в процентах. При содержании элемента до 1 % цифра не указывается, буква А в конце марки указывает на повышенное качество стали за счет меньшего содержания вредных примесей: фосфора и серы.

Инструментальные стали. Все инструментальные стали делятся на углеродистые, легированные и быстрорежущие.

Углеродистые инструментальные стали обладают высокой прочностью, твердостью после термической обработки, теплостойкостью при резании металлов до 200...250 °С и износостойкостью. Стали применяют для изготовления сверл малого диаметра, разверток, метчиков, плашек, шаберов, зубил, напильников и других инструментов, работающих при малых скоростях резания, для деревообрабатывающих инструментов. Из этих сталей могут

изготавливаются некоторые измерительные инструменты, калибры и шаблоны. Марки углеродистых сталей обозначают буквой У. Например, У8, У8А, У12, У12А, где цифра указывает среднее содержание углерода в десятых долях процента. Буква А в конце марки указывает на повышенное качество.

Легированные инструментальные стали получают введением в среднеуглеродистую сталь легирующих элементов – хрома, вольфрама, молибдена, ванадия, марганца, которые повышают ее режущие и технологические свойства, увеличивают теплостойкость до 250...300 °С, уменьшают деформацию (коробление) при запайке. Стали применяют для изготовления сверл, метчиков, зенкеров, разверток, протяжек и другого стержневого и резьбового инструмента, корпусов, штампов и пресс-форм. Для изготовления режущего инструмента наибольшее применение находят стали: хромокремнистая 9ХС, хромовольфрамовая ХВ5, хромовольфрамомарганцовистая ХВГ и другие. Буквы обозначают соответствующий легирующий элемент.

Быстрорежущая сталь (теплостойкая сталь высокой твердости) благодаря введению в её состав 6..19 % вольфрама, 3...4,6 % хрома, 1...4 % ванадия и других легирующих элементов. Может выдерживать в процессе резания нагрев до температуры 600...650 °С, иметь твердость после термической обработки 63-68 HRC и работать при скоростях резания в 2...3 раза превышающих скорости, допускаемые при использовании инструмента, изготовленного из углеродистых инструментальных сталей.

Стали делятся на 3 группы – умеренной, повышенной и высокой теплостойкости. Учитывая высокую стоимость быстрорежущих сталей, из них изготавливается только режущая часть инструмента, а корпус, державки, хвостовики инструментов делают из конструкционных сталей. В марках быстрорежущих сталей буква Р (рапид) обозначает, что сталь относится к группе быстрорежущих. Цифры, стоящие после нее указывают среднее содержание вольфрама в процентах. Остальные буквы и цифры имеют то же значение, что и в марках легированных сталей. Например: Р6М5, Р18Ф2, Р10К5Ф5.

Твердые сплавы. Замена быстрорежущего инструмента твердосплавным позволяет повысить скорость резания в 1,5...2 раза и увеличить стойкость инструмента (время до затупления и переточки) не менее чем в 3...5 раз. Твердые сплавы для оснащения режущего инструмента выпускают в виде пластин, форма и размеры которых

определяются соответствующими стандартами. По химическому составу твердые сплавы подразделяются на три группы: вольфрамовые (однокарбидные) твердые сплавы, содержащие карбиды вольфрама ВК2, ВК3, ВК4, ВК6, ВК8 и др. Цифры в обозначении марки твердого сплава показывают содержание связующего кобальта в процентах, остальное карбид вольфрама. Сплавы этой группы применяют для обработки чугуна и других хрупких материалов при прерывистом резании (строгание, фрезерование). Кроме того, инструменты из сплава этой группы используют при обработке жаропрочных и титановых сплавов, так как вольфрамокобальтовые сплавы, твердые сплавы не содержат титана. Поскольку жаропрочные стали содержат титан, то применение инструментального материала с содержанием титана может привести к адгезисхватыванию с последующим вырыванием частиц инструментального материала стружкой или материалом заготовки. Это приводит к преждевременному выходу инструмента из строя. Титановольфрамовые (двухкарбидные) твердые сплавы содержат карбиды вольфрама и титана сцементированные кобальтом (Т5К10, Т14К8, Т15К6 и др.). Цифры в обозначении марки твердого сплава показывают процентное содержание карбида титана и кобальта, остальное – карбиды вольфрама. Инструменты, изготовленные из этой группы твердых сплавов применяют для обработки сталей.

Титанотанталовольфрамовые (трехкарбидные) твердые сплавы, содержащие карбиды: титана, тантала, вольфрама и связующего кобальта (ТТ7К12, ТТ7К15, ТТ8К6). Цифры в обозначении марки твердого сплава, показывающие суммарное процентное содержание карбидов: титана, тантала, связующего кобальта, остальное – карбид вольфрама. Твердые сплавы этой группы характеризуются повышенной износостойкостью, прочностью и вязкостью, что обуславливает их применение при обработке труднообрабатываемых сталей аустенитного класса.

Сверхтвердые инструментальные материалы. Эльбор – сверхтвердый синтетический материал, созданный на основе кубического нитрида бора (вещества, состоящего из атомов азота и бора). Он обладает большой твердостью и высокой теплостойкостью и более прочен по сравнению с алмазом. Эльбор выпускается в виде столбиков, используют для изготовления резцов, а порошкообразный эльбор – для изготовления шлифовальных кругов. Кубический

нитрид бора в зависимости от исходного сырья и технологии производства носит различные названия: эльбор-Р, сисмит, боразон, гексанит, кубонит, композит. Для шлифовальных кругов эльбор выпускают 2-х марок: ЛО и ЛП.

Алмазы. Алмаз самый твердый из всех материалов, химически малоактивный, имеет высокие теплостойкость и износостойкость, обеспечивает получение у инструмента острой режущей кромки. Недостатки алмаза – хрупкость и высокая стоимость. Синтетические алмазы получают из графита при высоких температурах и давлениях. Полученные кристаллы алмаза дробят в порошок определенных размеров, который затем используют для изготовления алмазно-абразивного инструмента (кругов, дисков, брусков, надфилей, хонов, паст и др.). В зависимости от технологии получения синтетические алмазы обозначают следующими марками: шлифпорошки АС2 (АСО), АС4 (АСР), АС6 (АСВ), АС15 (АСК), АС32 (НСС); микропорошки АСМ, АС; поликристаллические алмазы – баллас и карбонадо. Алмазные порошки выпускают различной зернистости.

Цветные металлы. Большое распространение получили в машиностроении бронза, латунь, сплавы алюминия, магния, титана и др.

Бронза – сплав меди с оловом, алюминием, фосфором, никелем и другими элементами. В зависимости от состава бронзы делятся на оловянные и безоловянные. Маркируются бронзы следующим образом Бр ОФ 6,5 – 0,4 – оловянофосфористая бронза, содержащая 6,5 % олова, 0,4 % - фосфора, остальное – медь.

Латунь – сплав меди с цинком. Различают простые (двухкомпонентные) латуни, состоящие из меди и цинка, и специальные (многокомпонентные), содержащие некоторое количество легирующих элементов (свинец, олово, железо, марганец). Наименование таких латуней дается по легирующим элементам, например, свинцовая латунь. Простые латуни маркируются следующим образом, например, Л 68 содержит 68 % меди, остальное – 32 % цинка. Специальные латуни – ЛАЖ Мц – 66-6-3-2 латунь алюминиево-железистомарганцевистая содержит 66 % меди, 6 % алюминия, 3 % железа, 2 % марганца, остальное – 23 % цинка.

Дуралюмин (дюралюминий) – сплав алюминия с медью, магнием, марганцем, кремнием, железом и другими элементами. Дуралюмин широко применяют во всех областях народного

хозяйства, особенно в авиации. Отдельные марки сплавов хорошо свариваются точечной сверкой, обрабатываются резанием, штамуются, термически обрабатываются, подвергаются анодированию. Наиболее распространенные алюминиевые сплавы, поддающиеся обработке резанием, являются сплавы Д16, Д19, Д20, Д21, АК-4 и литейные алюминиевые сплавы АЛ2, АЛ4, АЛ9 и др.

Магниеые сплавы. Сплавы магния по удельной прочности превосходят некоторые конструкционные стали, чугуны и алюминиевые сплавы. Магниеые сплавы хорошо прессуются, куются, прокатываются и обрабатываются резанием. Наиболее распространены следующие группы магниевых сплавов: литейные магниевые сплавы марок от МЛ2 до МЛ15 применяются для деталей, от которых требуется повышенная коррозионная стойкость и герметичность; сверхлегкие магниевые сплавы марок ИМВ2, ВМД5 имеют низкую прочность (1,4...1,6 г/см²), повышенную пластичность, хорошие механические свойства при криогенных (низких) температурах; сплав с высокой деформацией способностью МЦИ предназначен для деталей, работающих в условиях воздействия вибрационных нагрузок; протекторные магниевые сплавы марок МЛ14п4 и МЛ16п4 предназначены для защиты от коррозии газонефтепроводов и других подземных сооружений.

Титановые сплавы. Титановые сплавы отличаются малой плотностью, высокими механическими свойствами и коррозионной стойкостью 0,01 мм в 1000 лет. При трении титана его сплавы склонны к схватыванию с другими металлами, поэтому механическая обработка резанием сложна и требует особых приемов. Применяют для деталей реакторов с агрессивными средами, холодильников, резервуаров для органических кислот, аппаратуры для изготовления медикаментов, медицинского инструмента, внутренних прошивок, каркасов и обшивки самолетов, топливных баков и т.п. Наибольшее значение имеют сплавы титана с хромом, алюминием, ванадием (в небольшом количестве) при малом содержании углерода (десятые доли процента). Например, сплав ВТ-2, содержащий 1...2 % алюминия и 2...3 % хрома, а также сплав ВТ5, содержащий 5 % алюминия, имеют высокую прочность и пластичность, применяются для изготовления листового металла. Сплав ВТ3, содержащий 5 % алюминия, 3 % хрома имеет жаропрочность до 400 °С. Многие сплавы титана подвергаются термической обработке, чем достигается

еще большая прочность, соответствующая прочностим высоколегированных сталей.

Пластические массы. Пластмассы – это материалы, получаемые на основе полимеров (смол) и способные под влиянием нагревания и давления формироваться в изделия, а затем устойчиво сохранять свою форму. Основой пластмасс является смола, от типа и количества которой зависят физические, механические и технологические свойства пластмасс. По составу пластмассы делятся на 2 группы: без наполнителя и с наполнителем. Пластмассы без наполнителя – это полимеры в чистом виде, например, полиэтилен, капрон, полистирол, органическое стекло и др. Пластмассы с наполнителем – это сложные композиции, содержащие кроме полимера различные добавки. К добавкам относятся наполнители (стеклоткань, хлопчатобумажная ткань, древесная мука, сажа, графит), пластификаторы для повышения пластичности, красители для окраски материала в нужный цвет, стабилизаторы для предотвращения старения и сохранения полезных характеристик, отвердители для ускорения отверждения смол. В зависимости от вида связей между молекулами полимеров пластмассы разделяют на термопластичные (термопласты) и терморезактивные (реактопласты). Термопласты могут много раз смягчаться при нагревании и твердеть при охлаждении без потери своих первоначальных свойств. Реактопласты в результате прочных химических связей в полимерах превращаются в жесткие неплавящиеся и нерастворимые вещества [10].

2.2 Классификация электротехнических материалов

Электротехническое материаловедение - это раздел материаловедения, который занимается изучением материалов для электротехники и энергетики, т.е. материалами, обладающими специфическими свойствами, необходимыми для конструирования, производства и эксплуатации электротехнического оборудования.

Основные материалы, которые используются в энергетике, можно разделить на несколько классов - это проводниковые материалы, магнитные материалы и диэлектрические материалы. Общим для них является то, что они эксплуатируются в условиях действия напряжения, а значит и электрического поля.

2.2.1 Проводниковые материалы

Проводниковыми называют материалы, основным электрическим свойством которых является сильно выраженная по сравнению с другими электротехническими материалами электропроводность. Их применение в технике обусловлено в основном этим свойством, определяющим высокую удельную электрическую проводимость при нормальной температуре.

В качестве проводников электрического тока могут быть использованы как твердые тела, так и жидкости, а при соответствующих условиях и газы. Важнейшими практически применяемыми в электротехнике твердыми проводниковыми материалами являются металлы и их сплавы.

К жидким проводникам относятся расплавленные металлы и различные электролиты. Однако для большинства металлов температура плавления высока, и только ртуть, имеющая температуру плавления около минус 39 °С, может быть использована в качестве жидкого металлического проводника при нормальной температуре. Другие металлы являются жидкими проводниками при повышенных температурах.

Газы и пары, в том числе и пары металлов, при низких напряженностях электрического поля не являются проводниками. Однако, если напряженность поля превзойдет некоторое критическое значение, обеспечивающее начало ударной и фотоионизации, то газ может стать проводником с электронной и ионной электропроводностью. Сильно ионизированный газ при равенстве числа электронов числу положительных ионов в единице объема представляет собой особую проводящую среду, носящую название плазмы.

Важнейшими для электротехники свойствами проводниковых материалов являются их электро- и теплопроводность, а также способность генерации термоЭДС.

Электропроводность характеризует способность вещества проводить электрический ток. Механизм прохождения тока в металлах обусловлен движением свободных электронов под воздействием электрического поля.

В качестве токопроводящих частей в электроустановках применяют проводники из меди, алюминия, их сплавов и железа (стали).

Медь является одним из лучших токопроводящих материалов. Плотность меди при 20°С 8,95 г/см³, температура плавления 1083° С. Медь химически мало активна, но легко растворяется в азотной кислоте, а в разбавленной соляной и серной кислотах растворяется толь-

ко в присутствии окислителей (кислорода). На воздухе медь быстро покрывается тонким слоем окиси темного цвета, но это окисление не проникает в глубь металла и служит защитой от дальнейшей коррозии. Медь хорошо поддается ковке и прокатке без нагрева.

Электропроводность меди сильно зависит от количества и рода примесей и в меньшей степени от механической и термической обработки. Удельное сопротивление меди при 20°C составляет $0,0172\dots 0,018\text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$.

Для изготовления проводников применяют мягкую, полутвердую или твердую медь с удельным весом соответственно 8,9, 8,95 и 8,96 г/см³.

Для изготовления деталей токоведущих частей широко используется медь в сплавах с другими металлами. Наибольшее применение получили следующие сплавы.

Латуни - сплав меди с цинком, с содержанием в сплаве не менее 50% меди, с присадкой других металлов. Удельное сопротивление латуни $0,031 \dots 0,079\text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$. Различают латунь - томпак с содержанием меди более 72% (обладает высокой пластичностью, антикоррозионным и антифрикционными свойствами) и специальные латуни с присадкой алюминия, олова, свинца или марганца.

Бронзы - сплав меди с оловом с присадкой различных металлов. В зависимости от содержания в сплаве главного компонента бронзы называют оловянистыми, алюминиевыми, кремниевыми, фосфористыми, кадмиевыми. Удельное сопротивление бронзы $0,021 \dots 0,052\text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$.

Латуни и бронзы отличаются хорошими механическими и физико-химическими свойствами. Они легко обрабатываются литьем и давлением, устойчивы против атмосферной коррозии.

Алюминий - по своим качествам второй после меди токопроводящий материал. Температура плавления $659,8^{\circ}\text{C}$. Плотность алюминия при температуре 20°C , $2\dots 2,7\text{ г}/\text{см}^3$. Алюминий легко отливается и хорошо обрабатывается. При температуре $100\dots 150^{\circ}\text{C}$ алюминий ковок и пластичен (может быть прокатан в листы толщиной до 0,01 мм).

Электропроводность алюминия сильно зависит от примесей и мало от механической и тепловой обработки. Чем чище состав алюминия, тем выше его электропроводность и лучше противодействие химическим воздействиям. Обработка, прокатка и отжиг значительно влияют на механическую прочность алюминия. При холодной обра-

ботке алюминия увеличивается его твердость, упругость и прочность на растяжение. Удельное сопротивление алюминия при 20° С 0,026...0,029 Ом·мм²/м.

При замене меди алюминием сечение проводника должно быть увеличено в отношении проводимостей, т. е. в 1,63 раза.

При равной проводимости алюминиевый проводник будет в 2 раза легче медного.

Для изготовления проводников применяют алюминий, содержащий не менее 98% чистого алюминия, кремния не более 0,3%, железа не более 0,2%

Для изготовления деталей токоведущих частей используют алюминиевые сплавы с другими металлами, например:

- дюралюмины - сплав алюминия с медью и марганцем;
- силумин - легкий литейный сплав из алюминия с примесью кремния, магния, марганца.

Алюминиевые сплавы обладают хорошими литейными свойствами и высокой механической прочностью.

Наибольшее применение в электротехнике получили следующие алюминиевые сплавы:

Алюминиевый деформируемый сплав марки АД, имеющий алюминия не менее 98,8% и прочих примесей до 1,2%.

Алюминиевый деформируемый сплав марки АД1, имеющий алюминия не менее 99,3% прочих примесей до 0,7%.

Алюминиевый деформируемый сплав марки АД31, имеющий алюминия 97,35...98,15% и прочих примесей 1,85...2,65%.

Сплавы марок АД и АД1 применяются для изготовления корпусов и плашек аппаратных зажимов. Из сплава марки АД31 изготавливают профили и шины, применяемые для электрических токопроводов.

Изделия из алюминиевых сплавов в результате термической обработки приобретают высокие пределы прочности и текучести (ползучести).

Железо - температура плавления 1539°С. Плотность железа - 7,87г.см³. Железо растворяется в кислотах, окисляется галогенами и кислородом.

В электротехнике применяют стали различных марок, например:

Углеродистые стали - ковкие сплавы железа с углеродом и с другими металлургическими примесями.

Удельное сопротивление углеродистых сталей $0,103 \dots 0,204$ Ом·мм²/м

Легированные стали - сплавы с дополнительно вводимыми в углеродистую сталь присадками хрома, никеля и других элементов.

Стали обладают хорошими магнитными свойствами.

В качестве добавок в сплавы, а также для изготовления припоев и осуществления защитных покрытий токопроводящих металлов широко применяют:

Кадмий - ковкий металл. Температура плавления кадмия 321°C . В электротехнике кадмий применяется для приготовления легкоплавких припоев и для защитных покрытий (кадмирования) поверхности металлов. По своим антикоррозийным свойствам кадмий близок к цинку, но кадмиевые покрытия менее пористы и наносятся более тонким слоем, чем цинковые.

Никель - температура плавления 1455°C . Удельное сопротивление никеля $0,068 \dots 0,072$ Ом·мм²/м. При обычной температуре не окисляется кислородом воздуха. Никель применяется в сплавах и для защитного покрытия (никелирования) поверхности металлов.

Олово - температура плавления $231,9^{\circ}\text{C}$. Удельное сопротивление олова $0,124 \dots 0,116$ Ом·мм²/м. Олово применяется для пайки защитного покрытия (лужения) металлов в чистом виде и в виде сплавов с другими металлами.

Свинец - температура плавления $327,4^{\circ}\text{C}$. Удельное сопротивление $0,217 \dots 0,227$ Ом·мм²/м. Свинец применяется в сплавах с другими металлами как кислотоупорный материал. Добавляется в паяльные сплавы (припой).

Серебро - очень ковкий, тягучий металл. Температура плавления серебра $960,5^{\circ}\text{C}$. Серебро - лучший проводник тепла и электрического тока. Удельное сопротивление серебра $0,015 \dots 0,016$ Ом·мм²/м. Серебро применяется для защитного покрытия (серебрения) поверхности металлов.

Сурьма - блестящий хрупкий металл, температура плавления 631°C . Сурьма применяется в виде добавок в паяльные сплавы (припой).

Хром - твердый, блестящий металл. Температура плавления 1830°C . На воздухе при обычной температуре не изменяется. Удельное сопротивление хрома $0,026$ Ом·мм²/м. Хром применяется в сплавах и для защитного покрытия (хромирования) металлических поверхностей.

Цинк - температура плавления $419,4^{\circ}\text{C}$. Удельное сопротивление цинка $0,053 \dots 0,062 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$. Во влажном воздухе цинк окисляется, покрываясь слоем окиси, являющимся защитным по отношению к последующим химическим воздействиям. В электротехнике цинк применяется в качестве добавок в сплавы и припой, а также для защитного покрытия (цинкования) поверхностей металлических деталей.

2.2.2 Полупроводниковые материалы

Полупроводниковыми называют материалы, которые являются по своей удельной проводимости промежуточными между проводниковыми и диэлектрическими материалами и отличительным свойством которых является исключительно сильная зависимость удельной проводимости от концентрации и вида примесей или других дефектов, а также в большинстве случаев от внешних энергетических воздействий (температуры, освещенности и т. п.).

К полупроводникам относится большая группа веществ с электронной электропроводностью, удельное сопротивление которых при нормальной температуре больше, чем у проводников, но меньше, чем у диэлектриков, и находится в диапазоне от 10^{-4} до $10^{10} \text{ Ом}\cdot\text{см}$.

По химической природе современные полупроводниковые материалы можно разделить на следующие четыре основные группы:

1) Кристаллические полупроводниковые материалы, построенные из атомов или молекул одного элемента. Такими материалами являются широко используемые в данное время германий, кремний, селен, бор, карбид кремния и др.

2) Окисные кристаллические полупроводниковые материалы, т. е. материалы из окислов металлов. Главные из них: закись меди, окись цинка, окись кадмия, двуокись титана, окись никеля и др. В эту же группу входят материалы, изготавливаемые на основе титаната бария, стронция, цинка, и другие неорганические соединения с различными малыми добавками.

3) Кристаллические полупроводниковые материалы на основе соединений атомов третьей и пятой групп системы элементов Менделеева. Примерами таких материалов являются антимониды индия, галлия и алюминия, т. е. соединения сурьмы с индием, галлием и алюминием. Они получили наименование интерметаллических соединений.

4) Кристаллические полупроводниковые материалы на основе соединений серы, селена и теллура с одной стороны и меди, кадмия и

свинца с другой. Такие соединения называются соответственно: сульфидами, селенидами и теллуридами.

В энергетике полупроводники напрямую мало используются, но электронные компоненты на основе полупроводников используются достаточно широко. Это любая электроника на станциях, подстанциях, диспетчерских управлениях, службах и т.п. Выпрямители, усилители, генераторы, преобразователи. Также из полупроводников на основе карбида кремния изготавливают нелинейные ограничители перенапряжений в линиях электропередачи (ОПН).

Все полупроводниковые материалы, как уже говорилось, могут быть распределены по кристаллической структуре на две группы. Одни материалы изготавливаются в виде больших одиночных кристаллов (монокристаллов), из которых вырезают по определенным кристаллическим направлениям пластинки различных размеров для использования их в выпрямителях, усилителях, фотоэлементах.

Такие материалы составляют группу монокристаллических полупроводников. Наиболее распространенными монокристаллическими материалами являются германий и кремний. Разработаны методы изготовления монокристаллов и из карбида кремния, монокристаллы из интерметаллических соединений.

Другие полупроводниковые материалы представляют собой смесь множества малых кристалликов, беспорядочно спаянных друг с другом. Такие материалы называются поликристаллическими. Представителями поликристаллических полупроводниковых материалов являются селен и карбид кремния, а также материалы, изготавливаемые из различных окислов методами керамической технологии.

Германий - элемент четвертой группы периодической системы элементов Менделеева. Германий имеет ярко-серебристый цвет. Температура плавления германия $937,2^{\circ}\text{C}$. В природе он встречается часто, но в весьма малых количествах. Присутствие германия обнаружено в цинковых рудах и в золах разных углей. Основным источником получения германия является зола углей и отходы металлургических заводов.

Полученный в результате ряда химических операций слиток германия еще не представляет собой вещества, пригодного для изготовления из него полупроводниковых приборов. Он содержит нерастворимые примеси, не является еще монокристаллом и в него не введена легирующая примесь, обуславливающая необходимый вид электропроводности.

Для очистки слитка от нерастворимых примесей широко применяется метод зонной плавки. Этим методом могут быть удалены лишь те примеси, которые различно растворяются в данном твердом полупроводнике и в его расплаве.

Германий обладает большой твердостью, но чрезвычайно хрупок и раскалывается на мелкие куски при ударах. Однако при помощи алмазной пилы или других устройств его можно распилить на тонкие пластинки. Отечественной промышленностью изготавливается легированный германий с электронной электропроводностью различных марок с удельным сопротивлением от 0,003 до 45 Ом·см и германий легированный с дырочной электропроводностью с удельным сопротивлением от 0,4 до 5,5 Ом·см и выше. Удельное же сопротивление чистого германия при комнатной температуре 60 Ом·см.

Германий как полупроводниковый материал широко используется не только для диодов и триодов, из него изготавливаются мощные выпрямители на большие токи, различные датчики, применяемые для измерения напряженности магнитного поля, термометры сопротивления для низких температур и др.

Кремний широко распространен в природе. Он, как и германий, является элементом четвертой группы системы элементов Менделеева и имеет такую же кристаллическую (кубическую) структуру. Полированный кремний приобретает металлический блеск стали.

Как и германий, кремний обладает хрупкостью. Его температура плавления значительно выше, чем у германия: 1423° С. Удельное сопротивление чистого кремния при комнатной температуре 3×10^5 Ом·см.

Так как температура плавления кремния значительно выше, чем у германия, то тигель из графита заменяют кварцевым, так как графит при высокой температуре может реагировать с кремнием и образовывать карбид кремния. Кроме того, в расплавленный кремний могут попасть из графита загрязняющие примеси.

Промышленностью выпускается полупроводниковый легированный кремний с электронной электропроводностью (различных марок) с удельным сопротивлением от 0,01 до 35 Ом·см и с дырочной электропроводностью тоже различных марок с удельным сопротивлением от 0,05 до 35 Ом·см.

Кремний, как и германий, широко применяется для изготовления многочисленных полупроводниковых приборов. В кремниевом выпрямителе достигаются более высокие обратные напряжения и ра-

бочая температура (130...180°C), чем в германиевых выпрямителях (80°C). Из кремния изготавливают точечные и плоскостные диоды и триоды, фотоэлементы и другие полупроводниковые приборы.

2.2.3 Диэлектрические материалы

Диэлектрическими называют материалы, основным электрическим свойством которых является способность к поляризации и в которых возможно существование электростатического поля. Реальный (технический) диэлектрик тем более приближается к идеальному, чем меньше его удельная проводимость и чем слабее у него выражены замедленные механизмы поляризации, связанные с рассеиванием электрической энергии и выделением тепла.

Поляризацией диэлектрика называют возникновение в нем при внесении во внешнее электрическое поле макроскопического собственного электрического поля, обусловленного смещением заряженных частиц, входящих в состав молекул диэлектрика. Диэлектрик, в котором возникло такое поле, называется поляризованным.

Основное применение находят электроизоляционные свойства диэлектриков.

У электроизоляционных материалов желательны большое удельное объёмное сопротивление, высокое пробивное напряжение, малый тангенс диэлектрических потерь и малая диэлектрическая проницаемость. Важно, чтобы вышперечисленные параметры были стабильны во времени и по температуре, а иногда и по частоте электрического поля.

Электроизоляционные материалы можно подразделить:

1) По агрегатному состоянию:

- газообразные;
- жидкие;
- твёрдые.

2) По происхождению:

- природные неорганические;
- искусственные неорганические;
- природные органические;
- синтетические органические.

Газообразные. У всех газообразных электроизоляционных материалов диэлектрическая проницаемость близка к 1 и тангенс диэлектрических потерь так же мал, зато мало и напряжение пробоя. Чаще всего в качестве газообразного изолятора используют воздух, однако

в последнее время всё большее применение находит элегаз (гексафторид серы, SF_6), обладающий почти втрое большим напряжением пробоя и значительно более высокой дугогасительной способностью. Иногда для изготовления электроизоляционных материалов применяют сочетание газообразных и органических материалов.

Жидкие – чаще всего используют в трансформаторах, выключателях, кабелях, вводах для электрической изоляции и в конденсаторах. Причём в трансформаторах эти диэлектрики являются одновременно и охлаждающими жидкостями, а в выключателях - и как дугогасящая среда. В качестве жидких диэлектрических материалов прежде всего используется трансформаторное масло, конденсаторное масло, касторовое масло, синтетические жидкости.

Природные неорганические – наиболее распространённый материал слюда, она обладает гибкостью при сохранении прочности, хорошо расщепляется, что позволяет получить тонкие пластины. Химически стойка и нагревостойка. В качестве электроизоляционных материалов используют мусковит и флогопит, однако мусковит всё же лучше.

Искусственные неорганические: хорошим сопротивлением изоляции обладают малощелочные стёкла, стекловолокно, ситалл, но основным электроизоляционным материалом всё же является фарфор (полевошпатовая керамика). Эта керамика широко используется для изоляторов токонесущих проводов высокого напряжения, проходных изоляторов, бушингов и т. д. Однако из-за высокого тангенса диэлектрических потерь не годится для высокочастотных изоляторов. Для других более узких задач используется керамика – форстеритовая, глинозёмистая, кордиеритовая и т. д.

Естественные органические: в последнее время в связи с расширением производства синтетических электроизоляционных материалов их применение сокращается. Выделить можно следующие – целлюлоза, парафин, пек, каучук, янтарь и другие природные смолы, из жидких - касторовое масло.

Синтетические органические: большая часть данного материала приходится на долю высокомолекулярных химических соединений – пластмасс, а эластомеров. Существуют синтетические диэлектрические жидкости.

При применении диэлектриков – одного из наиболее обширных классов электротехнических материалов – довольно четко определи-

лась необходимость использования как пассивных, так и активных свойств этих материалов.

Пассивные свойства диэлектриков

Пассивные свойства диэлектрических материалов используются, когда их применяют в качестве электроизоляционных материалов и диэлектриков конденсаторов обычных типов. Электроизоляционными материалами называют диэлектрики, которые не допускают утечки электрических зарядов, то есть с их помощью отделяют электрические цепи друг от друга или токоведущие части устройств, приборов и аппаратов от проводящих, но не токоведущих частей (от корпуса, от земли). В этих случаях диэлектрическая проницаемость материала не играет особой роли или она должна быть возможно меньшей, чтобы не вносить в схемы паразитных ёмкостей. Если материал используется в качестве диэлектрика конденсатора определённой ёмкости и наименьших размеров, то при прочих равных условиях желательно, чтобы этот материал имел большую диэлектрическую проницаемость.

Активные свойства диэлектриков

Активными (управляемыми) диэлектриками являются сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, пироэлектрики, электролюминофоры, материалы для излучателей и затворов в лазерной технике, электреты и др.

2.2.4 Магнитные материалы

Магнитные материалы делят на слабомагнитные и сильномагнитные.

К слабомагнитным относят диамагнетики и парамагнетики.

К сильномагнитным – ферромагнетики, которые, в свою очередь, могут быть магнитомягкими и магнитотвёрдыми. Формально отличие магнитных свойств материалов можно охарактеризовать относительной магнитной проницаемостью.

Диамагнетиками называют материалы, атомы (ионы) которых не обладают результирующим магнитным моментом. Внешне диамагнетики проявляют себя тем, что выталкиваются из магнитного поля. К ним относят цинк, медь, золото, ртуть и другие материалы.

Парамагнетиками называют материалы, атомы (ионы) которых обладают результирующим магнитным моментом, не зависящим от внешнего магнитного поля. Внешне парамагнетики проявляют себя тем, что втягиваются в неоднородное магнитное поле. К ним относят алюминий, платину, никель и другие материалы.

Ферромагнетиками называют материалы, в которых собственное (внутреннее) магнитное поле может в сотни и тысячи раз превышать вызвавшее его внешнее магнитное поле.

Любое ферромагнитное тело разбито на домены – малые области самопроизвольной (спонтанной) намагниченности. В отсутствие внешнего магнитного поля, направления векторов намагниченности различных доменов не совпадают, и результирующая намагниченность всего тела может быть равна нулю.

Существует три типа процессов намагничивания ферромагнетиков:

1) Процесс обратимого смещения магнитных доменов. В данном случае происходит смещение границ доменов, ориентированных наиболее близко к направлению внешнего поля. При снятии поля домены смещаются в обратном направлении. Область обратимого смещения доменов расположена на начальном участке кривой намагничивания.

2) Процесс необратимого смещения магнитных доменов. В данном случае смещение границ между магнитными доменами не снимается при снижении магнитного поля. Исходные положения доменов могут быть достигнуты в процессе перемагничивания. Необратимое смещение границ доменов приводит к появлению магнитного гистерезиса – отставанию магнитной индукции от напряженности поля.

3) Процессы вращения доменов. В данном случае завершение процессов смещения границ доменов приводит к техническому насыщению материала. В области насыщения все домены поворачиваются по направлению поля. Петля гистерезиса, достигающая области насыщения называется предельной.

При перемагничивании ферромагнетика в переменных магнитных полях всегда наблюдаются тепловые потери энергии, то есть материал нагревается. Эти потери обусловлены потерями на гистерезис и потерями на вихревые токи. Потери на гистерезис пропорциональны площади петли гистерезиса. Потери на вихревые токи зависят от электрического сопротивления ферромагнетика. Чем выше сопротивление – тем меньше потери на вихревые токи.

Магнитомягкие и магнитотвердые материалы. К магнитомягким материалам относят:

1) Технически чистое железо (электротехническая низкоуглеродистая сталь).

2) Электротехнические кремнистые стали.

3) Железоникелевые и железокобальтовые сплавы.

4) Магнитомягкие ферриты.

Магнитные свойства низкоуглеродистой стали (технически чистого железа) зависят от содержания примесей, искажения кристаллической решетки из-за деформации, величины зерна и термической обработки. По причине низкого удельного сопротивления технически чистое железо в электротехнике используется довольно редко, в основном для магнитопроводов постоянного магнитного потока.

Электротехническая кремнистая сталь является основным магнитным материалом массового потребления. Это сплав железа с кремнием. Легирование кремнием позволяет уменьшить коэрцитивную силу и увеличить удельное сопротивление, то есть снизить потери на вихревые токи.

Листовая электротехническая сталь, поставляемая в отдельных листах или рулонах, и ленточная сталь, поставляемая только в рулонах - являются полуфабрикатами, предназначенными для изготовления магнитопроводов (сердечников).

Магнитопроводы формируют либо из отдельных пластин, получаемых штамповкой или резкой, либо навивкой из лент.

Железоникелевые сплавы называют пермаллоями. Они обладают большой начальной магнитной проницаемостью в области слабых магнитных полей. Пермаллои применяют для сердечников малогабаритных силовых трансформаторов, дросселей и реле.

Ферриты представляют собой магнитную керамику с большим удельным сопротивлением, во много раз превышающим сопротивление железа. Ферриты применяют в высокочастотных цепях, так как их магнитная проницаемость практически не снижается с увеличением частоты.

Недостатком ферритов является их низкая индукция насыщения и низкая механическая прочность. Поэтому ферриты применяют, как правило, в низковольтной электронике.

К магнитотвердым материалам относят:

1) Литые магнитотвердые материалы на основе сплавов Fe-Ni-Al.

2) Порошковые магнитотвердые материалы, получаемые путем прессования порошков с последующей термообработкой.

3) Магнитотвердые ферриты. Магнитотвердые материалы – это материалы для постоянных магнитов, использующихся в электродви-

гателях и других электротехнических устройствах, в которых требуется постоянное магнитное поле.

2.2.5 Композиционные материалы

Композиционные материалы – искусственно созданные материалы, которые состоят из двух или более компонентов, различающихся по составу и разделенных выраженной границей, и которые имеют новые свойства, запроектированные заранее.

Компоненты композиционного материала различны по геометрическому признаку. Компонент, непрерывный во всем объеме композиционного материала, называется матрицей. Компонент прерывистый, разделенный в объеме композиционного материала, называется арматурой. Матрица придает требуемую форму изделию, влияет на создание свойств композиционного материала, защищает арматуру от механических повреждений и других воздействий среды.

В качестве матриц в композиционных материалах могут быть использованы металлы и их сплавы, полимеры органические и неорганические, керамические, углеродные и другие материалы. Свойства матрицы определяют технологические параметры процесса получения композиции и ее эксплуатационные свойства: плотность, удельную прочность, рабочую температуру, сопротивление усталостному разрушению и воздействию агрессивных сред. Армирующие или упрочняющие компоненты равномерно распределены в матрице. Они, как правило, обладают высокой прочностью, твердостью и модулем упругости и по этим показателям значительно превосходят матрицу. Вместо термина армирующий компонент можно использовать термин наполнитель.

Классификация композиционных материалов:

1) По геометрии наполнителя композиционные материалы подразделяются на три группы:

- с нульмерными наполнителями, размеры которых в трех измерениях имеют один и тот же порядок;
- с одномерными наполнителями, один из размеров которых значительно превышает два других;
- с двумерными наполнителями, два размера которых значительно превышают третий.

2) По схеме расположения наполнителей выделяют три группы композиционных материалов:

- с одноосным (линейным) расположением наполнителя в виде волокон, нитей, нитевидных кристаллов в матрице параллельно друг другу;
- с двухосным (плоскостным) расположением армирующего наполнителя, матов из нитевидных кристаллов, фольги в матрице в параллельных плоскостях;
- с трехосным (объемным) расположением армирующего наполнителя и отсутствием преимущественного направления в его расположении.

3) По природе компонентов композиционные материалы разделяются на четыре группы:

- композиционные материалы, содержащие компонент из металлов или сплавов;
- композиционные материалы, содержащие компонент из неорганических соединений оксидов, карбидов, нитридов и др.;
- композиционные материалы, содержащие компонент из неметаллических элементов, углерода, бора и др.;
- композиционные материалы, содержащие компонент из органических соединений эпоксидных, полиэфирных, фенольных и др.

Свойства композиционных материалов зависят не только от физико-химических свойств компонентов, но и от прочности связи между ними. Максимальная прочность достигается, если между матрицей и арматурой происходит образование твердых растворов или химических соединений.

В композиционных материалах с нульмерным наполнителем наибольшее распространение получила металлическая матрица. Композиции на металлической основе упрочняются равномерно распределенными дисперсными частицами различной дисперсности. Такие материалы отличаются изотропностью свойств.

В таких материалах матрица воспринимает всю нагрузку, а дисперсные частицы наполнителя препятствуют развитию пластической деформации. Эффективное упрочнение достигается при содержании 5...10 % частиц наполнителя. Армирующими наполнителями служат частицы тугоплавких оксидов, нитридов, боридов, карбидов. Дисперсионно упрочненные композиционные материалы получают методами порошковой металлургии или вводят частицы армирующего порошка в жидкий расплав металла или сплава.

Промышленное применение нашли композиционные материалы на основе алюминия, упрочненные частицами оксида алюминия

(Al₂O₃). Их получают прессованием алюминиевой пудры с последующим спеканием (САП). Преимущества САП проявляются при температурах выше 300°C, когда алюминиевые сплавы разупрочняются. Дисперсионно упрочненные сплавы сохраняют эффект упрочнения до температуры 0,8 T_{пл}.

Сплавы САП удовлетворительно деформируются, легко обрабатываются резанием, свариваются аргонодуговой и контактной сваркой. Из САП выпускают полуфабрикаты в виде листов, профилей, труб, фольги. Из них изготавливают лопатки компрессоров, вентиляторов и турбин, поршневые штоки.

В композиционных материалах с одномерными наполнителями упрочнителями являются одномерные элементы в форме нитевидных кристаллов, волокон, проволоки, которые скрепляются матрицей в единый монолит. Важно, чтобы прочные волокна были равномерно распределены в пластичной матрице. Для армирования композиционных материалов используют непрерывные дискретные волокна с размерами в поперечном сечении от долей до сотен микрометров.

Материалы, армированные нитевидными монокристаллами, были созданы в начале семидесятых годов для авиационных и космических конструкций. Основным способом выращивания нитевидных кристаллов является выращивание их из перенасыщенного пара (ПК-процесс). Для производства особо высокопрочных нитевидных кристаллов оксидов и других соединений осуществляется рост по П-Ж-К – механизму: направленный рост кристаллов происходит из парообразного состояния через промежуточную жидкую фазу.

Осуществляется создание нитевидных кристаллов вытягиванием жидкости через фильеры. Прочность кристаллов зависит от сечения и гладкости поверхности.

Композиционные материалы этого типа перспективны как высокожаропрочные материалы. Для увеличения КПД тепловых машин лопатки газовых турбин изготавливают из никелевых сплавов, армированных нитями сапфира (Al₂O₃), это позволяет значительно повысить температуру на входе в турбину (предел прочности сапфировых кристаллов при температуре 1680°C выше 700 МПа).

Армирование сопел ракет из порошков вольфрама и молибдена производят кристаллами сапфира как в виде войлока, так и отдельных волокон, в результате этого удалось удвоить прочность материала при температуре 1650°C. Армирование пропиточного полимера стеклотекстолитов нитевидными волокнами увеличивает их прочность.

Армирование литого металла снижает его хрупкость в конструкциях. Перспективно упрочнение стекла неориентированными нитевидными кристаллами.

Для армирования композиционных материалов применяют металлическую проволоку из разных металлов: стали разного состава, вольфрама, ниобия, титана, магния – в зависимости от условий работы. Стальная проволока перерабатывается в тканые сетки, которые используются для получения композиционных материалов с ориентацией арматуры в двух направлениях.

Для армирования легких металлов применяются волокна бора, карбида кремния. Особенно ценными свойствами обладают углеродистые волокна, их применяют для армирования металлических, керамических и полимерных композиционных материалов.

Эвтектические композиционные материалы – сплавы эвтектического или близкого к эвтектическому состава, в которых упрочняющей фазой выступают ориентированные кристаллы, образующиеся в процессе направленной кристаллизации. В отличие от обычных композиционных материалов, эвтектические получают за одну операцию. Направленная ориентированная структура может быть получена на уже готовых изделиях. Форма образующихся кристаллов может быть в виде волокон или пластин. Способами направленной кристаллизации получают композиционные материалы на основе алюминия, магния, меди, кобальта, титана, ниобия и других элементов, поэтому они используются в широком интервале температур.

Полимерные композиционные материалы. Особенностью является то, что матрицу образуют различные полимеры, служащие связующими для арматуры, которая может быть в виде волокон, ткани, пленок, стеклотекстолита. Формирование полимерных композиционных материалов осуществляется прессованием, литьем под давлением, экструзией, напылением.

Широкое применение находят смешанные полимерные композиционные материалы, куда входят металлические и полимерные составляющие, которые дополняют друг друга по свойствам. Например, подшипники, работающие в условиях сухого трения, изготавливают из комбинации фторопласта и бронзы, что обеспечивает самосмазываемость и отсутствие ползучести.

Созданы материалы на основе полиэтилена, полистирола с наполнителями в виде асбеста и других волокон, обладающие высокими прочностью и жесткостью [11].

3 ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЙ. КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ

3.1 Общие сведения по метрологии

Для обеспечения требуемой посадки и взаимозаменяемости машин необходимо измерить действительные размеры деталей. Высокое качество выполняемой работы во многом зависит от точности применяемых контрольно-измерительных инструментов. К основным причинам, снижающим точность измерения можно отнести неудовлетворительное состояние инструмента (механические повреждения измерительных поверхностей или их загрязнение, неправильное положение нулевых отметок шкалы и нониуса), неправильное взаимное расположение контролируемой детали и измерительного инструмента, температурные отклонения детали или инструмента от нормального значения температуры измерения (нормальной считается температура 20 °С), незнание устройства измерительного инструмента или неправильное пользование им, неправильный выбор баз. Для повышения точности измерения нужно повторять несколько раз, а затем вычислить их среднеарифметическое значение. Необходимая точность измерения может быть достигнута только при использовании измерительных инструментов высокого качества с ценой деления шкалы и нониуса, соответствующей точности измерения. Решающими факторами, влияющими на выбор измерительных средств, являются измеряемый размер, шероховатость поверхности, погрешность изготовления детали (поле допуска, качество точности) и тип производства (единичное, серийное, массовое). В большинстве случаев в машиностроении точность измерений колеблется в пределах 0,1...0,001 мм. В соответствии с этим разработаны и конструкции измерительных инструментов и приборов. В процессе изготовления различных деталей в период учебной практики, сборке или разборке сборочных соединений учащемуся необходимо пользоваться различными измерительными и контрольными инструментами. Эти инструменты делятся на контрольные и измерительные. По методу измерения измерительные средства делятся на 4 группы:

- инструменты с непосредственным отсчетом измеряемого размера, к ним относятся штриховые меры длины (линейки, штангенциркуль, микрометрический инструмент, имеющие шкалы);

- инструменты для измерения методом сравнения (калибры: гладкие, резьбовые);
- плоскопараллельные концевые меры, угловые меры;
- измерительные приборы и аппараты, подразделяющиеся на механические, оптико-механические, оптические, электрические, пневматические и жидкостные.

3.2 Измерительные, поверочные линейки и кронциркули

Измерительная или масштабная линейка имеет штрих - деления, расположенные друг от друга на расстоянии 1 мм. Размер этих делений и определяет цену деления линейки и, следовательно, точность измерения, которая может быть достигнута при использовании этого инструмента. Измерительные (масштабные) линейки изготавливают из инструментальной углеродистой стали У7 или У8. Эти линейки позволяют определять наружные и внутренние размеры с точностью до 1 мм. Приемы использования измерительной линейки представлены на рисунке 3.1.

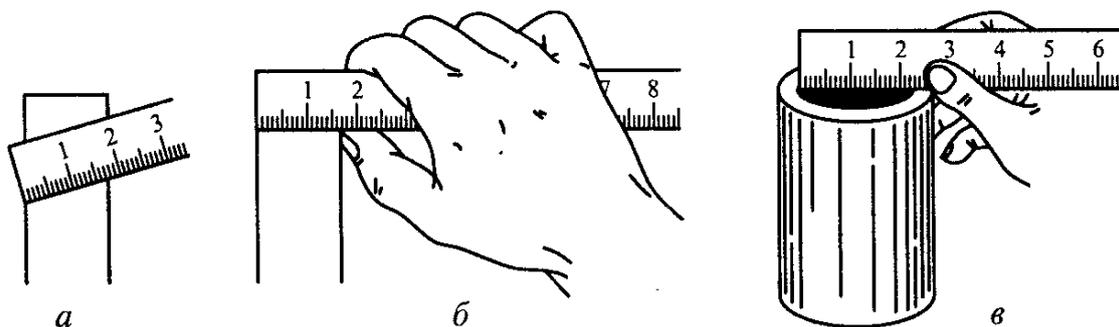


Рисунок 3.1 Приемы использования измерительной линейки: а - неправильный; б, в - правильные

Если по каким-либо причинам использование измерительной линейки затруднено, то для контроля размеров используют инструмента сравнительного типа - кронциркули. Размеры обработанной детали определяют сравнивая величину разведения ножек со шкалой измерительной линейки или штангенциркуля. Пружинные кронциркули (рисунок 3.2, а и б) более удобны в обращении и обеспечивают большую точность измерений.

Электронные кронциркули (рисунок 3.2, в) обеспечивают большую точность измерения, а также непосредственную индикацию измеряемой величины на дисплее устройства

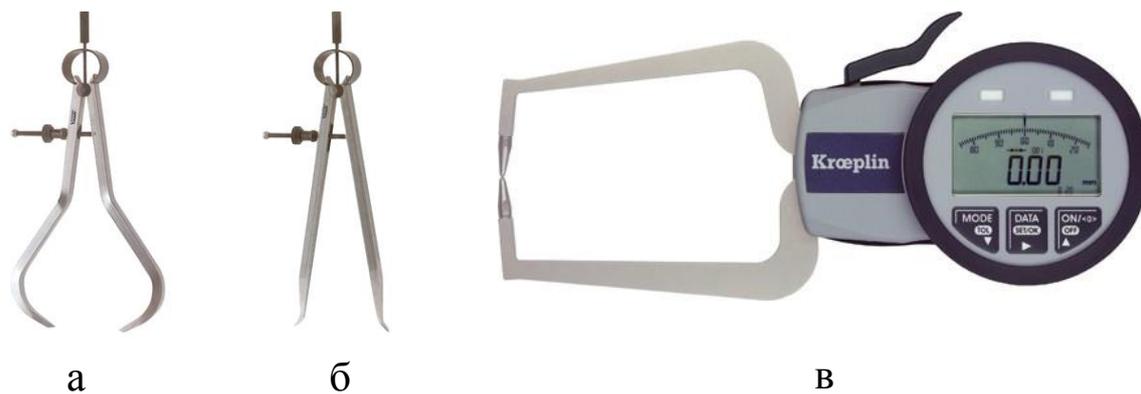


Рисунок 3.2 Кронциркуль:

а – пружинный для наружных измерений; б - пружинный для внутренних измерений (нутромер); в – электронный кронциркуль

Размеры обработанной детали определяют сравнивая величину разведения ножек со шкалой измерительной линейки или штангенциркуля (рисунок 3.3).

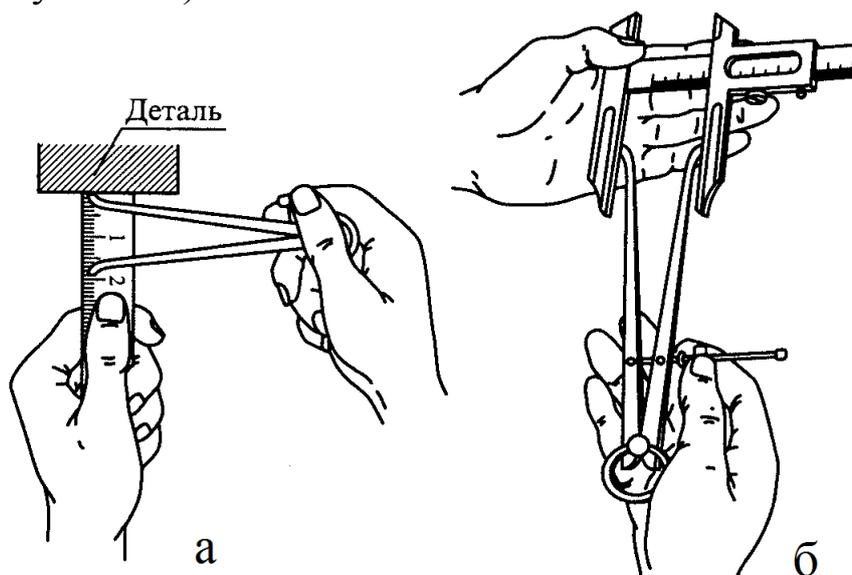


Рисунок 3.3 Технология измерения величины при помощи:
а – измерительной линейки; б – штангенциркуля

3.3 Штангенинструменты

К штангенинструментам относятся штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмасы, штангензубомеры. Штангенциркули (рисунок 3.4) изготавливаются в соответствии с ГОСТ 166-89 4-х типов, ШЦ-I с двухсторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений и с линейкой для измерения глубин и высот. ШЦТ- I с односторонним расположением губок, губок для внутрен-

них измерений нет, губки оснащены пластинками твердого сплава. ШЦ-II с двухсторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений и для разметки. ШЦ-III с односторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений [5].

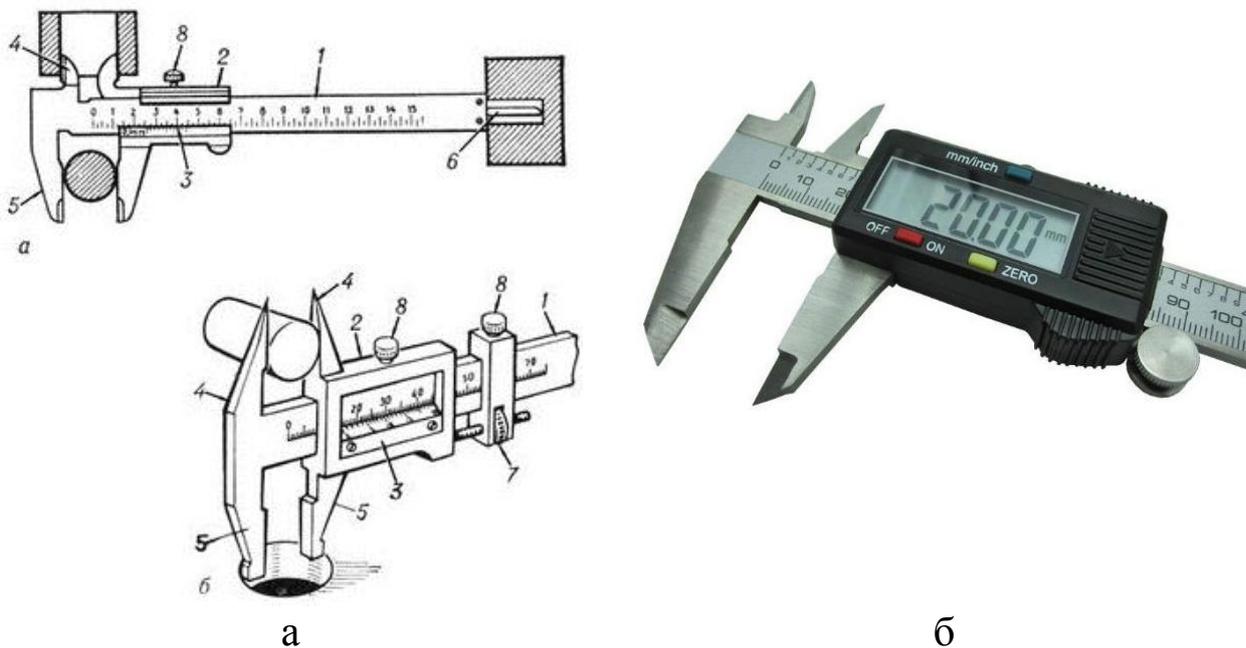


Рисунок 3.4 Штангенциркули: а – обычный: 1 – штанга; 2 – рамка; 3 – нониус; 4, 5 – губки для измерения диаметров (наружных и внутренних); 6 – линейка глубиномера; 7 – устройство для точного перемещения рамки; 8 – фиксирующий винт; б – цифровой

Штангенглубиномеры (рисунок 3.5) предназначены для измерения глубины и высоты изделий, расстояний до буртиков или выступов.



Рисунок 3.5 Штангенглубиномер: а – обычный; б – цифровой

Штангенрейсмасы (рисунок 3.6) применяются для разметки и измерения высоты изделий.



Рисунок 3.6 Штангенрейсмасы: а – обычный; б – цифровой

Все штангенинструменты имеют основную шкалу с ценой изделия 1 мм и нониус - вспомогательная шкала для отсчета дробных долей миллиметра (рисунок 3.7).



Рисунок 3.7 Шкала штанги и нониус штангенинструментов

При измерении штангенинструментом следует проверить:

- плавность перемещения рамки по всей длине штанги;
- плотность прилегания измерительных губок друг к другу (в сведенном положении не должно быть просвета между губками);
- точность совпадения нулевого штриха нониуса с нулевым штрихом основной шкалы;
- точность совпадения торца линейки глубиномера с торцом штанги.

Прием измерения штангенциркулем с величиной отсчета по нониусу представлен на рисунке 3.8 и состоит из следующих этапов:

- приблизительная установка размера (рисунок 3.8, а);
- фиксация рамки микроподдачи при помощи винта (рисунок 3.8, б);
- измерение размера гайкой микроподдачи (рисунок 3.8, в);
- фиксация основной рамки при помощи винта и чтение размера (рисунок 3.8, г).

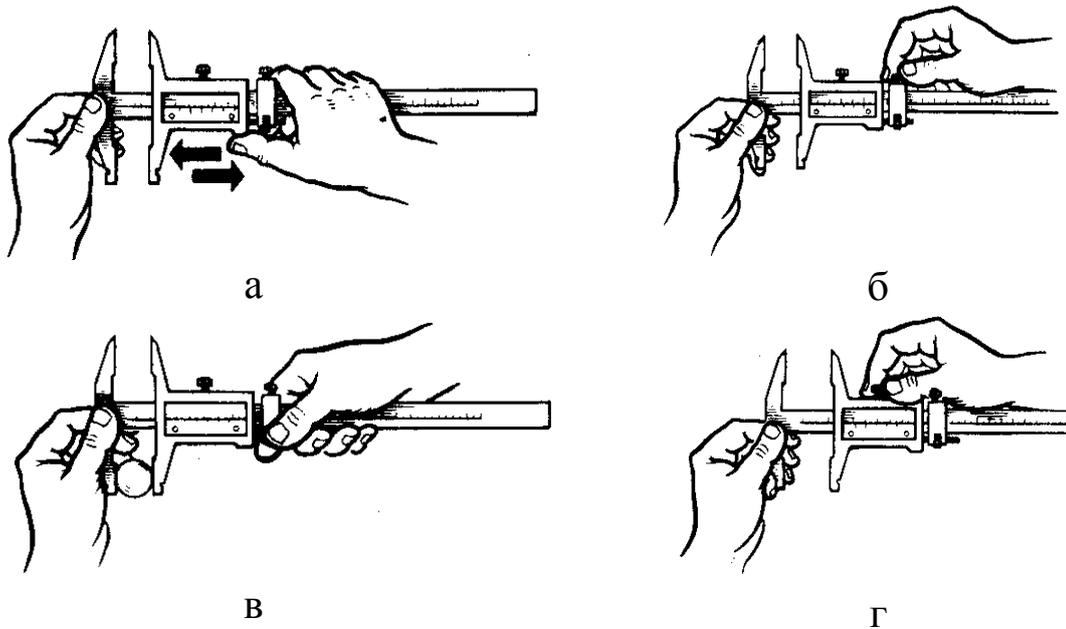


Рисунок 3.8 Приемы измерения штангенциркулем с величиной отсчета по нониусу мм

Показания со шкалы штангенциркуль считываются следующим образом (рисунок 3.9)

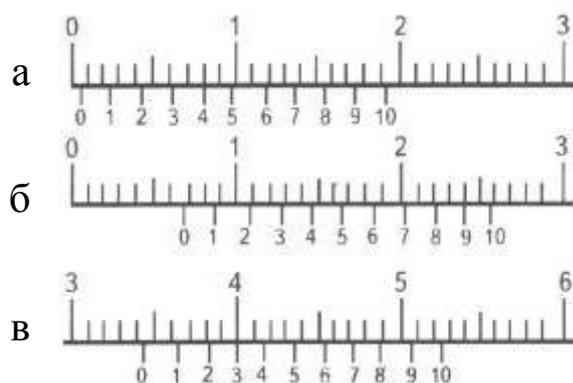


Рисунок 3.9 Примеры измерения штангенциркулем. Положение шкалы штанги и нониуса при измерении размеров: а – 0,4 мм; б – 6,9 мм; в – 34,3

3.4 Микрометрические инструменты

К микрометрическим инструментам относятся микрометры, микрометрические глубиномеры и микрометрические нутромеры.

Микрометр – профессиональный измерительный инструмент, который предназначается для измерения изделий малого размера. Микрометр - высокоточный прибор, преобразовательным механизмом в котором служит микропара – так называемые винт и гайка, которые и помогают достичь такой высокой точности.

В соответствии с ГОСТ 6507-90 устанавливаются следующие типы микрометров:

МК - гладкие для измерения наружных размеров изделий;

МЛ - листовые с циферблатом для измерения толщины листов и лент;

МТ - трубные для измерения толщины стенок труб;

МЗ - зубомерные для измерения длины общей нормали зубчатых колес с модулем от 1 мм;

МГ - микрометрические головки для измерения перемещения;

МП - микрометры для измерения толщины проволоки [5].

Наиболее распространенным является гладкий микрометр (рисунок 3.10), который конструктивно состоит из скобы, которая оборудована «пяткой», подвижного шпинделя с точной резьбой, трещотки, а также втулки-стебля, на которую нанесены две шкалы.

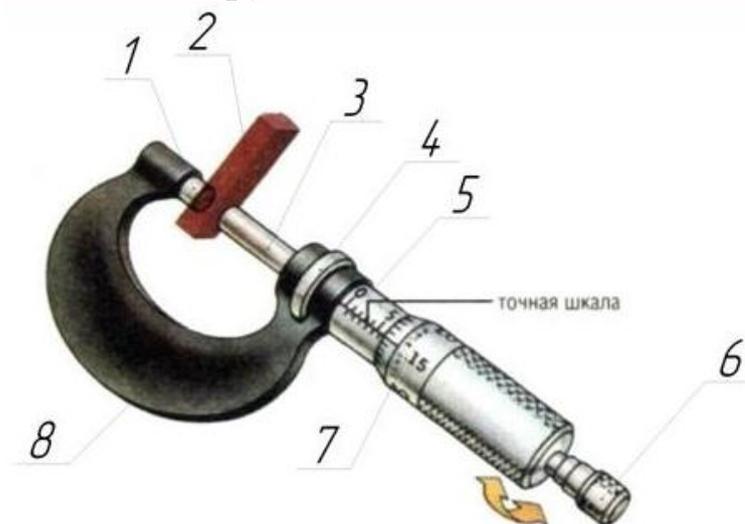


Рисунок 3.10 Гладкий микрометр МК: 1 – неподвижный упор («пятка»); 2 – измеряемый предмет; 3 – подвижный шпиндель (микрометрический винт); 4 – кольцевая гайка; 5 – полый стебель; 6 – винт трещотки; 7 – барабан (гильза); 8 – скоба

На верхней шкале размер указывается в миллиметрах, на нижней – в половинах миллиметра. На конической части барабана нанесены деления для отсчёта сотых долей миллиметра.

Измеряемый предмет помещается между винтом и пяткой, после чего фиксируется в неподвижном состоянии, путем вращения винта. Именно благодаря трещотке создается осевое усилие, которое и удерживает предмет между пяткой и шпинделем.

Показания со шкалы микрометра считываются следующим образом (рисунок 3.11):

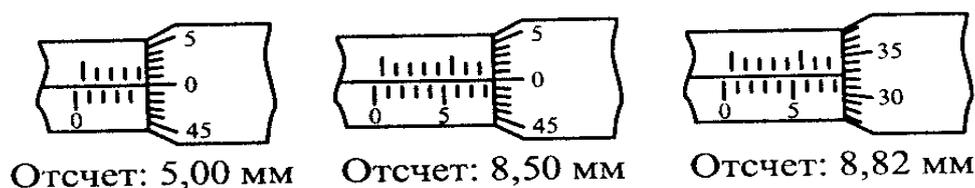


Рисунок 3.11 Отсчет показаний по шкале микрометра

- по основной шкале, расположенной на стебле микрометрической головки, считываются целые миллиметры и половины миллиметров, размер определяют по штриху основной шкалы, видимому из-под сноса барабана;
- по круговой шкале барабана определяют сотые доли миллиметров по штриху шкалы барабана, совпадающему с продольным штрихом основной шкалы;
- к показаниям, считанным по основной шкале, прибавляют показания, считанные со шкалы барабана, полученная сумма и будет являться размером проверяемой детали.

Поскольку изготовление винта с точным шагом на большой длине вызывает некоторые сложности, то, в настоящее время, микрометры выпускают в нескольких типоразмерах. Существуют микрометры, которые измеряют длины от 0 до 25 мм, другие микрометры могут точно измерять длины от 25 до 50 мм, третьи - от 50 до 75 мм, и так до 500...600 мм. Все микрометры, которые рассчитаны на измерение изделий от 25 мм и более, снабжаются установочными концевыми мерами, которые позволяют выставить прибор «на ноль». Для более быстрых измерений, изготавливаются инструменты с электронной «цифровой» индикацией, конечное значение измерений в которых, выводится на отдельный электронный дисплей (рисунок 3.12).



Рисунок 3.12 Модифицированный электронный микрометр
МК – МКЦ

4 ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ СЛЕСАРНОЙ ОБРАБОТКИ

4.1 Разметка заготовок

Разметкой называется операция нанесения на обрабатываемую заготовку или на поверхность материала, предназначенного для получения заготовки (лист, прутки, полоса и т.п.) разметочных линий (риски).

Основное назначение разметки заключается в указании границ, до которых надо обрабатывать заготовку.

Разметку применяют в единичном, опытном, мелкосерийном производстве, она также необходима в инструментальном производстве при изготовлении различных шаблонов, штампов, приспособлений. При изготовлении деталей большими сериями и в массовом производстве, когда применяют специальные приспособления, кондуктора, специальные и комбинированные инструменты, например набор фасонных фрез.

При использовании станков с ЧПУ необходимость в разметке отпадает.

При выполнении разметочных работ необходимо соблюдать следующие правила безопасности:

- установку заготовок (деталей) на плиту и снятие необходимо выполнять в рукавицах;
- заготовки, детали, приспособления устанавливать ближе к середине плиты, а не на краю плиты;
- во время работы на свободные (не используемые) острозаточенные концы чертилок надевать предохранительные пробки или специальные колпачки.

4.1.1 Разметка плоскостная

Плоскостная разметка применяется для геометрических построений и очертания границ контура детали, нанесение межосевых расстояний отверстий на плоских поверхностях листового материала или заготовок. В этих случаях ограничиваются нанесением рисок только на одной плоскости. Погрешность размеров при плоскостной разметке, как бы аккуратно не наносились разметочные риски и как бы тонки они не были, колеблется от 0,2 до 0,5 мм.

Инструмент и приспособления, применяемые при разметке, делятся на основные следующие группы:

Инструмент для нанесения и накернивания рисок – чертилки круглые и с отогнутым концом (рисунок 4.1, а); кернеры ударные и автоматические (рисунок 4.1, б и в).



Рисунок 4.1 Простейший инструмент для плоскостной разметки: а – чертилки; б – кернер ручной; в – кернер автоматический

2) Инструмент для нахождения центров деталей – кернер-центроискатель, угольник-центроискатель, транспортир–центроискатель, специальные приспособления для разметки деталей с большими отверстиями (рисунок 4.2).

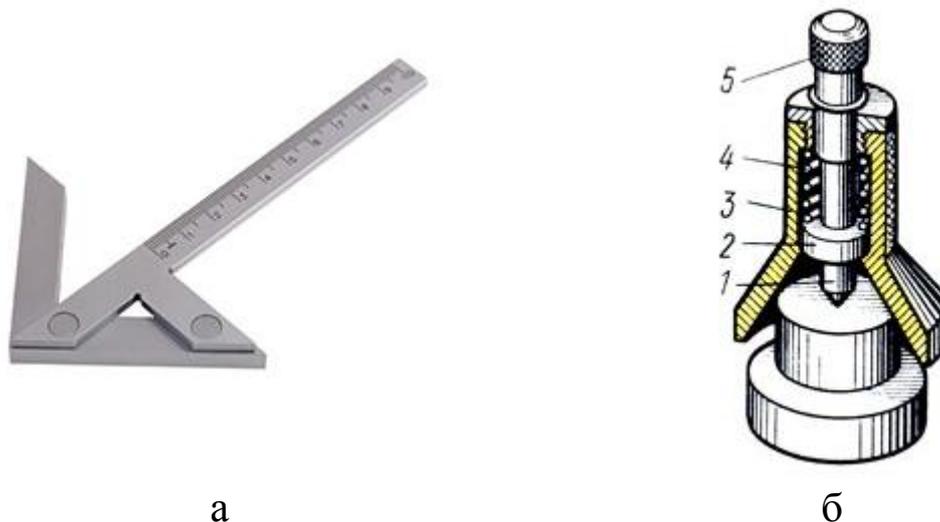


Рисунок 4.2 Инструмент для нахождения центров деталей: а – центроискатель; б - кернер-центроискатель: 1 - кернер, 2 - фланец, 3 - колокол, 4 - пружина, 5 - головка

3) Приспособления для установки, выверки и закрепления разметочных заготовок – подкладки, домкраты, специальные поворотные приспособления, вертикальные стойки для измерительных линий, дополнительные плоскости к разметочной плите, делительные приспособления и центровые бабки.

Разметочные плиты (рисунок 4.3), на которых выполняют разметочные работы, отливают из серого чугуна. Они имеют коробчатую форму и снабжены внутри ребрами жесткости. Верхнюю поверхность и боковые стороны точно обрабатывают и затем шабруют. Поверхность плиты всегда должна быть сухой и чистой.

Упражнения по плоскостной разметке должны содержать следующие приемы: подготовку поверхности к разметке, нанесение рисок чертилкой с помощью металлической измерительной линейки, угольника транспортира, кернение, пользование разметочным циркулем, штангенциркулем, пользование центроискателями, пользование рейсмасом, заточку и заправку разметочного инструмента (керна, чертилки) [13].

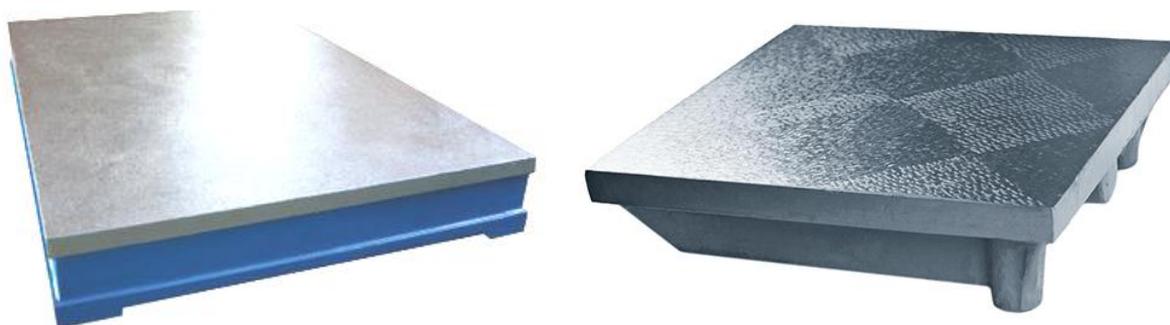


Рисунок 4.3 Разметочные плиты

4.1.2 Подготовка заготовки к разметке

Перед разметкой очистить заготовку от грязи, окалины, следов коррозии стальной щеткой, наждачной бумагой и т.п. Измерить размеры заготовки и сравнить их с размерами детали по чертежу. Изучая чертеж размечаемой детали, наметить последовательность разметки (установку заготовки на плите, ее выверку в горизонтальной и вертикальной плоскости). Определить поверхности (базы) заготовки, от которых следует откладывать размеры при разметке (основание детали, отверстие, ось симметрии и т.п.). Подготовить поверхности заготовки к окрашиванию. Заготовки из листового, полосового и круглого

материала обязательно должны быть отрихтованы на специальной плите ударами молотка или под прессом.

Окрашивание поверхностей производят различными составами. Поверхности чисто обработанных заготовок (напильником, наждачной бумагой или иным способом) окрашивают раствором медного купороса, полученным путем растворения 2...3 чайных ложек купороса в стакане воды. После высыхания раствора на поверхности заготовки остается тонкий слой меди, на которой хорошо наносятся разметочные линии.

Для окрашивания можно применять быстросохнущие лаки и краски. Окрашивание мелких заготовок производят, держа их в левой руке в наклонном положении, а кистью наносят тонкий и равномерный слой краски или раствора (рисунок 4.4 а). При разметке черных необработанных заготовок, полученных путем отливки,ковки или штамповки, после очистки от окалины или формовочной земли их покрывают мелом, разведенным в воде до густоты молока. Для большей прочности и быстрого высыхания в раствор добавляют жидкий столярный клей и сиккатив.

Окраску следует вести на специальных стеллажах или на полу у разметочной плиты. Для экономии краски и времени у больших заготовок достаточно окрашивать лишь те места, на которые наносят разметочные риски. Если заготовки имеют отверстия, проемы, зевы и т.п., то в них забивают деревянные пробки с пластинками из белой жести, на которых ведут разметку.

Приемы плоскостной разметки (рисунок 4.4 б, в, г, д, е, ж).

Разметочные линии наносят в следующем порядке: сначала проводят все горизонтальные риски; затем все вертикальные; после этого наклонные; последними наносят дуги, окружности, закругления и сопряжения. Если базой являются центровые риски, то разметку начинают с них, а затем, пользуясь ими, наносят все остальные риски. Вычерчивание дуг в последнюю очередь дает возможность проверить точность расположения прямых линий: если линии нанесены точно, дуга замыкает их и сопряжение получится плавным. Разметку можно считать законченной, если изображение на плоскости заготовки полностью соответствует чертежу.

Прямые линии наносят чертилкой, которая должна быть наклонена в сторону от линейки и по направлению перемещения чертилкой. Линейку или угольник плотно прижимают к заготовке левой рукой, а чертилкой, как карандашом, не прерывая движения, проводят

риски необходимой длины. Риски проводят только один раз, иначе может получиться раздвоенная риска. Если риска нанесена плохо, её закрашивают и проводят вновь.

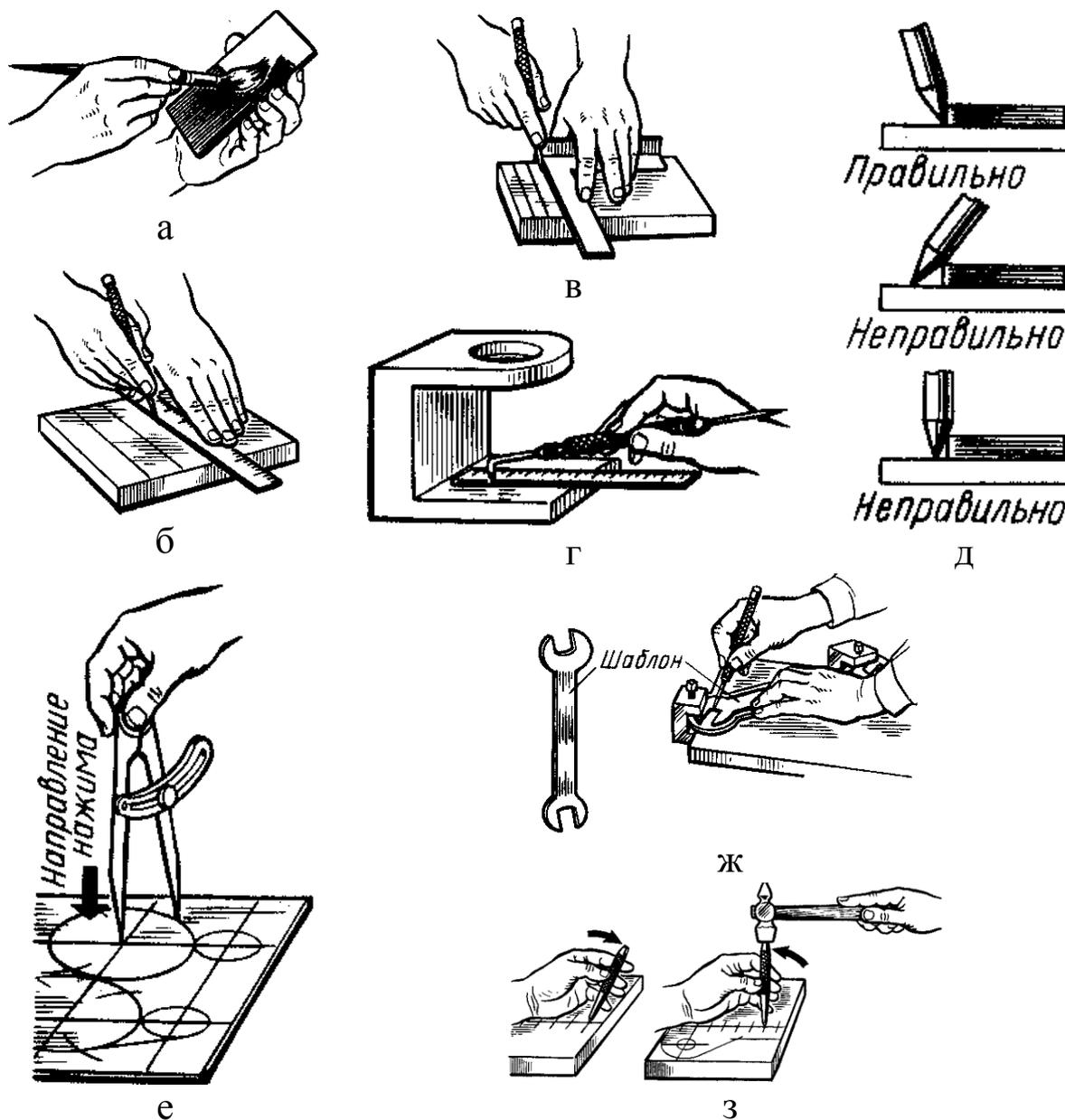


Рисунок 4.4 Приемы плоскостной разметки:

а - нанесение краски на заготовку; *б* - нанесение рисок с помощью линейки; *в* - нанесение рисок с помощью угольника; *г* - применение чертилки с отогнутым концом; *д* - установка чертилки; *е* - разметка окружностей и дуг; *ж* - разметка по шаблону; *з* - накернивание разметочных линий (рисок)

Разметку параллельных, перпендикулярных и наклонных рисок, деление углов и окружности на равные части, построение овалов и сопряжений выполняют по методам, применяемым в курсе инженер-

ной графики. При изготовлении партии одинаковых деталей применяют разметку по шаблонам. В этом случае из листовой стали изготовляют шаблон, конфигурация и размеры которого точно соответствуют детали. Затем шаблон накладывают на подготовленную для разметки поверхность заготовки и чертилкой обводят его контур.

Отыскание центров окружностей осуществляют с помощью центроискателей и центронаметчиков.

4.1.3 Кернение разметочных рисок

Убедившись в правильности выполнения разметки, все линии накернивают для того, чтобы они не стерлись при обработке заготовки, и чтобы при последующем сверлении имелось центровое, более глубокое, отверстие для предварительного направления сверла. Керны (конусные углубления) должны быть неглубокими и разделяться разметочной риской пополам. При накернивании длинных рисок расстояние между двумя соседними углублениями должно быть 25...30 мм; при накернивании коротких рисок 10...15 мм; на закруглениях, сопряжениях и других криволинейных участках 5...10 мм; линии малых окружностей накернивают в четырех взаимно перпендикулярных точках; линии больших окружностей - в 6...8 местах (на пересечениях и сопряжениях риски накернивать обязательно).

4.1.4 Типичные дефекты при выполнении разметки

Типичные дефекты при выполнении разметки, причины их появления и способы предупреждения представлены в таблице 4.1

Таблица 4.1 Способы предупреждения основных дефектов при разметке

ДЕФЕКТ	ПРИЧИНА	СПОСОБ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ
1	2	3
Раздвоенная риска	Линейка слабо прижималась к детали. Риски проводилась дважды по одному и тому же месту. Разметка проводилась тупой чертилкой.	Линейку плотно прижимать к детали, риску проводить только один раз. Заточить чертилку.
Керновое углубление не на риске	При установке кернера его острие не попало на риску. Кернение производилось тупым кернером. Кернер сместился с риски перед ударом молотком.	Точно устанавливать кернер в углубление риски, прочно удерживать его при кернении. При необходимости кернер заточить.

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3
Раздвоенная или смещенная риска размеченной дуги или окружности	Опорная (неподвижная) ножка циркуля тупая. Малая глубина кернового углубления в центре окружности или дуги. Сильное нажатие на подвижную ножку циркуля в процессе разметке.	Разметку производить только циркулем с остро заточенными ножками, плавными несильными движениями циркуля, наклоняя его в сторону движения.
Риски не сопряжены друг с другом	Неточно установлена линейка по рискам. Смещение линейки во время нанесения риски. Неточно установлен размер циркуля; опорная ножка циркуля выскочила из кернового углубления при проведении риски.	Точно соблюдать все правила разметки. Прочно удерживать линейку и циркуль в процессе разметке.
Непараллельные или перпендикулярные друг другу риски	Керновые углубления на исходных рисках смещены. Неточно установлена линейка по рискам и дугам. Слабо закреплен зажимной винт циркуля.	Точно устанавливать линейку по исходным рискам. Прочно прижимать ее к детали. Следить за зажимом ножек циркуля.
Углы между рисками не соответствуют заданным	Керновые углубления на исходных рисках смещены. Нарушена последовательность построения угла. Неточно установлена линейка по рискам и керновым углублениям.	Керновые углубления наносить только по углублению риски. Следить за заточкой кернера и чертилки. Точно устанавливать линейку по рискам и керновым углублениям.
Размеченный контур не соответствует шаблону	Шаблон во время разметки был неплотно прижат к поверхности заготовки, в результате чего сместился при нанесении разметочных рисок.	Плотно прижимать шаблон к поверхности заготовки в процессе разметки. При возможности закреплять шаблон на заготовке при помощи струбицы.
При разметке при помощи рейсмаса риска не прямолинейна	Неустойчиво установлена размечаемая деталь. Слабо закреплена игла рейсмаса на стойке. На разметочную плиту под основание рейсмаса попала грязь.	Проверить прочность (без качки) установки детали на разметочной плите. Тщательно протереть разметочную плиту перед разметкой. Прочно закреплять разметочную иглу на штанге рейсмаса.

4.2 Рубка металла

Рубка металла представляет собой операцию обработки металлов резанием, при которой с помощью режущего инструмента – зубила, крейцмейселя или канавочника – с заготовки или детали удаляют излишний слой металла или заготовку разрубают на части, вырубают отверстие в листовом металле, прорубают смазочные канавки и т.п. Рубку производят в тех случаях, когда по условиям производства станочная обработка трудно выполнима или нерациональна и когда не требуется высокая точность обработки. Рубку мелких заготовок производят в тисках, крупные заготовки рубят на плите или наковальне, особо крупные на том месте, где они находятся. Для рубки применяются следующие инструменты: зубило, крейцмейсель, канавочники.

Зубило слесарное (рисунок 4.5) состоит из 4-х частей: режущей части 1, рабочей 2, средней 3 и ударной (бойка) 4.

Рабочую часть зубила, заканчивающуюся клиновой режущей частью, и боек закаливают и отпускают.



Рисунок 4.5 Зубило слесарное

После термической обработки режущая кромка должна иметь твердость HRC 55...60; боек HRC 35...40. Зубила изготавливают длиной 100...200 мм, ширину режущей кромки соответственно выбирают 5...25 мм. Головка зубила - боек делается всегда в виде усеченного конуса с полукруглым верхним основанием, так как в этом случае наносимый молотком удар приходится по центру головки зубила. Конусная головка, кроме того, меньше расклепывается при работе.

Угол заострения зубила в зависимости от обрабатываемого материала представлен в таблице 4.2. Чем меньше угол заострения, тем меньшую силу необходимо приложить для резания.

Таблица 4.2 Углы заточки зубила

Вид обрабатываемого материала	Угол заточки
Твердые материалы (чугун, твердая сталь, бронза)	70
Материалы средней твердости (сталь)	60
Мягкие материалы (медь, латунь)	45
Алюминиевые сплавы и цинк	35

Заточку зубил и крейцмейселей производят на заточных (точильных) станках (рисунок 4.7). Для заточки инструмента из инструментальных сталей (углеродистой, легированной и быстрорежущей) применяют шлифовальный круг из электрокорунда зернистостью 40, 50 или 63 на керамической связке.



Рисунок 4.7 Точильный станок

Угол заострения проверяют шаблоном, на котором имеются угловые вырезы 70° , 60° , 45° и 35° (рисунок 4.8). После заточки мелкозернистым абразивным бруском снимают заусенцы (заправляют лезвие).

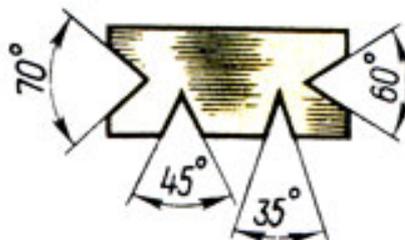


Рисунок 4.8 Шаблон для проверки угла заточки зубила

Крейцмейсель (рисунок 4.9) отличается от зубила более узкой режущей кромкой. Применяется для вырубания узких канавок, пазов и т.п.



Рисунок 4.9 Крейцмейсель

Чтобы крейцмейсель, углубляясь в канавку, не заклинивался, его режущую кромку делают несколько шире рабочей части. Крейцмейселем также пользуются для срубания поверхностного слоя с широкой чугунной плиты, когда сначала прорубают узкие канавки, а затем оставшийся металл зубилом. Углы заточки, твердость рабочей и ударной части крейцмейселя те же, что и у зубила.

Канавочники (рисунок 4.10) отличаются от крейцмейселя только изогнутой формой режущей кромки и применяются для вырубания смазочных канавок во вкладышах и втулках подшипников и при других подобных работах.



Рисунок 4.10 Канавочник

Приступая к рубке, необходимо подготовить рабочее место. Зубило располагают на верстаке с левой стороны тисков режущей кромкой к себе, а молоток – с правой стороны бойком направленным к тискам.

Большое значение при рубке имеет правильное положение корпуса слесаря: при рубке надо стоять у тисков устойчиво вполоборота к ним, левой тисков.

Качество и производительность рубки зависит от вида ударов молотком. Различают 3 вида удара молотком: кистевой, локтевой, плечевой (рисунок 4.11).



Рисунок 4.11 Виды удара молотком: а – кистевой; б – локтевой; в – плечевой

При кистевом ударе (рисунок 4.11, а) изгибаются только кисти правой руки. Таким ударом пользуются при выполнении легкой и точной работы: снятие тонких слоев металла, удаление небольших неровностей, рубке тонкой листовой стали и т.п.

При локтевом ударе (рисунок 4.11, б) рука изгибается в локте и удар получается более сильным. Этим ударом пользуются при обычной рубке, снятии слоев металла средней толщины, прорубании пазов и канавок.

При плечевом (рисунок 4.11, в) – рука двигается в плече, при этом получается большой замах и максимальная сила удара. Плечевой удар применяют при рубке толстого металла, удалении большого припуска за один проход, обработке больших плоскостей. Частота замахов молотком в минуту должна быть 40...60 при кистевом; 30...40 замахов при локтевом и плечевом ударах. При рубке металла большое значение имеет правильная установка оси зубила и обрабатываемой поверхности заготовки.

Угол между заготовкой (плоскостями губок тисков) и осью зубила должен быть равен 45° , угол наклона зубила зависит от угла заострения режущей кромки и должен составлять $30...35^{\circ}$. При меньшем угле наклона зубило скользит, а не режет, а при большем – излишне углубляется в металл и дает большую неровность обработанной поверхности (рисунок 4.12).

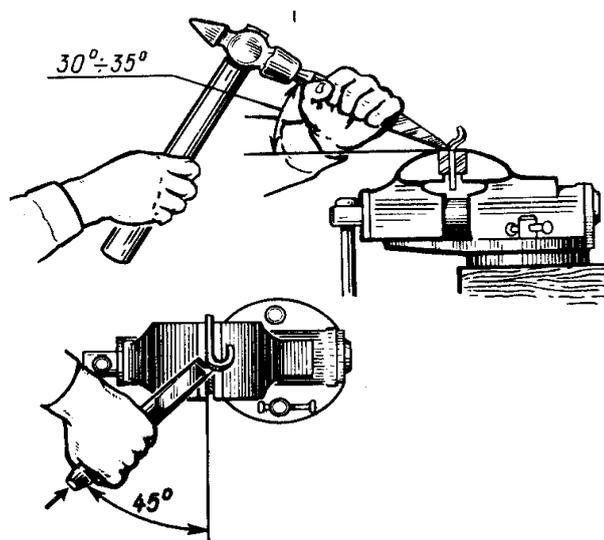


Рисунок 4.12 Углы наклона зубила по отношению к оси губок тисков и обрабатываемой поверхности заготовки

В процессе рубки металла руки должны действовать согласованно. Правой рукой нужно точно ударить молотком по зубилу, левой – в промежутках между ударами перемещать зубило по металлу. При ударе смотреть не на головку, а на режущую кромку зубила. При рубке полосового и листового металла по уровню губок тисков часть заготовки, уходящая в стружку (срубаемая), должна быть над губками тисков, риска разметки – находиться точно на уровне губок без перекоса, в начале рубки заготовка не должна выступать за правый торец губок, рубку выполнять локтевым ударом (рисунок 4.13, а).

Если разметочные риски находятся выше уровня губок, чтобы зубило излишне не углублялось в металле, угол между осью зубила и обрабатываемой поверхностью надо периодически уменьшать (рисунок 4.13, б).

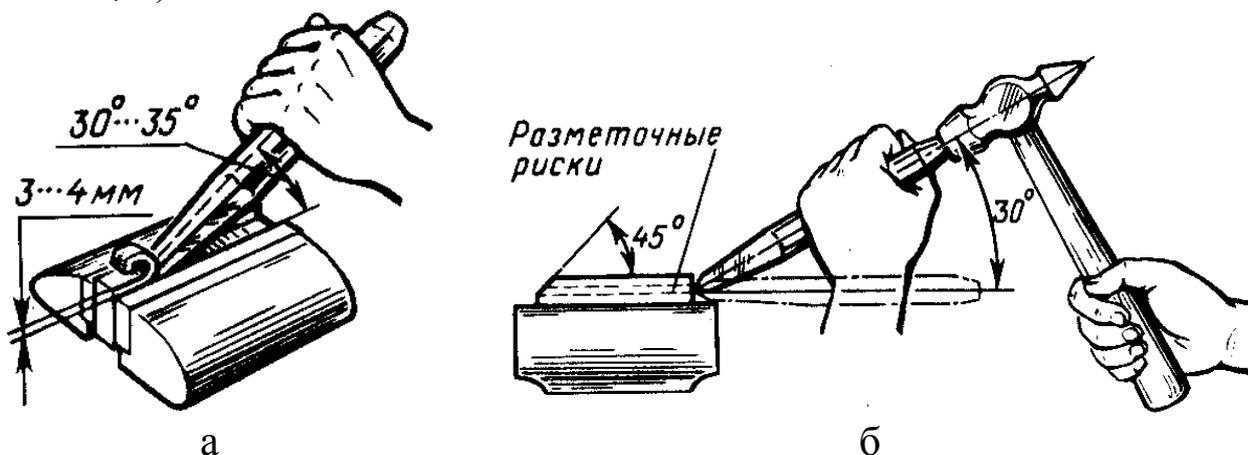


Рисунок 4.13 Рубка полосового и листового металла

При срубании слоя металла на широкой плоской поверхности заготовка или разметочные риски должны выступать над губками тисков на 5...10 мм. Крейцмейселем прорубить канавки шириной 8-10 мм (рисунок 4.14, а). Ширина промежутков между канавками должна составлять 0,8 длины режущей кромки, применяемого при рубке зубила, затем зубилом срубают образовавшиеся выступы (рис 4.14, б).

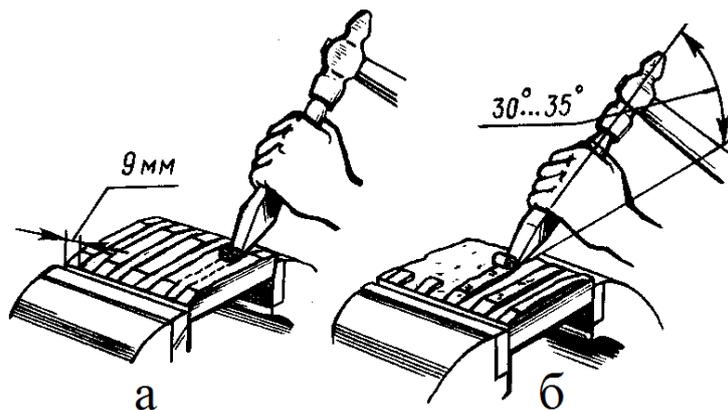


Рисунок 4.14 Рубка широких поверхностей

Толщина стружки, снимаемая крейцмейселем за один ход, равна 0,5...1 мм, а при срубании выступов зубилом – 1,5...2 мм. Чугун, бронзу и другие хрупкие металлы нельзя рубить, доходя до противоположного края заготовки. Недорубленные места следует рубить с противоположной стороны или предварительно сделать скос под углом 45° .

Вырубание пазов (рисунок 4.15, а) и криволинейных смазочных канавок (рисунок 4.15, б) производят в такой последовательности: сначала на обрабатываемую поверхность заготовки наносят риски, затем крейцмейселем прорубают канавки глубиной 1,5...2 мм за каждый проход.

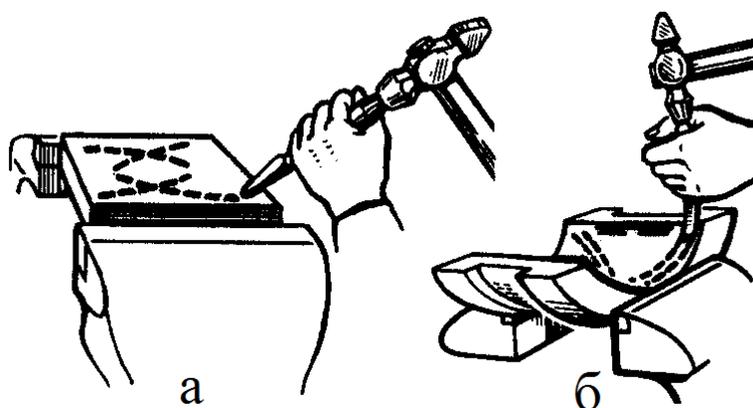


Рисунок 4.15 Вырубание пазов и канавок

Оставшиеся после рубки неровности устраняют канавочником, придавая пазам одинаковую ширину и глубину по всей длине заготовки.

При вырубании фигурной заготовки на плите или наковальне работу выполняют в такой последовательности. Отступив от разметочных рисок на 2...3 мм, легкими ударами по зубилу надрубляют контур. Затем сильными ударами по зубилу рубят лист по контуру. Если лист достаточно толстый, то, перевернув его, прорубают зубилом по контуру, ясно обозначившемуся на противоположной стороне. Затем вновь переворачивают лист на первую сторону и заканчивают рубку. При вырубании заготовки с криволинейными контурами необходимо пользоваться зубилом с закругленным лезвием или крейцмейселем.

Типичные дефекты при рубке, причины их появления и способы предупреждения представлены в таблице 4.3

Таблица 4.3 Способы устранения дефектов при рубке металла

ДЕФЕКТ	ПРИЧИНА	СПОСОБ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ
1	2	3
<i>Рубка листовой стали в тисках</i>		
Обрубленная кромка детали прямолинейна	Деталь слабо зажата в тисках	Прочно закреплять деталь в тисках
Стороны вырубленной детали непараллельные	Перекося разметочных рисок. Перекося заготовки в тисках	Соблюдать правила разметки, точно устанавливая деталь в тисках по разметочной риске
«Рваная» кромка детали	Рубка выполнялась слишком сильными ударами или тупым зубилом	Перед рубкой убедиться в правильной заточке зубила. Силу ударов регулировать в зависимости от толщины заготовки. Угол наклона зубила должен быть не менее 30°.
<i>Прорубание канавок</i>		
«Рваные» кромки канавки	Неправильная заточка крейцмейселя	Крейцмейсель затачивать с поднутрением режущей кромки
Глубина канавки неодинакова по ее длине	В процессе рубки не производилось регулирование наклона крейцмейселя	При рубке толщину срезаемого слоя материала, а следовательно, и глубину канавки регулировать наклоном крейцмейселя

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3
Сколы на конце канавки	Не обрублена фаска на детали	Перед началом рубки (особенно хрупких металлов) обязательно срубить фаску на ребре заготовки в месте выхода крейцмейселя
<i>Срубание слоя металла на широкой поверхности</i>		
Грубые завалы и зарубы на обработанной поверхности	Рубка осуществлялась тупым зубилом. Неправильная установка зубила в процессе рубки. Неравномерность силы ударов молотком по зубилу в процессе рубки	Наиболее рационально производить срубание выступов между прорубленными ранее канавками способом «елочка». Толщину снимаемого слоя регулировать наклоном зубила
Сколы на кромке детали	Не обрублены фаски на детали	Перед рубкой широкой поверхности детали (особенно хрупкого металла) обязательно срубить фаски со всех ребер детали
<i>Рубка листовой, полосовой и прутковой стали на плите</i>		
Непрямолинейная кромка отрубленной детали	Нарушение правил разметки детали. Рубка велась не по разметочной риску	Следить за прямолинейностью риски разметки. Точно устанавливать зубило на риску
Кромка отрубленной детали имеет глубокие зарубы и сколы	Неправильная заточка зубила. Неточная установка зубила на разметочную риску. Рубка выполнялась слишком слабыми ударами с «пристукиванием» или тупым зубилом	Для рубки листового металла зубило следует затачивать слегка закругленно. Рубку производить энергичными ударами без «пристукивания». Прочно удерживать зубило на риске разметки

4.3 Резка металла

Резка металла – операция разделения на части круглого, полосового, профильного проката, а также труб ручным и

механическим способом. Ручную резку заготовок в зависимости от профиля и площади сечения производят различными инструментами: ножовками, ножницами (ручными, стуловыми, рычажными), труборезами и газопламенными резаками.

4.3.1 Резка при помощи ручной ножовки

Ручная ножовка – наиболее распространенный инструмент для разрезки толстых листов, полосового и профильного металла, а также для прорезания пазов, шлицев, обрезки и вырезки заготовок по контуру и т.п.

Она состоит из рамки (ножовочного станка) натяжного винта подвижной головки с хвостовиком и ручкой (рисунок 4.16, а). Рамки ножовки бывают цельной и раздвижной конструкции. Ножовочное полотно представляет собой тонкую и узкую стальную пластину с зубьями на одном ребре (рисунок 4.16, б). Каждый зуб ножовочного полотна имеет форму клина (резца), на котором различают задний угол, угол заострения, передний угол.

Для уменьшения трения ножовочного полотна о стенки разрезаемого металла (пропила) зубья его разводят в разные стороны, увеличивая таким образом толщину полотна n до ширины пропила k .

Зубья с большим шагом отгибают по одному поочередно вправо и влево (рисунок 4.16, в), зубья с малым шагом отгибают по 2...3 вправо и по 2...3 влево, при этом образуется волнистая линия (рисунок 4.16, г).

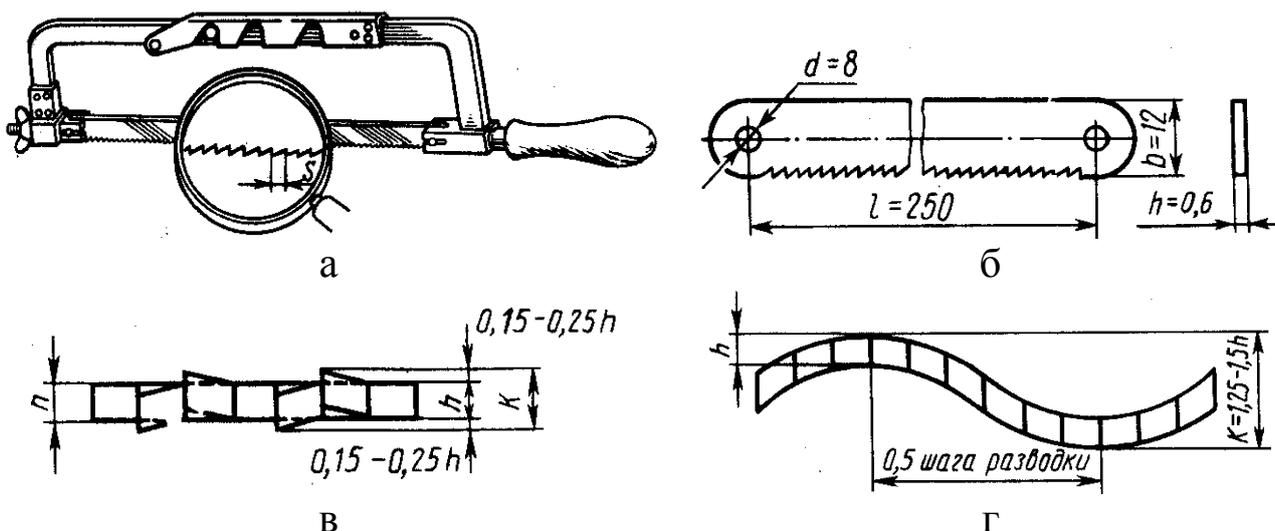


Рисунок 4.16 Ручная ножовка

При резке металла ножовкой корпус слесаря необходимо развернуть вправо под углом 45° к оси тисков. Во время разрезки ножовку держат в горизонтальном положении. Двигать ее надо плавно, без рывков, производя 30...60 двойных ходов за минуту. При движении вперед рамку ножовки нажимать вниз. Длина хода ножовки должна быть такой, чтобы работало не менее $2/3$ ее длины, а не только ее средняя часть.

Тонкий материал для разрезки ножовкой зажимают между деревянными брусками и разрезают вместе с ними. Приемы разрезания металла показаны на рисунке 4.17, а ... ж.

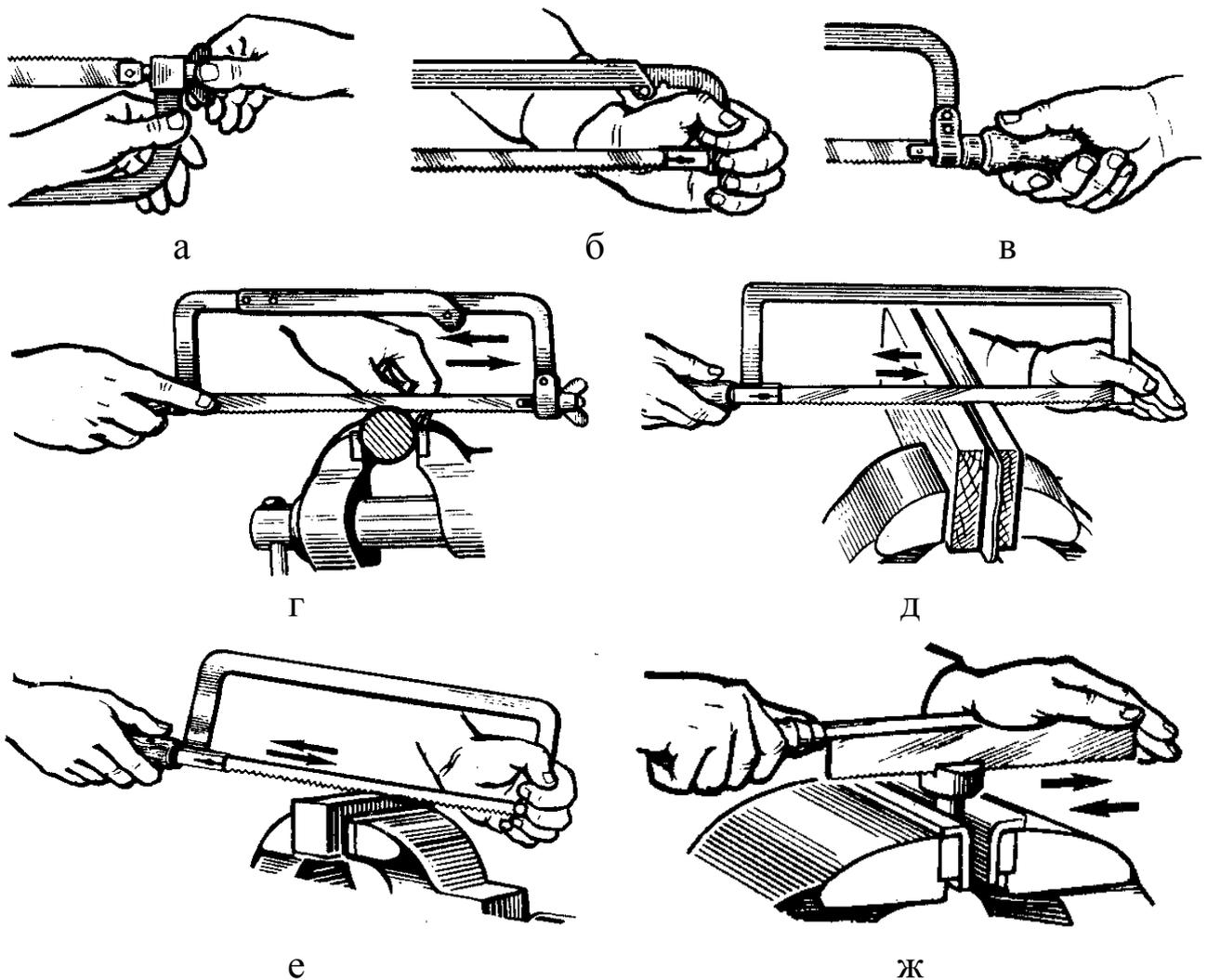


Рисунок 4.17 Приемы работы при резании металла ножовкой: *а* - натяжка полотна; *б* - положение (хват) левой руки; *в* - положение правой руки; *г* - разрезание прутка круглого сечения; *д* - разрезание тонкого листа; *е* - разрезание прутка прямоугольного сечения; *ж* - прорезка шлица (прорези) специальной ножовкой

Правила резания металлов в значительной мере различаются в зависимости от используемого инструмента и материала, который подвергается разрезанию.

Основные правила резания металла ножовкой (полосовой, листовой, прутковый материал; профильный прокат; трубы)

1) Перед началом работы необходимо проверить правильность установки и натяжения полотна.

2) Разметку линии реза необходимо производить по всему периметру прутка (полосы, детали) с припуском на последующую обработку 1...2 мм.

3) Заготовку следует прочно закреплять в тисках.

4) Полосовой и угловой материал следует разрезать по широкой части.

5) В том случае, если длина реза на детали превышает размер от полотна до рамки ножовочного станка, резание необходимо производить полотном, закрепленным перпендикулярно плоскости ножовочного станка (ножовкой с повернутым полотном).

6) Листовой материал следует разрезать непосредственно ножовкой в том случае, если его толщина больше расстояния между тремя зубьями ножовочного полотна. Более тонкий материал для резания надо зажимать в тиски между деревянными брусками и разрезать вместе с ними.

7) Газовую или водопроводную трубу необходимо разрезать, закрепляя ее в трубном прижиме. Тонкостенные трубы при разрезании в тисках, используя для этого профильные деревянные прокладки.

8) При разрезании необходимо соблюдать следующие требования:

- в начале резания ножовку наклонять от себя на $10...15^{\circ}$;
- при резании ножовочное полотно удерживать в горизонтальном положении;
- в работе использовать не менее трех четвертей длины ножовочного полотна;
- рабочие движения производить плавно, без рывков, примерно 40...50 двойных ходов в минуту.

При проверке размера отрезанной части по чертежу отклонение реза от разметочной риски не должно превышать 1 мм в большую сторону.

Правила безопасности труда при работе с ножовкой:

1) Запрещается выполнять резание со слабо или чересчур сильно натянутым полотном, так как это может привести к поломке полотна и ранению рук.

2) Во избежание поломки полотна и ранения рук при резании не следует сильно нажимать на ножовку вниз.

3) Запрещается пользоваться ножовкой со слабо насаженной или расколотой рукояткой.

4) При сборке ножовочного станка следует использовать штифты, которые плотно, без качки, входят в отверстия головок.

5) При выкрашивании зубьев ножовочного полотна работу прекратить и заменить полотно на новое.

6) Во избежание соскакивания рукоятки и ранения рук во время рабочего движения ножовки не ударять передним торцом рукоятки о разрезаемую деталь.

4.3.2 Резка при помощи ручных ножниц

Ручные ножницы (рисунок 4.17) бывают правыми и левыми. У правых ножниц скос на режущей части на каждой из половин находится с правой стороны, а у левых – с левой. Ручными ножницами можно резать листовую сталь толщиной до 0,7 мм, кровельное железо толщиной до 1,0 мм, листы меди и латуни толщиной до 1,5 мм. Такие ножницы (рисунок 4.17, а) предназначены для разрезания материала по прямой линии или по дуге большого радиуса. Если требуется вырезать в листовом материале отверстие или вырезать деталь по контуру с малыми радиусами кривизны, применяют ножницы с криволинейными лезвиями (рисунок 4.17, б) или пальцевые ножницы с тонкими и узкими режущими лезвиями (рисунок 4.17, в).

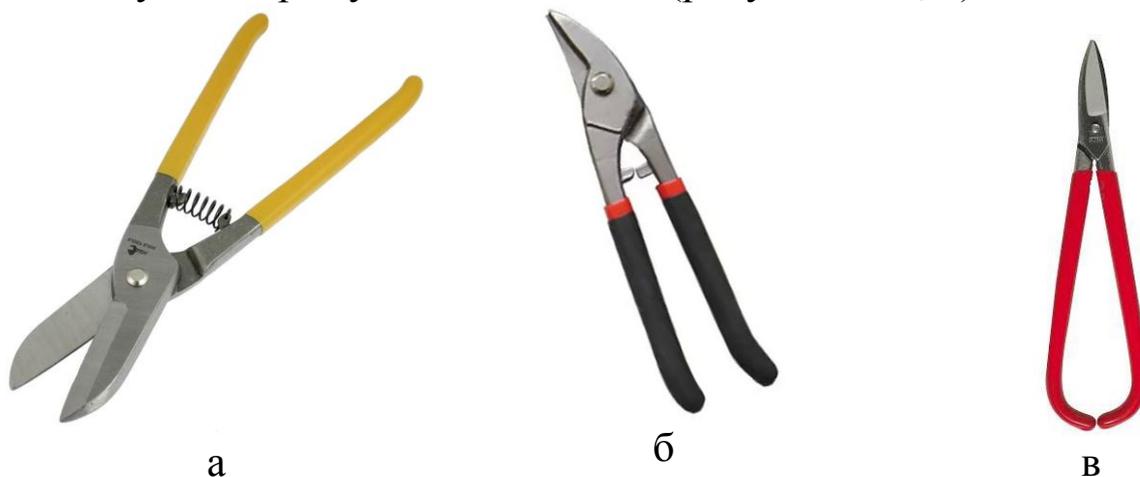


Рисунок 4.17 Ножницы ручные: а - прямые; б - с криволинейным лезвием; в - пальцевые

Все ножницы, независимо от их конструкции, в своей основе имеют (как и другие режущие инструменты) режущий клин. Форма режущего клина ножниц характеризуется следующими геометрическими параметрами (рисунок 4.18): углом заострения; задним углом; обеспечивающим уменьшение трения при работе ножницами и составляющим $2...3^{\circ}$. С целью уменьшения усилий, прикладываемых при резании, режущие ножи устанавливают под углом (чем больше этот угол, тем меньше усилие резания). При увеличении этого угла создаются усилия, выталкивающие лист из-под ножей, в связи с этим величину угла выбирают в пределах $7...12^{\circ}$, что создает оптимальные условия для резания. Угол заострения выбирают в зависимости от обрабатываемого материала (чем тверже материал, тем большим должен быть этот угол).

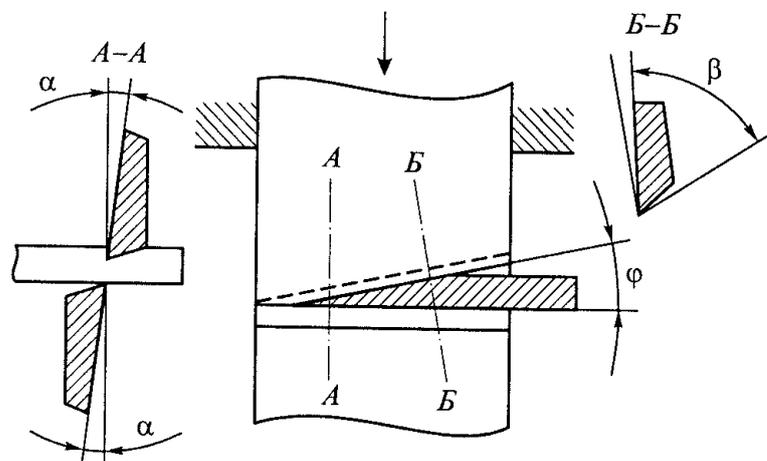


Рисунок 4.18 Геометрические параметры лезвий ножниц:
 α - задний угол; β - угол заострения; ϕ - угол между лезвиями

Для мягких металлов и сплавов (например, меди, латуни) он составляет 65° ; для металлов средней твердости – $70...75^{\circ}$, а для твердых материалов – 80° .

Основные правила резания листового металла толщиной до 0,7 мм ручными ножницами.

- 1) При разметке вырезаемой детали необходимо предусматривать припуск до 0,5 мм на последующую обработку.
- 2) Разрезание следует производить острозаточенными ножницами в рукавицах.
- 3) Разрезаемый лист располагать строго перпендикулярно лезвиям ножниц.
- 4) В конце реза не следует сводить ножницы полностью во избежание надрыва металла.

5) Необходимо следить за состоянием оси-винта ножниц. Если ножницы начинают «мять» металл, нужно слегка подтянуть винт.

6) При резании материала толщиной более 0,5 мм (или при затрудненном нажатии на ручки ножниц) необходимо одну из ручек прочно закрепить в тисках.

7) При вырезании детали криволинейной формы, например, круга, необходимо соблюдать следующую последовательность действий:

- разметить контур детали и вырезать заготовку прямым резом с припуском 5...6 мм;

- вырезать деталь по разметке, поворачивая заготовку по часовой стрелке.

8) Резание следует производить точно по линии разметки (отклонения допускаются не более 0,5мм). Максимальная величина «зареза» в углах не должна быть более 0,5мм.

Если требуется разрезать листы большой толщины (до 2,0 мм), применяют стуловые ножницы (рисунок 4.19). У этих ножниц одна рукоятка имеет отогнутый вниз конец; этим заостренным концом ножницы закрепляют в деревянной колоде или тисках. Вторая рукоятка служит для нажатия и собственно резания.

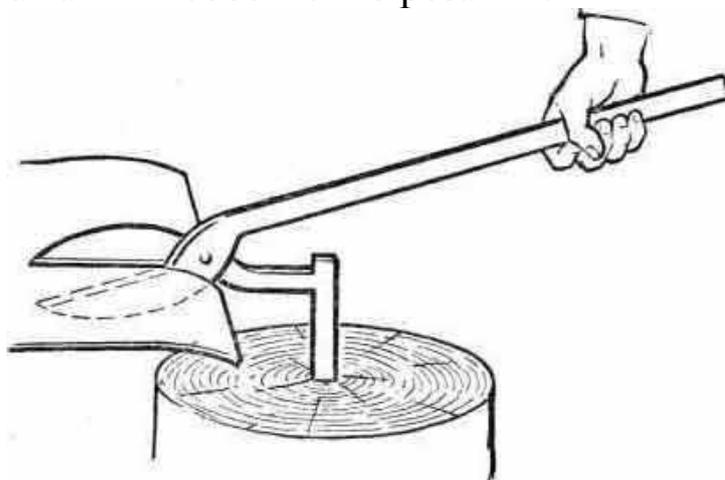


Рисунок 4.19 Стуловые ножницы

Хорошего эффекта при резании листовой стали толщиной до 2,5 мм можно добиться при использовании силовых ножниц (рисунок 4.20). Главной особенностью силовых ножниц по металлу является возможность разрезать прутья из металла диаметром до 8 мм. Этот инструмент оснащен сменными ножами и дисками, а также рукояткой из двух рычагов, соединенных между собой шарниром. Эта система рычагов обеспечивает увеличение силы резания приблизительно-

но в два раза по сравнению с обычными ножницами таких же габаритов.



Рисунок 4.20 Силовые ножницы

Настольные ручные рычажные ножницы (рисунок 4.21) применяют для разрезания листовой стали толщиной до 4 мм, алюминия и латуни – до 6 мм. Основание ножниц закрепляют на верстаке болтами. Рукоятка обеспечивает возвратно-поступательное движение ножа. Второй нож закреплен в корпусе основания. Разрезаемый лист укладывают на полку неподвижного ножа и, перемещая подвижный нож рукояткой, выполняют разрезание листа по разметочной риске. Рычажные ножницы могут несколько отличаться друг от друга по конструкции, но принцип их действия во всех случаях одинаков.



Рисунок 4.21 Настольные ручные рычажные ножницы

Основные правила резания листового и полосового материала рычажными ножницами:

1) Резание необходимо производить в рукавицах во избежание пореза рук.

2) Резание значительного по размерам листового материала (более 0,5 0,5м) следует производить вдвоем (один должен поддерживать лист и продвигать его в направлении «от себя» по нижнему ножу, другой – нажимать на рычаг ножниц).

3) В процессе работы разрезаемый материал (лист, полосу) необходимо располагать строго перпендикулярно плоскости подвижного ножа.

4) В конце каждого реза не следует доводить ножи до полного сжатия во избежание «надрыва» разрезаемого материала [12].

После окончания работы нужно закреплять рычаг ножниц фиксирующим штифтом в нижнем положении.

Типичные дефекты при резки, причины их появления и способы предупреждения представлены в таблице 4.4

Таблица 4.4 Способы устранения дефектов при резке металла

ДЕФЕКТ	ПРИЧИНА	СПОСОБ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ
1	2	3
<i>Резание слесарной ножовкой</i>		
Перекося рез	Слабо натянуто полотно. Резание производилось поперек полосы или полки угольника	Натянуть полотно таким образом, чтобы оно туго поддавалось нажатию пальцем сбоку
Выкрашивание зубьев полотна	Неправильный подбор полотна. Дефект полотна – полотно перекалено	Полотно следует подбирать таким образом, чтобы шаг зубьев был не более половины толщины заготовки, т.е. чтобы в работе участвовало два-три зуба. Вязкие металлы (алюминий и его сплавы) резать полотнами с более мелким зубом, тонкий материал закреплять между деревянными брусками и разрезать вместе с ними

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3
Поломка полотна	Сильное нажатие на ножовку. Слабое натяжение полотна. Полотно перетянута. Неравномерное движение ножовкой при резании	Ослабить вертикальное (поперечное) нажатие на ножовку, особенно при работе новым, а также сильно натянутым полотном. Ослаблять нажатие на ножовку в конце реза. Движения ножовкой производить плавно, без рывков. Не пытаться исправлять перекося реза перекося ножовки. Если полотно тупое, то необходимо заменить его.
<i>Резание ручными ножницами</i>		
При резании листового материала ножницы мнут его	Тупые ножницы. Ослаблен шарнир ножниц	Резание производить только острозаточенными ножницами. Перед началом резания проверить и, если необходимо, подтянуть шарнир ножниц так, чтобы раздвигание ручек производилось плавно, без заеданий и качки
«Надрывы» при резании листового материала	Несоблюдение правил резания	Во время работы ножницами следить, чтобы лезвия ножниц не сходились полностью, так как это приводит к «надрывам» металла в конце реза
Отступление от линии разметки при резании электровибрационными ножницами	Несоблюдение правил резания	При резании листового материала больших размеров (более 500 мм) лист задней кромкой упереть в какой-либо упор и разрезание производить перемещением (подачей) ножниц. При вырезании заготовок с криволинейными контурами (особенно при небольших размерах заготовок) подачу производить передвиганием заготовки
Ранение рук	Работа производилась без рукавиц	Работать ножницами следует только в брезентовых рукавицах (прежде всего на левой руке, поддерживающей разрезаемый лист)

4.3.3 Электрические ножницы по металлу

Резка листового металла с помощью ручных ножниц трудоемкий процесс, но самые большие сложности возникают при обработке гофрированных и профильных металлических изделий. А если они расположены еще и в труднодоступных местах, то выполнить какую-либо операцию практически невозможно.

Электроножницы для металла имеют узкий корпус продолговатой формы, удобно располагающийся в руке. Более крупные и мощные варианты обхватить ладонью сложнее, поэтому они оснащаются выносной рукояткой. Для изготовления корпуса электроножниц применяется ударопрочный конструкционный пластик.

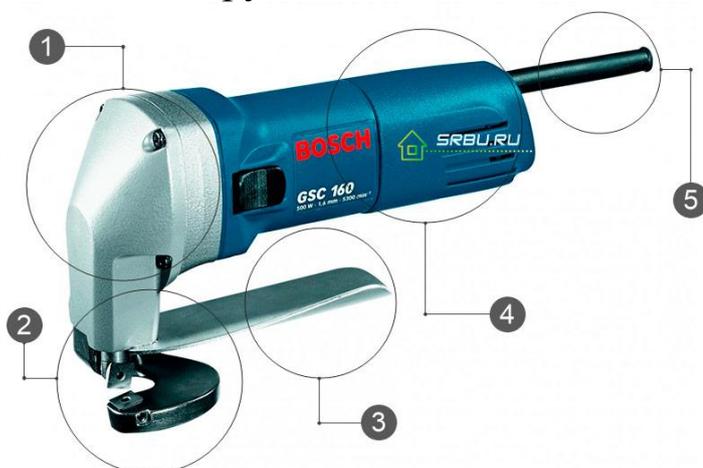


Рисунок 4.22 1 - многоступенчатый редуктор; 2 - рабочий узел; 3 - защитная пластина-щиток; 4 - пластиковый корпус со встроенным электрическим двигателем; 5 - электрический шнур

Внутри корпуса располагается электрический двигатель, а в передней части – многоступенчатый редуктор в металлическом кожухе. В данном узле происходит преобразование вращательного движения шпинделя в возвратно-поступательное, в результате чего приводится в действие режущая оснастка. Рабочий узел работает по принципу ручного механического инструмента: он включает в свою конструкцию статичный и подвижный элементы, при прохождении между которыми листовая металл разрезается.

Существует три основных вида электроножниц, отличающихся своим функциональным назначением, конструкцией и принципом действия. Так все модели подразделяются на:

- листовые;
- шлицевые;
- вырубные (высечные).

Листовые электроножницы

По своим конструктивным особенностям и принципу работы данный инструмент больше всего напоминает хозяйственные ножницы. На жестком опорном элементе подковообразной формы в горизонтальной плоскости закреплен статичный нож. В перпендикулярной (вертикальной) плоскости посредством возвратно-поступательных движений работает подвижный нож. Путем переустановки опорной площадки можно регулировать зазор между верхним и нижним ножами, настраивая электроножницы под работу с материалом определенной толщины.



Рисунок 4.23 Листовые ножницы: а – общий вид;
б – рабочий орган

Преимущества листовых электроножниц:

- высокая скорость и производительность;
- точность прямого реза;
- в процессе резки не образуются отходы в виде стружки;
- возможность разрезания металла толщиной 4...5 мм;
- возможность длительного использования одного режущего полотна.

Недостатки листовых электроножниц:

- начинать резать заготовку можно только от ее края.
- недостаточная маневренность при выполнении криволинейных резов и профильных заготовок.

Шлицевые электроножницы

Данная модификация также имеет в своей конструкции пару ножей. Один из них закрепляется сверху, он неподвижный, имеет П-

образную форму и две режущих кромки. Нижний нож выполняет возвратно-поступательные движения в вертикальном положении, заходя в паз неподвижного верхнего элемента электроножниц. При резке образуется тонкая спиральная стружка. Функция регулировки зазора между ножами здесь также имеется, что позволяет адаптировать аппарат под толщину конкретного металлического листа.

В качественных моделях стружка выходит вверх и в сторону, не мешая обзору и не делая повреждений на заготовке. Стружку периодически обрезают специальными кусачками.



Рисунок 4.23 Шлицевые ножницы: а – общий вид;
б – рабочий орган

Преимущества шлицевых электроножниц:

- возможность начала реза с любого участка заготовки (можно использовать для проделывания отверстий);
- отлично справляется с локальными неровностями(фальцами);
- при распилке лист не деформируется;
- хорошо держат заданную линию;
- узкий нос устройства обеспечивает удобство работы в труднодоступных местах.

Недостатки шлицевых электроножниц:

- максимальная толщина материала составляет всего 2 мм;
- имеют внушительный радиус разворота;
- непродолжительная работа нижнего подвижного ножа.

Вырубные (высечные) электроножницы

Высечные по сути представляют собой миниатюрный вырубной пресс, который вручную можно перемещать по полотну в заданном направлении. Конструкция данного оборудования включает в себя те же элементы, что и стационарное металлообрабатывающее оборудование – матрицу и пуансон.

Матрица – это статичный элемент квадратной или круглой формы, закрепленный в матрицедержателе. В качестве пробойника выступает пуансон, являющийся подвижной деталью оснастки. Он крепится в ползуне, который совершает возвратно-поступательные движения, передаваемые кривошипным механизмом. Форма пуансона полностью соответствует форме матрицы. В случае необходимости замены одного из элементов, их меняют попарно.



а
б
Рисунок 4.23 Высечные (вырубные): а – общий вид;
б – рабочий орган

Вырубные элементы круглой формы предназначены для работы с тонкими листовыми материалами (до 3 мм), а квадратной – для более толстых заготовок. Матрица и пуансон имеют функцию бесступенчатого 360-градусного поворота, обеспечивающую легкость выполнения криволинейных резов. Чтобы проще достичь очень труднодоступных участков, матрицу можно зафиксировать с угловым интервалом в 90°.

В процессе работы высечных электроножниц пуансон вырубает в металлическом листе отверстия, из которых образуется непрерывная дорожка, шириной, равной диаметру пуансона.

Некоторой разновидностью высечных ножниц, являются высечные ножницы для гофрированного листа с высоким трапецеидальным рифлением.

Преимущества высечных электроножниц:

- высокая маневренность и универсальность;
- хорошая видимость рабочей зоны;
- возможность врезания не только с краю, но и со середины заготовки (предварительно следует просверлить отверстие);

- чистый рез, отсутствие деформации на заготовке;

Недостатки высечных электроножниц:

- образование в процессе высекания отходов в виде острых металлических «конфетти» серповидной формы;
- сложно удерживать прямую линию реза;
- слабая проходимость в местах перепада толщин (к примеру, перекусывание фальца).

4.3.4 Углошлифовальные машины

Конструкция углошлифовальных машин (УШМ) отличается сравнительно простой и технологичной конструкцией (рисунок 4.24), что и позволило наладить их производство на многих предприятиях.

Корпус УШМ изготавливается из армированных полимеров. Такие материалы отличаются высокой прочностью, устойчивостью к износу и воздействию окружающей среды. На внешней поверхности располагается кнопка включения инструмента с фиксатором. У части моделей предусмотрены окна, закрытые лючками, для замены щеток привода электрического двигателя, питание которого осуществляется от бытовой сети или аккумуляторов. На УШМ применяются приводы, способные обеспечить высокие обороты вала. Для охлаждения обмоток и других деталей в передней части на оси установлен вентилятор. Одноступенчатый угловой редуктор установлен в отдельном корпусе, изготовленном преимущественно из магниевых или алюминиевых сплавов. Состоит из конических шестерней, валы которых установлены на подшипниках шариковых или скольжения. Взаимодействие деталей между собой в редукторе обеспечивается корпусом, который заполнен консистентной смазкой.

Шпиндель, состоит из вала с метрической резьбой, толстостенной шайбы и гайки для крепления отрезного диска или другой оснастки. На корпусе редуктора обычно с противоположной стороны предусмотрена кнопка, фиксирующая вал в неподвижности. Это необходимо для демонтажа и установки новой оснастки.



Рисунок 4.24 Углошлифовальная машина: 1 – корпус;
 2 – электродвигатель; 3 – шпиндель; 4 - угловой редуктор;
 5 – съемная рукоятка; 6 – защитный кожух

Съемная рукоятка имеет резьбу, и ее можно вкручивать в корпус редуктора в одном из выбранных положений. Это сделано для удобства удержания электроинструмента в процессе выполнения разных видов работ.

Защитный кожух закрывает часть отрезного диска и не позволяет снопу искр, который образуется во время работы разлетаться во все стороны. Приспособление защищает работника и окружающие предметы от продуктов износа оснастки и фрагментов материала, образующихся в процессе его обработки.

УШМ приводится в действие электрическим двигателем, который включается нажатием фиксирующейся кнопки или переключателя. Питание осуществляется от сети, а также от встроенного или

съемного аккумулятора. Преимущественно инструмент оснащается коллекторными электродвигателями, обмотка статора в которых имеет большое индуктивное сопротивление. Это обстоятельство позволяет значительно уменьшить рабочие токи.

Раскручиваясь, вал электродвигателя вращает ведущую шестерню в редукторе, которая приводит в действие ведомую, и таким образом, передает усилие на шпиндель. Корпус механизма изготавливается из магниевых или алюминиевых сплавов для улучшения теплоотдачи. Зацепление между шестернями бывает двух типов: прямозубое и косозубое (коническое системы Глиссона). Второй вариант предпочтительнее потому как обеспечивает большую надежность и способствует снижению шумности.

На более дорогих и сложных моделях используется расцепляющая муфта, устанавливаемая между двигателем и редуктором. Основная функция данного узла предотвращение обратного удара при внезапной остановке диска по причине заклинивания. Это позволяет защитить оператора от возможной травмы и узлы болгарки от поломок. На таких УШМ кнопку фиксации шпинделя можно нажимать до его полной остановки.

Выбор конструктивной схемы, при которой плоскость вращения отрезного диска или щетки параллельна оси инструмента объясняется достаточно просто. При работе УШМ возникает значительный крутящий момент, стремящийся увести инструмент в сторону. Это усилие легко компенсируется оператором, за счет оптимального расположения рук вдоль и перпендикулярно к оси.

Номенклатура оснастки включает следующие позиции: отрезные и шлифовальные круги.

Отрезные круги предназначены для резки разных материалов. При использовании данного вида оснастки следует строго выдерживать угол между инструментом и обрабатываемой поверхностью. Отрезные диски применяются только для хорошо зафиксированных деталей. Они бывают абразивные и алмазные.

Абразивные отрезные диски (рисунок 4.25).

Чаще всего такие круги используются для резки металла, камня и бетона. Спецификация таких кругов отмечается на их этикетке и обозначается буквами и цифрами, например: А 24 S, где:

- первая буква «А» означает материал зерна из которого изготовлен круг. А - корунд, AS - электрокорунд, С - карбид кремния (используют в кругах предназначенных для резки бетона).

- цифра, в данном случае «24», показывает фракцию зерна и обозначает специализацию круга. Для стали этот показатель будет крупнее, а для цветных металлов мельче.
- последняя буква «S» показывает твердость связки. Чем буква ближе к концу алфавита, тем твердость связки выше.

Все эти параметры необходимо подбирать под обрабатываемый материал. В противном случае диск может либо гореть либо слишком быстро стачиваться. Главное правило - чем тверже обрабатываемый материал, тем мягче должна быть связка.



Рисунок 4.25 Абразивные отрезные диски

Алмазные отрезные диски (рисунок 4.26).

Алмазные отрезные круги разных типов узко специализированы и рассчитаны на использование только для работы с определенными материалами. По виду режущей кромки их делят на сегментные (рисунок 4.26, а), сплошные (рисунок 4.26, б) и «турбо» (рисунок 4.26, в).



Рисунок 4.26 Алмазные отрезные диски

Очень часто УШМ применяют для шлифования различных поверхностей, для этого используются специальные шлифовальные круги (рисунок 4.27).



Рисунок 4.27 Шлифовальные круги: а – шлифовальный тарельчатый круг; б – шлифовальный круг чашечного типа; в – лепестковый торцевой шлифовальный круг; г – лепестковый тарельчатый шлифовальный круг; д – чашечная щетка с латунной щетиной; е – дисковая щетка со стальной щетиной.

Правила техники безопасности при работе с УШМ

При работе с болгаркой необходимо помнить о том, что частота вращения диска составляет от 6 650 до 13 290 об/мин и разрушение его сопровождается разлетом осколков. Поэтому категорически запрещается снимать защитный кожух, а оператор должен использовать специальные очки. При работе с электроинструментом следует соблюдать следующие меры безопасности:

- не допускается применение оснастки, не соответствующей данной модели по размеру или имеющей механические повреждения;
- необходимо использовать рабочие перчатки, а также прозрачные щитки для защиты лица и шеи и очки для глаз;
- в плоскости вращения диска не должны находиться люди;
- для работы с определенным материалом использовать только специализированные виды оснастки;
- сетевой провод следует размещать так, чтобы исключить возможность его повреждения.

4.4 Правка и гибка

4.4.1 Правка

Правка представляет собой первую операцию по подготовке заготовки или металла для ее последующей технологической обработки. Она предназначена для устранения искажений формы (вмятин, выпучиваний, волнистости, коробления, искривления и т.п.) путем пластического деформирования. Металл подвергается правке как в холодном, так и в нагретом состоянии. Правку можно выполнять ручным способом на стальной или чугунной плите или на наковальне, машинную правку производят на прессах и правильных вальцах.

Для правки применяют: молотки с круглым полированным бойком, так как молотки с квадратным бойком оставляют следы в виде забоин; молотки из мягких материалов (медные, свинцовые, деревянные); гладилки и поддержки (металлические или деревянные бруски) для правки тонкого листового и полосового металла; правильные бабки для закаленных деталей с цилиндрической, сферической и прочими фасонными поверхностями.

Кривизну заготовок проверяют на глаз или по зазору между плитой и уложенной на нее заготовкой. Изогнутые места отмечают мелом. Правку производят на правильной плите или наковальне.

Простейшей является правка металла изогнутого по плоскости. В этом случае молотком или кувалдой наносят сильные удары по наиболее выпуклым местам полосы, уменьшая силу удара по мере выпрямления и поворачивая полосу с одной стороны на другую по мере необходимости (рисунок 4.28 а, б). Правку полос, имеющих скрученный (спиральный) изгиб (рисунок 4.28, в), рекомендуется проводить методом раскручивания, для чего один конец заготовки зажимают в слесарные тиски, а на втором конце закрепляют ручные тисочки. Затем рычагом выправляют спиральную кривизну. При необходимости окончательную правку проводят на плите. Результаты правки (прямолинейность заготовки) проверяют на глаз, а для более точной проверки – на разметочной или контрольной плите по просвету, наложением линейки на полосу или щупом.

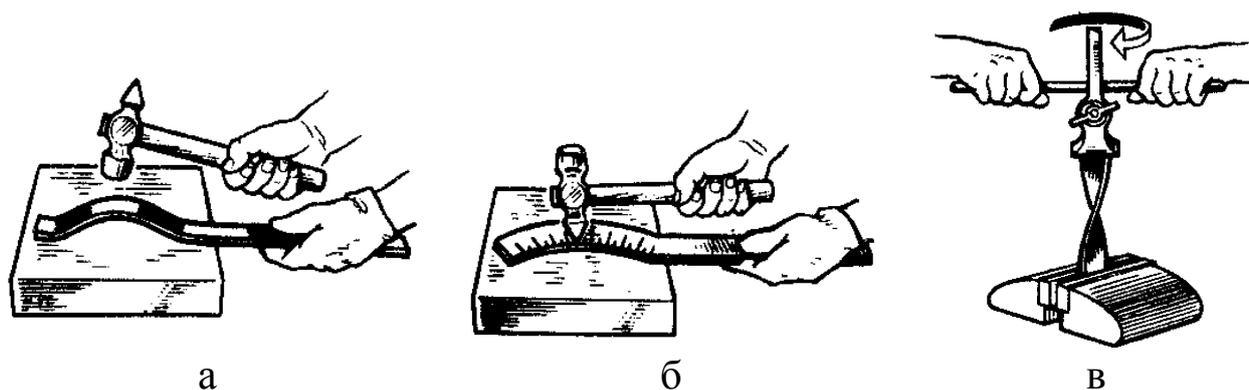
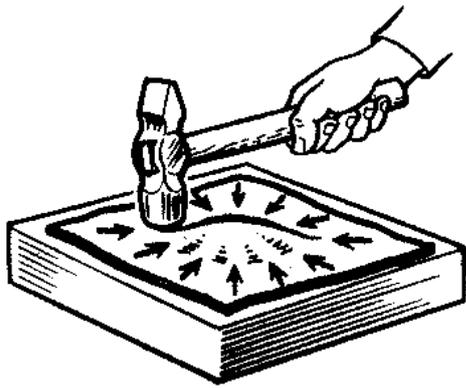


Рисунок 4.28 Приемы правки металла полосового и круглого сечения

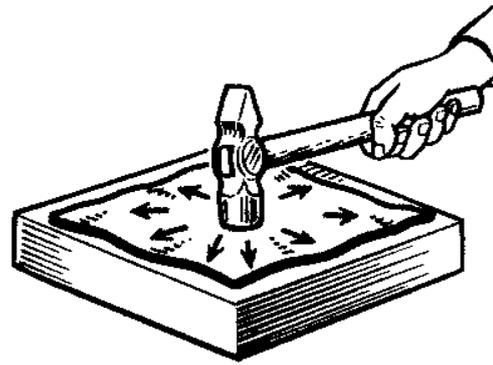
Правка листового материала – более сложная операция. Она зависит от вида деформирования, как, например, выпуклости или вмятины в середине листа или заготовки, более сложного деформирования, когда заготовка имеет одновременно выпуклость и волнистость кромок листа (рисунок 4.29). Предварительно обводят мелом или карандашом волнистые участки на заготовке, затем кладут её на плиту выпуклостью вверх так, чтобы заготовка металла всей поверхностью была на плите. Придерживая лист левой рукой в рукавице, правой наносят молотком удары от края листа по направлению к выпуклости (рисунок 4.29, а), по мере приближения к выпуклости удары наносят слабей и чаще. Во время правки заготовку поворачивают в горизонтальной плоскости так, чтобы удары равномерно распределялись кругом по всей площади заготовки. Если на листе имеется несколько выпуклостей, то удары наносят в промежутке между выпуклостями. В результате этого лист растягивается, и все выпуклости сводятся в одну общую, которую выправляют указанным выше способом.

Если лист имеет волнистость по краям, но ровную середину, то удары молотком наносят от середины листа к краям (рисунок 4.29, б). От воздействия этих ударов лист в середине вытягивается, и волны по кромкам листа исчезают. После этого лист следует перевернуть и продолжать правку таким же способом до получения требуемых допусков прямолинейности и плоскостности.

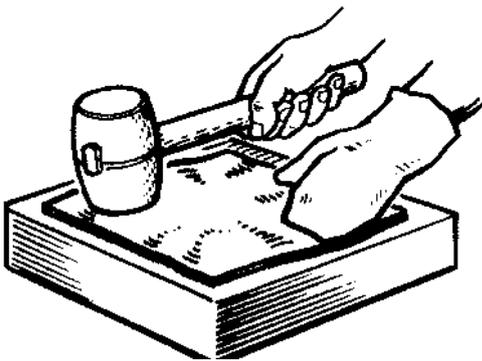
Правку тонких листов производят деревянными молотками–киянками (рисунок 4.29, в), а очень тонкие листы проглаживают деревянным или металлическим бруском – гладилкой, придерживая их на плите левой рукой (рисунок 4.29, г). При правке лист периодически переворачивают.



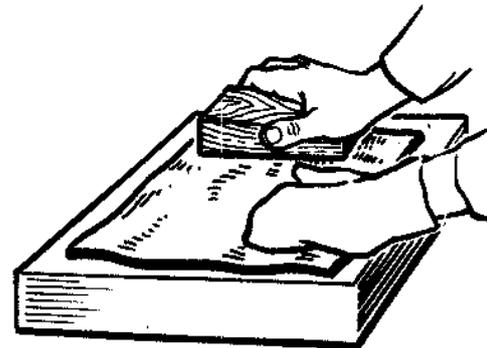
а



б



в



г

Рисунок 4.29 Приемы правки листового материала

Правку закаленных заготовок, иногда называемую рихтовкой, вызванную короблением при термической обработке, проводят различными молотками с закаленным бойком или специальным молотком с закругленной узкой стороной бойка. Удары наносят не по выпуклой, а по вогнутой стороне заготовки. Таким образом достигается растяжение волокон металла на вогнутой стороне заготовки и её выпрямление.

Правку заготовок более сложной формы, например угольника, у которого после закалки изменился угол между измерительными сторонами, производят следующими способами: если угол стал меньше 90° , то удары молотком наносят у вершины внутреннего угла (рисунок 4.30, а), если угол стал больше 90° , то удары наносят у вершины наружного угла (рисунок 4.30, б).

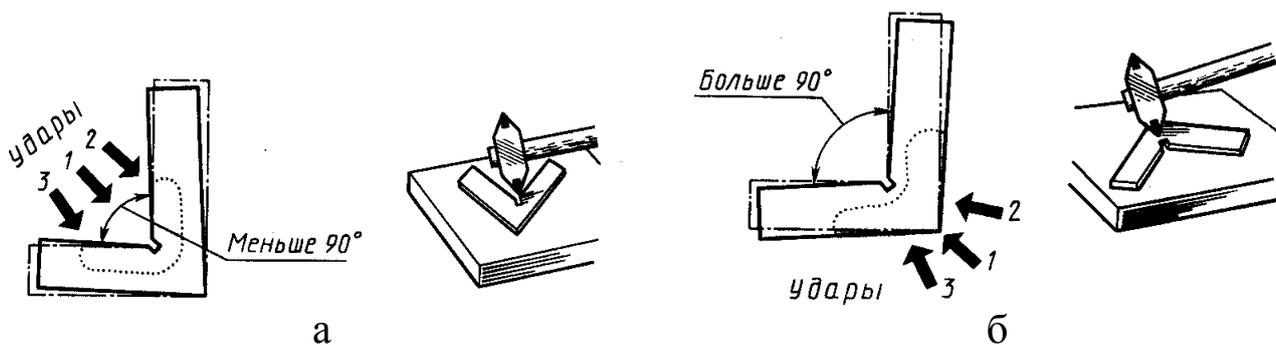


Рисунок 4.30 Правка закаленных деталей и места нанесения ударов

4.4.2 Гибка

Гибка – одна из наиболее распространенных слесарных операций. Её применяют для придания заготовке изогнутой формы по заданному контуру. В процессе гибки металл подвергается одновременному воздействию растягивающих и сжимающих сил, поэтому при гибки необходимо учитывать механические свойства металла, его упругость, степень деформирования, толщину, форму и размеры сечения заготовки, углы и радиусы изгиба детали. Радиус изгиба не следует принимать близким к минимально допустимому, если это не диктуется конструктивными требованиями. Целесообразно не допускать радиус изгиба меньше толщины заготовки, так как уменьшение радиуса приводит к появлению трещин и других дефектов. В холодном состоянии рекомендуется изгибать детали из листовой стали толщиной до 5 мм, из полосовой стали толщиной до 7 мм, из круглой стали диаметром до 10 мм.

Гибку полосы из листовой стали выполняют в следующем порядке: наносят риску загиба, зажимают заготовку в тисках между угольниками-нагубниками так, чтобы разметочная риска была обращена к неподвижной губке тисков и выступала над ней 0,5мм (рисунок 4.31, а), и ударами молотка, направленными к неподвижной губке, загибают конец полосы (рисунок 4.31, б). Гибка полосы под острым углом с применением специальной оправки показана на рисунке 4.31, в. Для гибки скобы заготовку зажимают в тисках между угольником и бруском–оправкой загибают первый конец (рисунок 4.31, г), затем, вложив внутрь скобы брусок–оправку требуемого размера, зажимают скобы в тиски на уровне рисок и сжимают вторую лапку (рисунок 4.31, д).

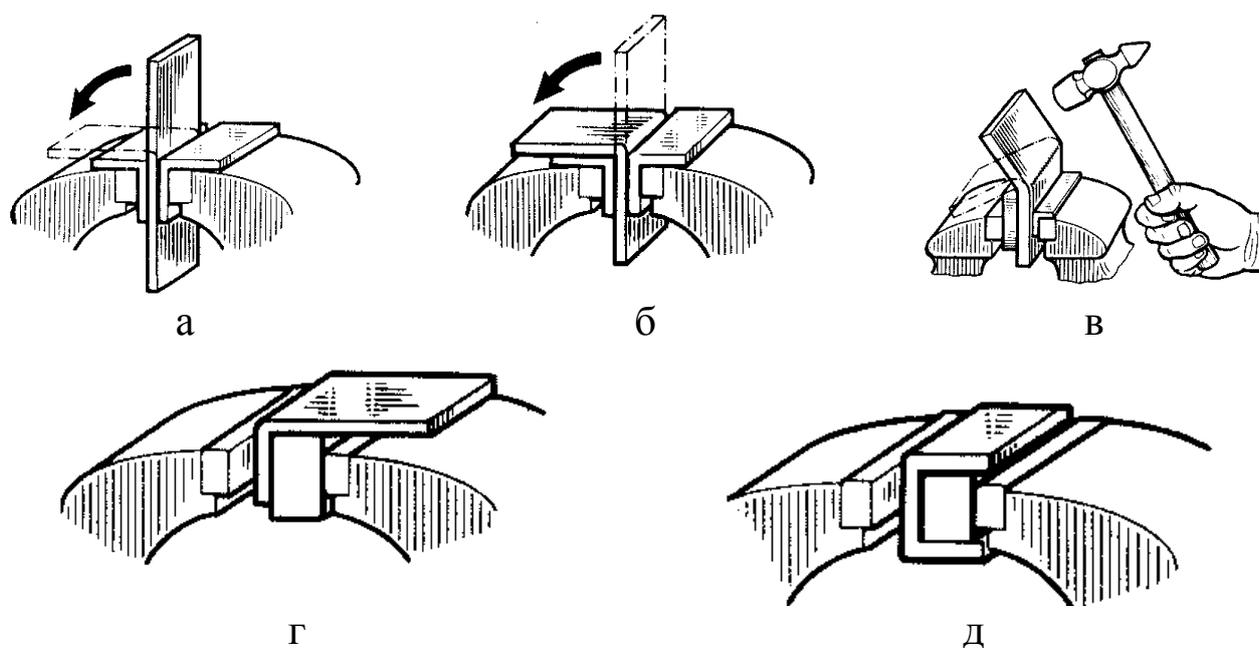


Рисунок 4.31 Приемы гибки полос

Типичные дефекты при правке и гибке, причины их появления и способы предупреждения представлены в таблице 4.5

Таблица 4.5 Способы устранения дефектов при правке и гибке металла

ДЕФЕКТ	ПРИЧИНА	СПОСОБ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ
1	2	3
<i>Правка металла</i>		
После правки обработанной детали в ней имеются вмятины	Правка производилась ударами молотка или кувалды непосредственно по детали	Правку производить через прокладку или наставку из мягкого металла, при правке обработанные цилиндрические детали устанавливать на призмы
После правки листового материала киянкой или молотком через деревянную наставку лист значительно деформирован	Применялись недостаточно эффективные способы правки	Применять способ правки путем растяжения металла по краям выпуклости, чередуя этот способ с правкой прямыми ударами
После рихтовки полоса непрямолинейна по ребру	Процесс правки не окончен	Правку заканчивать ударами по ребрам полосы, переворачивая ее в процессе правки на 180°

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3
<i>Гибка металла</i>		
При изгибании уголка из полосы он получил перекошенным	Неправильное закрепление заготовки в тисках	Закреплять полосу так, чтобы риска разметки точно располагалась по уровню губок тисков, проверять угольником
Размеры изогнутой детали не соответствуют заданным	Неточный расчет развертки, неправильно выбрана оправка	Расчет развертки детали производить с учетом припуска на загиб и последующую обработку. Точно производить разметку мест изгиба. Применять оправки, точно соответствующие заданным размерам детали
Вмятины (трещины) при изгибании трубы с наполнителем	Труба недостаточно плотно набита наполнителем	Трубу при заполнении наполнителем (сухим песком) располагать вертикально. Постукивать по трубе со всех сторон молотком.

4.5 Опиливание

Опиливанием называют слесарную операцию по удалению с поверхности заготовки слоя металла (припуск) с помощью режущего инструмента – напильника, целью которой является придание заготовке заданных форм и размеров, а также обеспечение заданной шероховатости поверхности. Опиливание производят после рубки и резания металла ножовкой, а также при сборочных работах для пригонки детали по месту.

Напильниками обрабатывают плоские, криволинейные, фасонные сложного профиля поверхности, пазы, канавки, отверстия любой формы, поверхности, расположенные под любыми углами.

В зависимости от требуемой шероховатости поверхности опиление выполняют напильниками с различной насечкой. Чем больше насечек на определенной длине напильника, тем мельче зуб. Опиливание подразделяется на предварительное (черновое) и окончательное (чистовое и отделочное). Припуски на опиление предусматриваются в пределах 0,5...0,025 мм. Погрешность размеров детали может составлять 0,2...0,05 мм.

Напильник представляет собой режущий инструмент в виде стального закаленного бруска определенного профиля и длиной 100...400 мм с большим количеством насечек или нарезок, образующих мелкие и острые зубья (резцы), которыми напильник срезает небольшой слой металла в виде стружки.

Основные части и элементы напильника показаны на рисунке 4.32. Зубья напильника могут быть образованы насечением (, фрезерованием, протягиванием и другими способами. Наиболее распространенным способом образования зубьев является насечение их на специальных пилонасекательных станках с помощью зубила. Каждый зуб напильника имеет задний угол α , угол заострения β , передний угол γ .

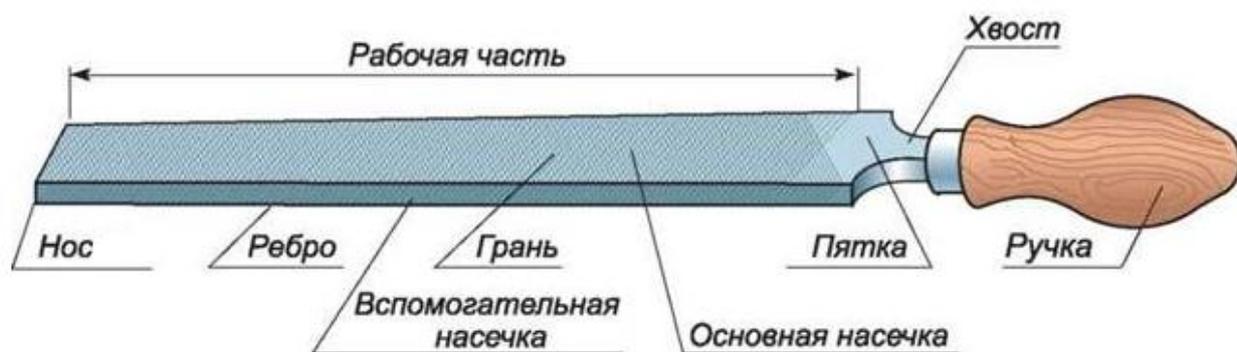


Рисунок 4.32 Части и элементы слесарного напильника

Различают напильники с одинарной или простой (рисунок 4.33, а), двойной или перекрестной (рисунок 4.33, б), рашпильной (точечной) (рисунок 4.33, в), и дуговой (рисунок 4.33, г) насечками.

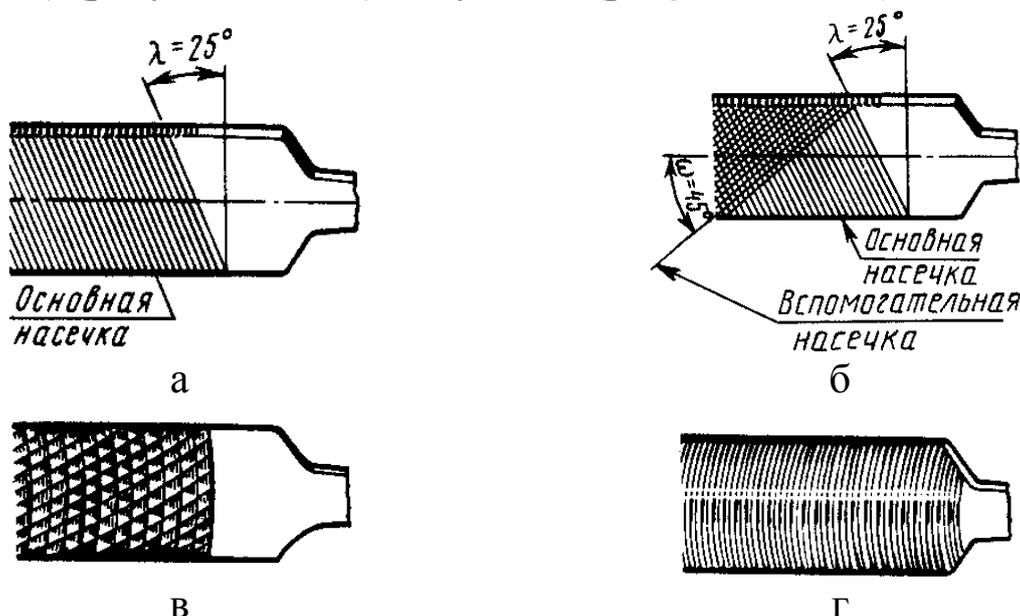


Рисунок 4.33 Виды насечек напильников

Для обработки стали, чугуна и других твердых материалов, применяют напильники с двойной насечкой.

По форме поперечного сечения напильники делятся на плоские (рисунок 4.34), квадратные, трехгранные, круглые, полукруглые, ромбические, ножовочные и др.

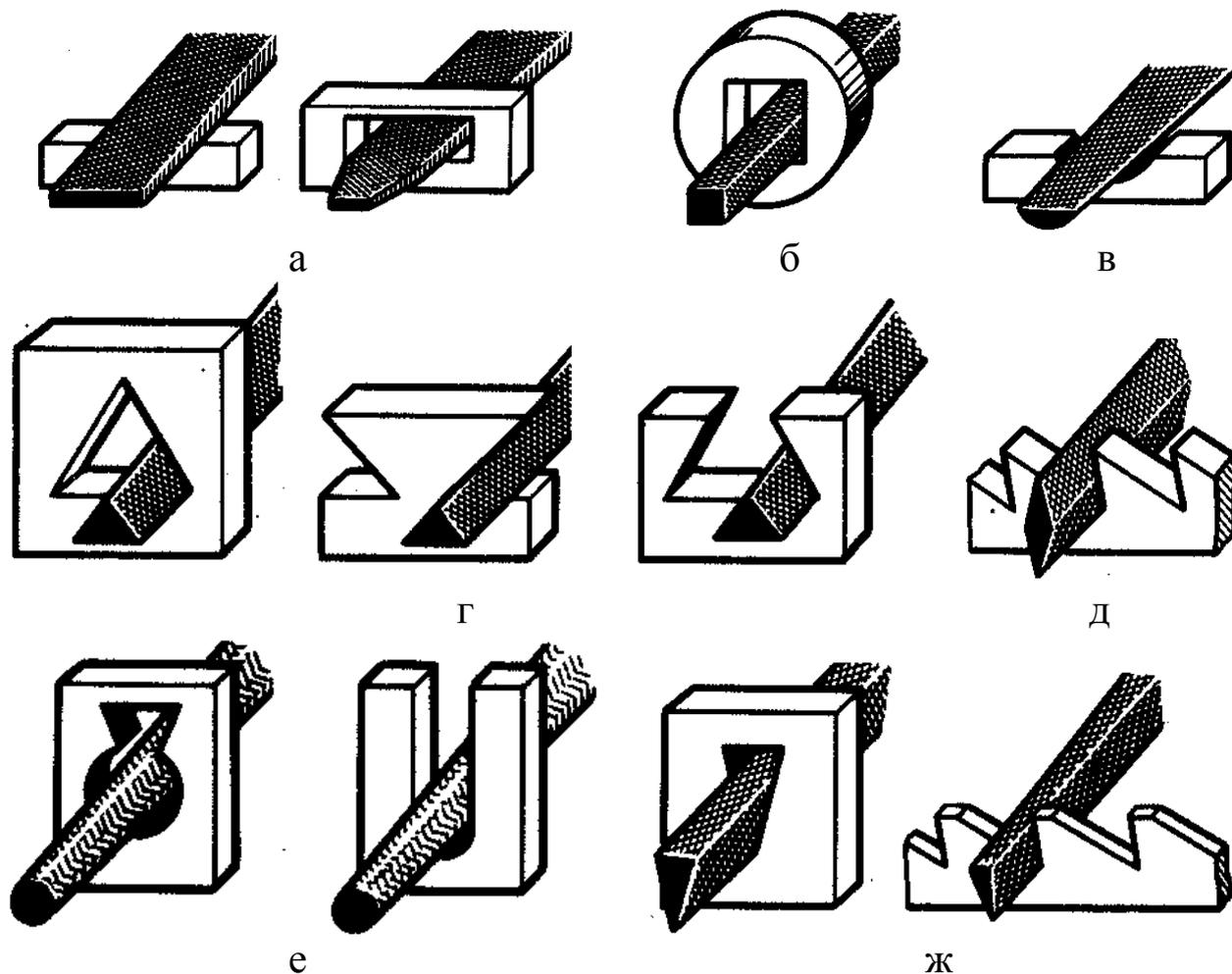


Рисунок 4.34 Формы сечения напильников и примеры их применения: а – плоские; б – квадратные; в – полукруглые; г – трехгранные; д – ромбические; е – круглые; ж – ножовочные

Напильники классифицируются в зависимости от числа насечек на 10 мм длины напильника на 6 классов и предназначены для определенных работ (таблица 4.6).

Таблица 4.6 Классификация напильников

Номер насечки	0	1	2	3	4	5
Количество основных насечек на 10 мм длины	5...13	8,5...14	12...20	17...28	24...40	34...56
Длина рабочей части напильника, мм	350...400		100...400		100...300	

Для грубого чернового опилования (шероховатость $R_z=160\dots80$, точность $0,2\dots0,3$ мм) применяются напильники 0 и 1 класса (драчевые), когда требуется удалить большой слой металла до 1 мм.

Для выполнения чистовой обработки (шероховатость $R_z=40\dots20$, точность $0,05\dots0,1$ мм) используются напильники 2-3 класса (личные), снимаемый слой не превышает 0,3 мм.

Для пригоночных, отделочных и доводочных работ (шероховатость поверхности $R_a 2,5\dots1,25$, точность $0,02\dots0,05$ мм) применяются напильники 4 и 5 класса (бархатные), снимаемый слой металла не более 0,05 мм.

Надфили – небольшие напильники (длиной 80, 120 и 160 мм) различной формы поперечного сечения (рисунок 4.35). В зависимости от количества насечек надфили делятся на пять типов №1,2,3,4,5 с количеством насечек 22...112 на 10 мм длины. Их применяют для опилования и распиливания небольших поверхностей, недоступных для обработки слесарными напильниками; отверстий, углов, прорезей, пазов, радиусов, коротких участков фасонных профилей, шаблонов (лекал) и где требуется низкая шероховатость поверхности [13].



Рисунок 4.35 Надфили

Положение корпуса работающего напильником считается удобным и правильным, если стоять перед тисками прямо и устойчиво или вполоборота под углом 45^0 к оси тисков. Ступни ног

должны стоять под углом $40...60^{\circ}$, расстояние между пятками ног более 200...300 мм.

Правая рука с напильником, лежащая на губках тисков, согнутая в локте, образует прямой угол между плечевой и локтевой частью руки. Конец рукоятки напильника должен упираться в середину ладони правой руки, четырьмя пальцами охватывается снизу и большим вдоль оси рукоятки, сверху ладонь левой руки располагается поперек напильника на расстоянии 20...30 мм от его носка; пальцы слегка согнуть, но не свешивать.

При опиливании напильник перемещают строго горизонтально вперед (рабочий ход) плавно, производя 40...60 двойных ходов в минуту. Напильник должен касаться обрабатываемой плоскости всей своей поверхностью. Нажимать на напильник только при движении вперед, строго соблюдая распределение усилий, как показано на рисунок 4.36.

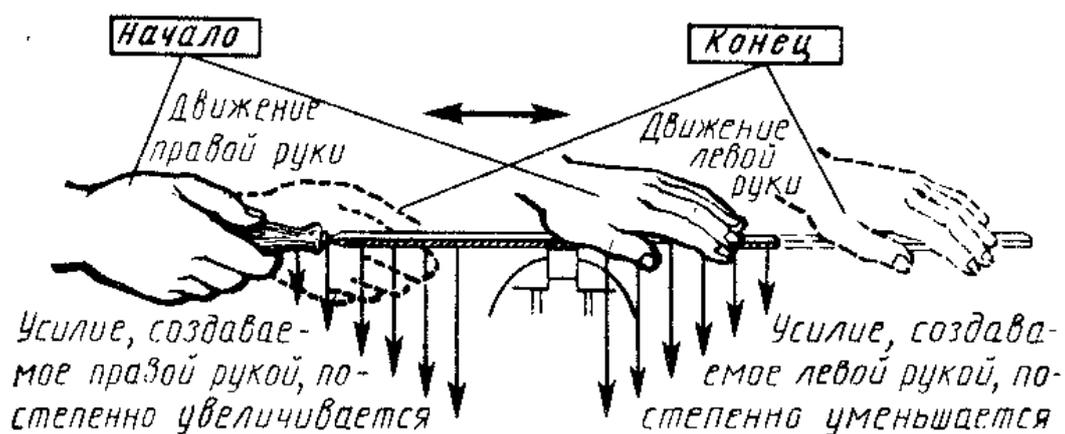


Рисунок 4.36 Распределение усилий нажима при опиливании

Обрабатываемая поверхность должна выступать над губками тисков на 8...10 мм. Опиливание плоскостей является сложным и трудоемким процессом. Чаще всего дефектом при опиливании плоскостей является неплоскостность. Работая напильником в одном направлении, трудно получить правильную и чистую поверхность.

Положение штрихов (следов зубьев напильника) на обрабатываемой поверхности зависит от направления движения напильника, которое может быть прямым (продольным) (рисунок 4.37, а), косым (поперечным) (рисунок 4.37, б) и перекрестным (рисунок 4.37, в).

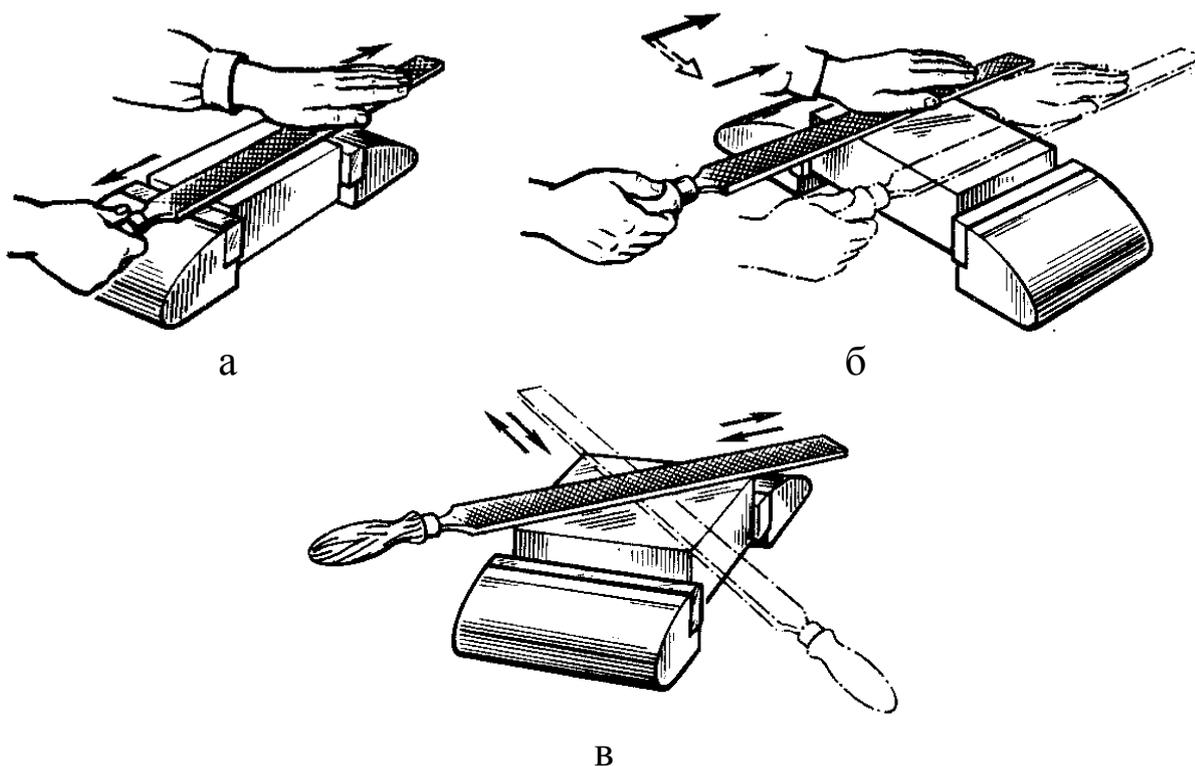


Рисунок 4.37 Опиливание плоских поверхностей

Наименьшего отклонения от плоскости поверхности достигают при опиливании перекрестным штрихом. Опиливание всегда начинают напильником с насечкой №1 или №2, снимая основной слой металла не доходя до разметочной риски 0,8...1 мм, после чего напильником с насечкой №3 и 4 окончательно снимают оставшийся слой металла по риску, выдерживая заданный размер по чертежу. Контроль опиленной поверхности осуществляют поверочными линейками, штангенциркулями, угольниками и поверочными плитами.

Отклонение от плоскостности и прямолинейности проверяют лекальной линейкой. Отклонение от параллельности проверяют штангенциркулем, а плоскостей расположенных под прямым углом – угольником или универсальным угломером

Опиливание плоскопараллельных плоскостей заготовки начинают с наиболее широкой поверхности, которую принимают за основную измерительную базу. Эту поверхность опиляют окончательно, соблюдая все правила опиливания и проверки плоских поверхностей. Затем штангенциркулем предварительно проверяют толщину и параллельность сторон заготовки, замеры производят в 3...4 местах. Определив припуск, подлежащий удалению в различных местах второй широкой обрабатываемой поверхности, производят ее

опиливание. Контроль отклонения от прямолинейности, плоскостности и параллельности производят периодически. Отклонение от параллельности сторон в процессе опиливания контролируют кронциркулем.

На окончательно обработанной поверхности должны быть наведены продольные штрихи. Отклонение от параллельности, прямолинейности и плоскостности обработанных сторон и их толщина должны быть в пределах допусков, указанных на чертеже.

Опиливание сопряженных поверхностей – самый распространенный вид опиливания, так как предназначается для плоскостей, расположенных под углом 90° друг к другу или под иным углом, требуемым чертежом. Наружные углы обрабатывают плоскими напильниками, внутренние углы в зависимости от их размера, можно обрабатывать плоскими (с одним ребром без насечки), трехгранными, квадратными ножовочными и ромбическими напильниками. Обработку заготовки начинают с базовой, наиболее длинной или широкой плоскости.

Эту поверхность (или ребро) опиливают окончательно, соблюдая все правила опиливания и проверки плоских поверхностей. Затем угольником предварительно проверяют угол между обработанной (базовой) и необработанной поверхностями. Выступающие места на необработанной поверхности опиливают перекрестным штрихом, периодически проверяя угол угольником, а отклонение от прямолинейности и плоскостности – линейкой. Если при проверке линейкой и угольником наблюдается равномерный просвет между проверяемой поверхностью и линейкой, проверяемым углом и ребром угольника, то работа по обеспечению точности обработки считается выполненной, после чего на обработанной поверхности необходимо нанести равномерные продольные штрихи. Последовательность опиливания поверхностей, расположенных под внутренним углом, такая же, как и поверхностей, расположенных под внешним углом. Особое внимание обращать на тщательность обработки мест сопряжения внутренних плоскостей угла, пользуясь для этого ромбическим или трехгранным напильником.

При закреплении заготовки в тисках для предохранения уже обработанной базовой поверхности от повреждений обязательно пользоваться накладными губками. Размер напильника выбирают с таким расчетом, чтобы он был длиннее опиливаемой поверхности не менее чем на 150 мм. Если параметр шероховатости поверхности на

чертеже обрабатываемой детали не указан, опилование производят только напильником с насечкой №1 или №2. Если требуется получить поверхность с более низкой шероховатостью, то опилование заканчивают напильником с насечкой №3 или №4.

4.5.1 Опиливание криволинейных поверхностей,

Криволинейные поверхности разделяются на выпуклые и вогнутые, они могут находиться как на плоских деталях типа шаблонов, планок, так и на цилиндрических, многогранных и другой формы стержнях и валиках. Обычно опилование таких поверхностей связано со снятием больших припусков. Прежде чем приступить к опилованию следует разметить заготовку, удалить излишек металла путем вырезания ножовкой, срубания зубилом, или высверливанием с последующим вырубанием. Выпуклые поверхности опиляют плоскими напильниками вдоль и поперек выпуклости. Контроль опиленной заготовки производят шаблонами, угольником и штангенциркулем. Приемы опилования наружных криволинейных поверхностей и цилиндрических показаны на рисунок 4.38, а...е.

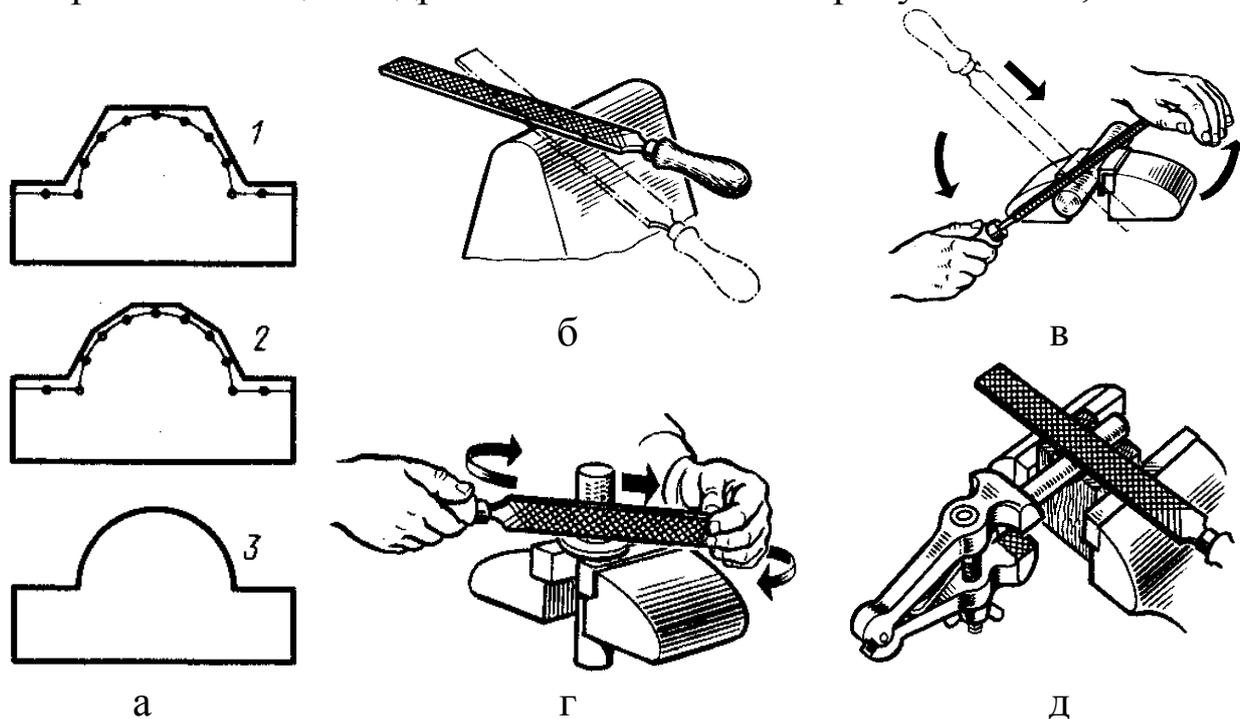


Рисунок 4.38 Приемы опилования наружных криволинейных поверхностей: а - последовательность обработки: 1 - срезание излишнего металла; 2 - опилование черновое; 3 - опилование чистовое; б - опилование выпуклой поверхности; в - опилование стержня, закрепленного горизонтально; г - опилование стержня, закрепленного вертикально; д - опилование цилиндрического стержня, закрепленного в ручных тисках

Опиливание вогнутых поверхностей начинают с разметки на заготовке контура детали. Большую часть металла (припуска) можно удалить выпиливанием ножовкой, придав впадине заготовки форму треугольника. Затем круглым или полукруглым напильниками спиливают излишний металл до нанесенной разметочной риски.

Профиль сечения круглого или полукруглого напильника выбирают таким, чтобы его радиус был меньше, чем радиус опиленной поверхности. Правильность формы поверхности проверяют по шаблону на просвет, а перпендикулярность опиленной поверхности к торцу заготовки – угольником. При опиливании сочетаются два движения напильника – прямолинейное и вращательное, т.е. каждое движение напильника вперед сопровождается небольшим поворотом его правой рукой на $\frac{1}{4}$ оборота вправо или влево. Все приемы опиливании и проверки полученной поверхности аналогичны обработке выпуклых поверхностей.

Приемы опиливании вогнутых криволинейных поверхностей показаны на рисунке 4.39, а...г.

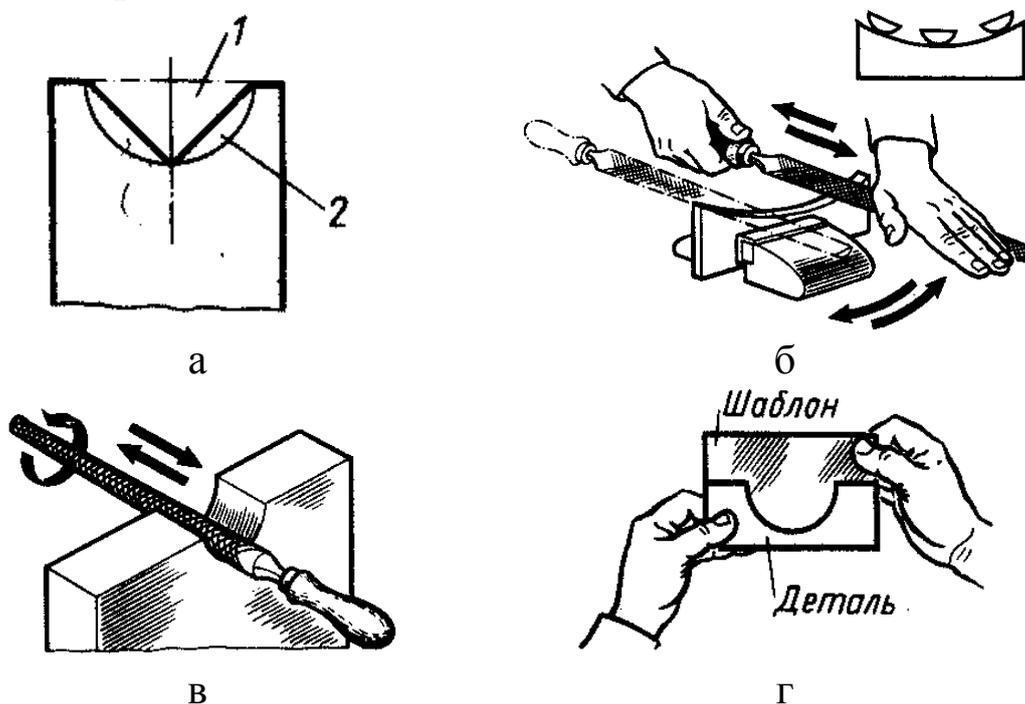


Рисунок 4.39 Приемы опиливании вогнутых криволинейных поверхностей: а - последовательность обработки: 1 - срезание излишнего металла; 2 - опиление круглым напильником; б - опиление вогнутой поверхности большого радиуса кривизны; в - опиление вогнутой поверхности малого радиуса кривизны; г - проверка опиленной поверхности шаблоном

4.5.2 Распиливание пазов и отверстий

Распиливание отверстий и пазов в целях придания им нужной формы является одной из разновидностей обработки внутренних прямолинейных и криволинейных поверхностей. Распиливание выполняют напильниками соответствующей формы сечения, например, круглые отверстия, обрабатывают круглыми и полукруглыми напильниками; трехгранные отверстия – трехгранными, ножовочными и ромбическими напильниками и т.п.

Подготовка к распиливанию начинается с разметки и накернивания разметочных рисок, сверления по разметочным рискам отверстий и вырубке проймы (удаления излишнего металла из будущего отверстия). Все приемы опилования и проверки аналогичны приемам, выполняющимся на предыдущем занятии.

При обработке отверстий и проемов малого сечения, где использование слесарных напильников невозможно, применяют надфили требуемого профиля. Приемы распиливания отверстий и пазов показаны на рисунке 4.40.

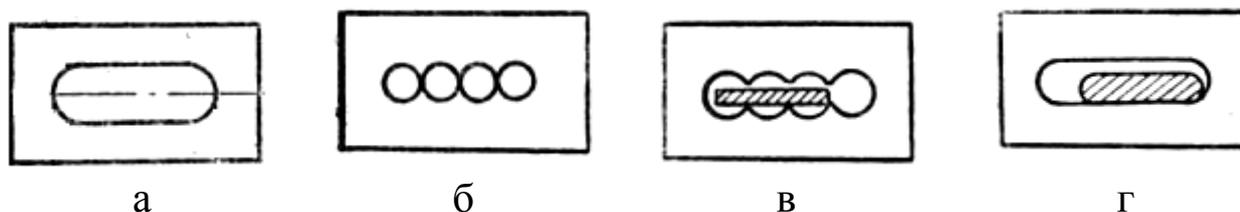


Рисунок 4.40 Приемы распиливания отверстий:

а – разметка контура; *б* – сверление проема; *в* – черновое распиливание проема; *г* – чистовое распиливание

4.5.3 Типичные дефекты при опиловании

Типичные дефекты при опиловании, причины их появления и способы предупреждения представлены в таблице 4.7

Таблица 4.7 Способы предупреждения основных дефектов при опиловании

ДЕФЕКТ	ПРИЧИНА	СПОСОБ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ
1	2	3
«Завалы» в задней части плоскости детали	Тиски установлены слишком высоко	Отрегулировать высоту тисков по росту

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3
«Завалы» опиленной широкой плоскости детали	Опиливание выполнялось только в одном направлении	При опиливании широкой плоской поверхности последовательно чередовать продольное, поперечное и перекрестное опиливание.
Не удается опилить сопряженные плоские поверхности под угольник	Не соблюдались правила опиливания сопряженных плоских поверхностей	Вначале точно, под линейку, и начисто опилить базовую плоскую поверхность детали, а затем по ней припиливать сопряженную плоскую поверхность.
Угольник не плотно прилегает к плоским поверхностям, сопряженным под внутренним углом.	Некачественно отделан угол в сопряжении	Отделку угла между сопрягаемыми плоскими поверхностями производить ребром трехгранного напильника или надфиля, сделать прорезь в углу сопряжения поверхностей
Не удается опилить плоские поверхности параллельно друг другу	Не соблюдаются правила опиливания плоских поверхностей	Вначале точно, под линейку, и начисто опилить базовую плоскость детали. Опиливание сопряженной плоскости производить, чередуя с самого начала работы регулярную проверку ее плоскостности линейкой и размера штангенциркулем. Места опиливания определять по просвету между губками штангенциркуля и опиливаемой поверхностью, а также на основе сравнения результатов измерений
Грубая окончательная отделка опиленной поверхности	Отделка производилась «драчевым» напильником. Применялись неправильные приемы отделки поверхности.	Отделку поверхности производить только личным напильником после качественного опиливании под линейку поверхности более грубым напильником. Отделку поверхности производить продольным штрихом.

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3
Опиленный круглый стержень не цилиндричен (овальность, конусность, огранка)	Нерациональная последовательность опилования и контроля.	При опиловании чаще производить измерение размеров стержня в разных местах и с различных сторон. При необходимости снятия значительного слоя металла вначале опилить стержень на многогранник, проверяя размер и параллельность, а затем довести его до цилиндричности.
Опиленная криволинейная поверхность плоской детали не соответствует профилю контрольного шаблона	Не соблюдаются правила опилования криволинейных поверхностей плоских деталей.	При опиловании выпуклых поверхностей сначала опиливать на многогранник с припуском на отделку 0,1...0,2 мм, затем отделять продольным штрихом с регулярным контролем поверхности по шаблону. При опиловании вогнутой поверхности малого радиуса кривизны диаметр круглого напильника должен быть меньше двойного радиуса выемки
Опиленный сопряженный контур детали не соответствует профилю контрольного шаблона	Неправильная последовательность обработки	Соблюдать типовую последовательность обработки: вначале опилить плоские параллельные поверхности, затем выпуклые. Заканчивать обработку опилованием вогнутых частей поверхности, внимательно следя за опилованием мест сопряжения. Отделку производить продольным штрихом.

4.6 Сверление, зенкерование и развертывание отверстий

При слесарной обработке заготовок часто используют различные способы обработки отверстий на сверлильных станках или с помощью ручных сверлильных машин – дрелей.

Наиболее распространенные операции обработки на сверлильных станках показаны на рисунке 4.41. Программой учебной практики предусматривается выполнение следующих операций: сверление, рассверливание, зенкование, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы метчиками и плашками.

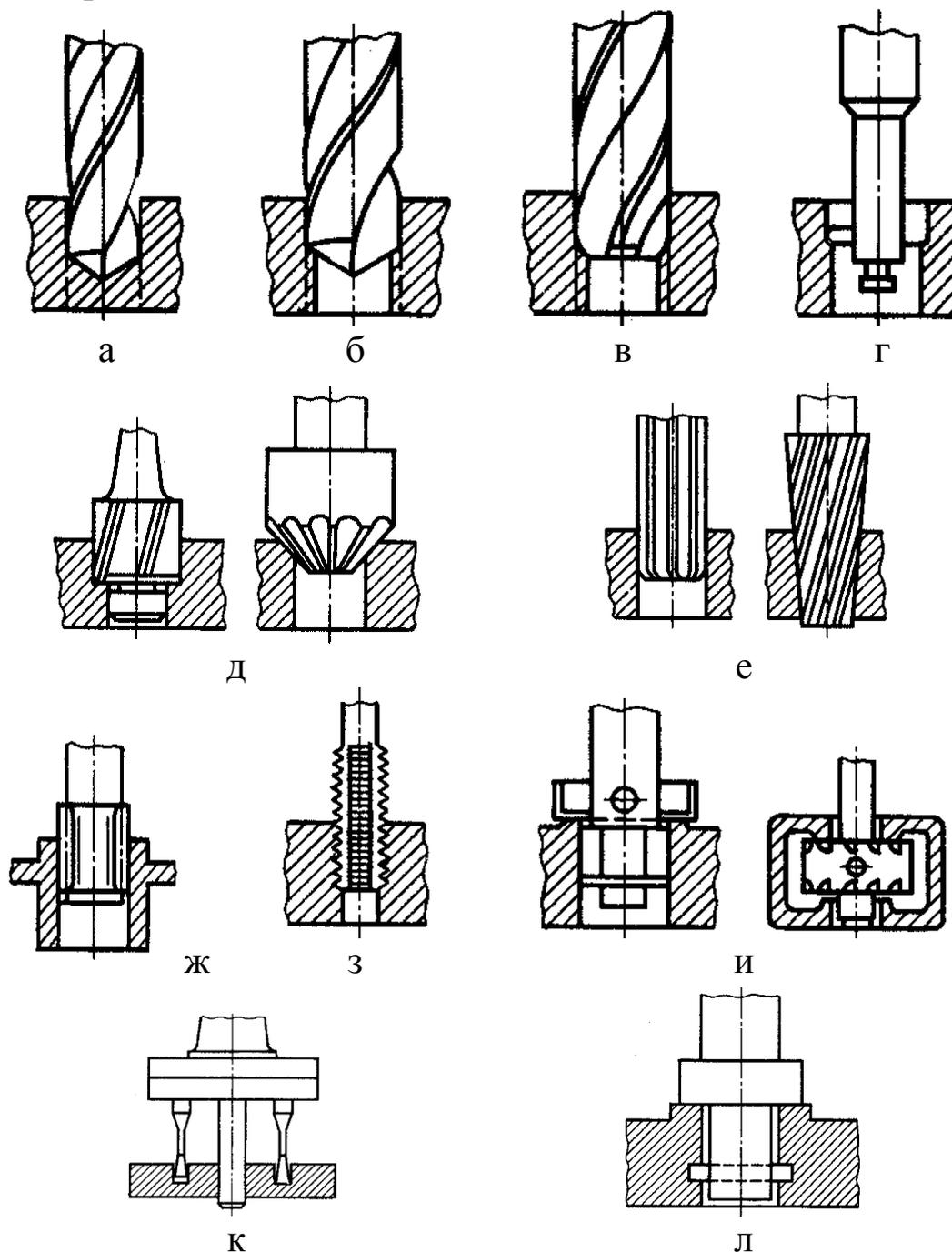


Рисунок 4.41. Работы, выполняемые на сверлильных станках:
 а - сверление; б - рассверливание; в - зенкерование; г - растачивание;
 д - зенкование; е - развертывание; ж - проглаживание; з - нарезание
 внутренней резьбы; и - цекование (подрезка) торцов; к - вырезание
 дисков (шайб); л - проточка внутренних канавок

4.6.1 Сверление и рассверливание

Сверлением называется процесс образования отверстия в сплошном материале режущим инструментом – сверлом. Точность обработки не превышает 11...12-го квалитетов и шероховатость поверхности $R_z = 25...80$ мкм. Сверление применяют для получения неответственных отверстий, служащих для облегчения деталей, отверстий под крепежные болты, заклепки, шпильки и т.п., отверстий, предназначенных для дальнейшей обработки: рассверливание, зенкерование, развертывание, нарезания резьбы.

Наибольшее применение в мастерских получили вертикально-сверлильные станки. В тех случаях, когда заготовку невозможно установить на станке (при ремонте) или когда отверстия расположены в труднодоступных местах, сверление осуществляют с помощью ручных или электрических дрелей [12].

Настольно-сверлильные станки предназначаются для сверления в небольших заготовках отверстий. Основные узлы и детали настольно-сверлильного станка показаны на рисунке 4.42.

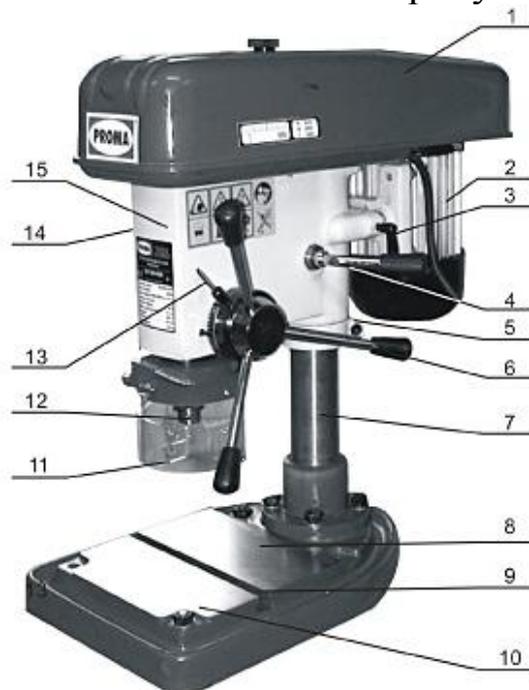


Рисунок 4.42 Настольно-сверлильный станок: 1 – крышка; 2 – электродвигатель; 3 - зажимной болт двигателя; 4 - зажимной болт для установки высоты коробки шпинделя; 5 - опорное кольцо; 6 - ручка подачи шпинделя; 7 – опора; 8 - чугунное основание; 9 - Т – образный паз; 10 - болт для крепления к столу; 11- защитный экран; 12 – шпиндель; 13 - стопорный болт для установки глубины сверления; 14 - панель управления; 15 - коробка шпинделя

Электродрели применяют при сборочных, монтажных и ремонтных работах для сверления, зенкерования и развертывания отверстий (рисунок 4.43, а). Они бывают легкого, среднего и тяжелого типов. Кроме того, для сверления отверстий в труднодоступных местах применяют угловые дрели (рисунок 4.43, б). Электродрели независимо от типа и мощности состоят из четырех основных частей: электродвигателя с рабочим напряжением 220 и 36 В, зубчатой передачи, шпинделя и алюминиевого корпуса, выполненного в зависимости от типа в виде пистолета или с замкнутой рукояткой.

При работе с электродрелями необходимо соблюдать следующие меры предосторожности: перед включением электродрели сначала убедиться в исправности проводки, заземления и изоляции и в том, соответствует ли напряжение, на которое рассчитана данная машина, напряжению в сети; выключить электродрель только при вынудом из просверленного отверстия сверле; при появления искрения, запаха или других неполадок в электродрели прекратить работу, а машину заменить на годную, предупредив об этом мастера.



Рисунок 4.43 Электродрели: а – стандартная ; б – угловая

Инструменты, применяемые на сверлильных станках, в зависимости от выполняемой технологической операции разделяются на сверла, зенкеры, зенковки, развертки и метчики, кроме того, в машиностроении применяют другие специальные и специализированные инструменты, такие, как перовые, центровочные, комбинированные и др. (рисунок 4.44, а...и).

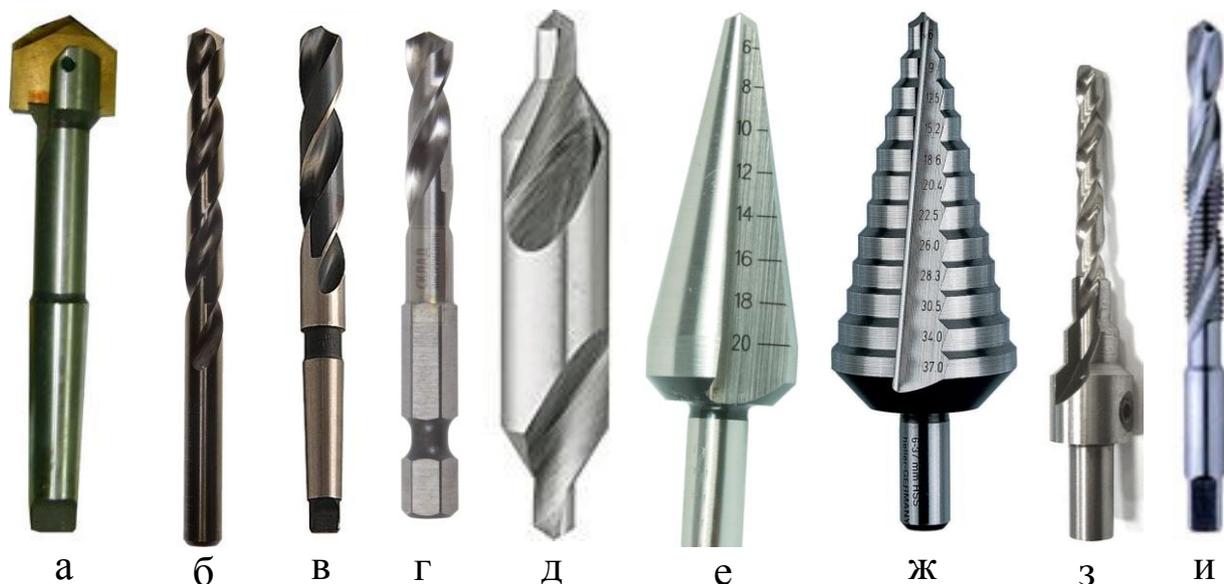


Рисунок 4.44 Виды сверл: а - перовое; б - спиральное с цилиндрическим хвостовиком; в - спиральное с коническим хвостовиком; г - спиральное шестигранным хвостовиком; д - центровые; е – гладкое коническое; ж - ступенчатое коническое; з - комбинированное сверло-зенкер; и - комбинированное сверло-метчик

Спиральное сверло состоит из рабочей части и хвостовика. Сверла диаметром до 20 мм изготавливают с цилиндрическим хвостовиком, который иногда снабжают поводком. Сверла диаметром более 6 мм также изготавливают с коническим хвостовиком и лапкой. Переходный участок между рабочей частью и хвостовиком называется шейкой; он служит для маркирования на нем диаметра сверла, марки материала, из которого выполнена режущая часть сверла, и товарного знака завода–изготовителя (рисунок 4.45).

Для снижения трения и разбивки обрабатываемого отверстия сверлу придается также обратная конусность, т.е. его диаметр уменьшается по направлению к хвостовику на 0,03...0,12 мм на 100 мм длины рабочей части.

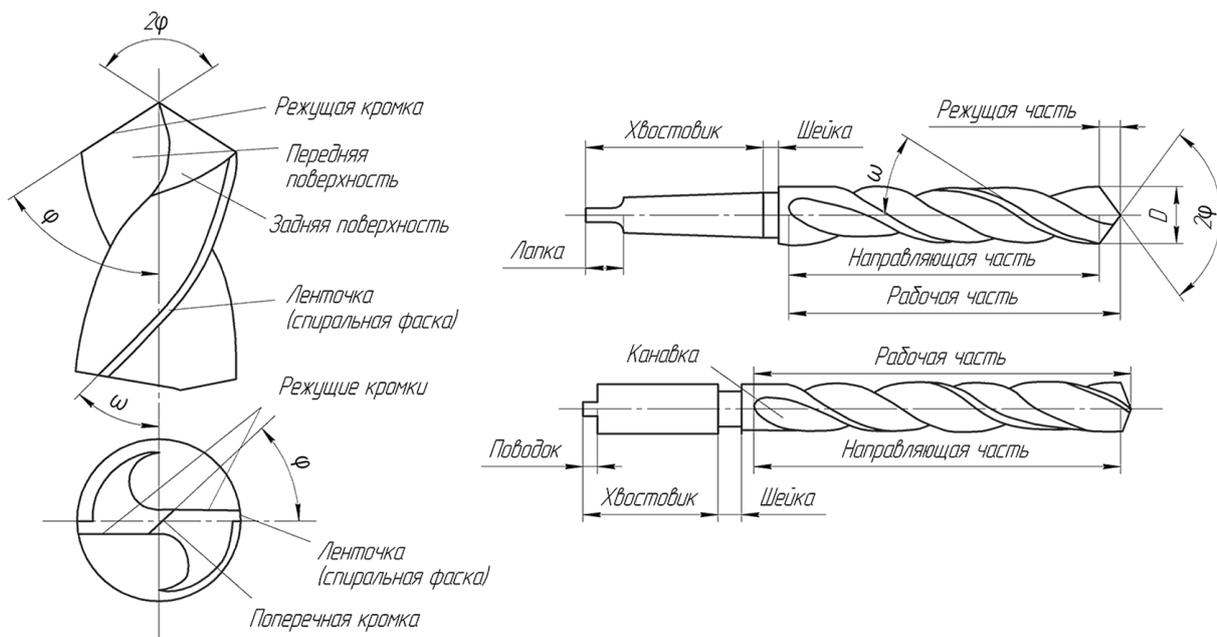


Рисунок 4.45 Части и элементы спиральных сверл с коническим и цилиндрическим хвостовиками

Для сверления стали, чугуна и цветных металлов применяют сверла, изготовленные из инструментальных сталей, У10, 9ХС, Р6М5, Р9, Р18 и др. Для сверления закаленных сталей, твердого чугуна, пластмасс, стекла, мрамора, других твердых материалов применяют сверла, оснащенные пластинами твердого сплава ВК6, ВК8, Т5К10 и др.

Процесс сверления заключается в следующем: в неподвижную закрепленную обрабатываемую заготовку вдавливают сверло, которому одновременно сообщают два движения: вращательное, которое называется главным движением, и поступательное, направленное вдоль оси сверла, которое называется движением подачи (рисунок 4.46, а).

Основными элементами резания при сверлении являются скорость главного движения резания v , м/мин (или частота вращения сверла n , об/мин); глубина резания t , мм; подача на оборот S_0 , мм/об; толщина a , мм, и ширина b , мм, среза металла, переходящего в стружку (рисунок 4.46, б).

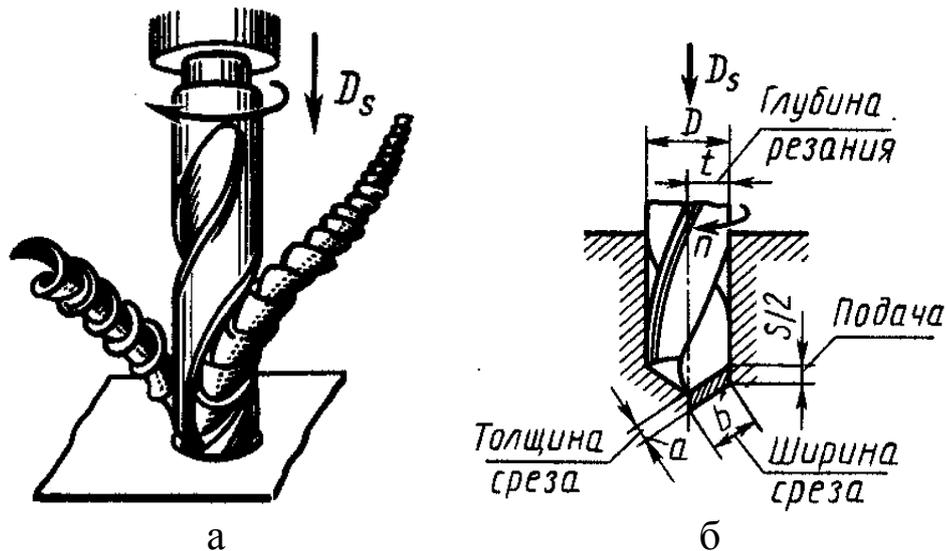


Рисунок 4.46 Процесс сверления: а - движение инструмента при сверлении; б - элементы резания

При известных частоте вращения сверла и его диаметре скорость главного движения резания

$$v = \pi D n / 1000 \quad (4.1)$$

и наоборот, при скорости главного движения резания, найденной по справочнику, в зависимости от обрабатываемого материала, материала сверла и других факторов частота вращения шпинделя станка

$$n = 1000 v / (\pi D) \quad (4.2)$$

По найденной частоте вращения (принимают ближайшее меньшее значение) настраивают станок.

Подача на оборот S_0 – перемещение сверла вдоль оси за один его оборот, зависит от заданной шероховатости поверхности обрабатываемого отверстия, качества точности обработки, обрабатываемого материала, прочности сверла и жесткости закрепления заготовки.

Глубина резания t – расстояние от обработанной поверхности до оси сверла:

$$t = D/2. \quad (4.3)$$

При рассверливании глубина резания равна половине разности между диаметром D сверла и диаметром d ранее обработанного отверстия:

$$t = (D-d)/2. \quad (4.4)$$

После назначения требуемых режимов резания (n и S_0) приступают к настройке сверлильного станка, которая включает в себя следующие этапы:

1) Проверка исправности заземления, наличия ограждения электродвигателя, смазки в местах, указанных в паспорте на станок; протирка стола и отверстия шпинделя.

2) Проверка холостую вращения, осевого перемещения шпинделя и работы механизма подачи, закрепления стола.

3) Установка и закрепление режущего инструмента (сверла) либо в коническое отверстие шпинделя, либо в сверлильный патрон. Инструмент (или патрон) осторожно вводят хвостовиком в коническое отверстие шпинделя, чтобы лапка хвостовика плоскими сторонами вошла в прорезь - окно шпинделя, после чего сильным толчком вверх вставляют инструмент в отверстие шпинделя. Удаление инструмента или патрона производят с помощью плоского клина, который вводят узким концом в прорезь шпинделя и ударом молотка по широкому концу клина выбивают инструмент.

4) Установка и закрепление заготовки на столе станка. Вид закрепления заготовки зависит от ее формы, массы, габаритных размеров и диаметра обрабатываемого отверстия. Мелкие заготовки при сверлении в них отверстий до 10мм можно закреплять в ручных или машинных тисках, прижимными подкладками и прихватами.

При сверлении отверстий большого диаметра заготовки надо закреплять более надежно, например, в приспособлениях, кондукторах, призмах, машинных тисках, прижимными планками и т.п., которые затем крепят болтами к столу станка. Окончательное закрепление заготовки (или приспособления с зажатой заготовкой) производят лишь после того, как совмещены оси обрабатываемого отверстия и инструмента (рисунок 4.47, а...е).

5) Настройка станка на заданный режим обработки, которую производят после установки, выверки и окончательного закрепления заготовки и инструмента. Если на станке есть коробки скоростей и подач, то требуется установить рычаги и рукоятки в соответствующие положения, руководствуясь табличками настройки, имеющимися на станке. В сверлильных станках со ступенчатыми шкивами требуется перебросить ремни на соответствующие ступени шкивов.

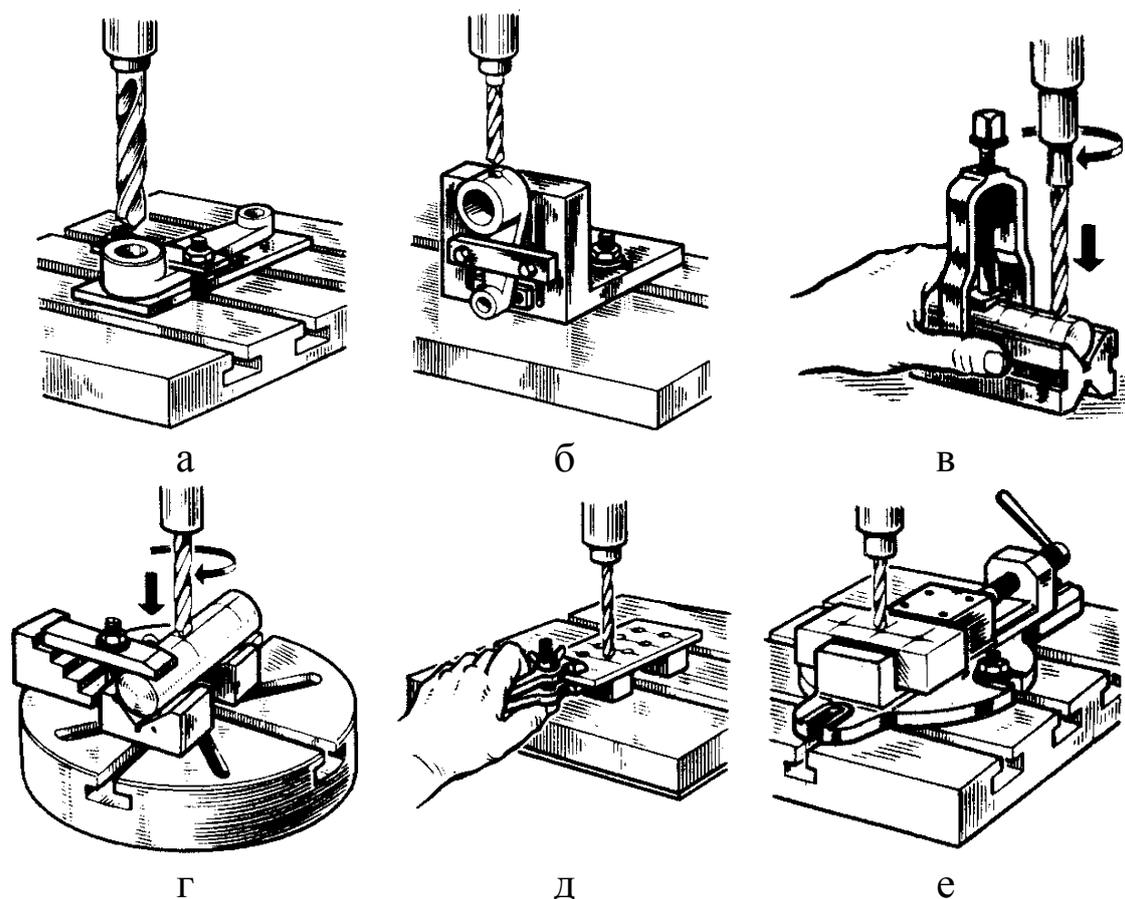


Рисунок 4.47 Крепление заготовок при сверлении: а - непосредственно на столе планками; б - на угольнике планками; в - на призме хомутиком; г - на призме планкой со ступенчатой опорой; д - в ручных тисках на подкладках; е - в машинных тисках

В серийном производстве значения подачи и частоты вращения шпинделя выбирают из технологических или инструкционных карт, а при отсутствии карт – из справочников по режимам резания.

Закончив настройку станка, производят его пробный пуск. Включение станка производят поворотом выключателя по ходу часовой стрелки, а выключение – против хода часовой стрелки. При кнопочном пускателе для включения станка необходимо нажать кнопку «Пуск» (черную или белую), а для выключения – кнопку «Стоп» (красную). Убедившись в правильности настройки и исправности станка, можно приступить к обработке заготовок.

В зависимости от качества точности и количества обрабатываемых заготовок сверление выполняют по разметке с кернением центров отверстий или в кондукторе.

Основные правила техники безопасности при выполнении операции сверления на станке сводятся к следующему: устанавливать и закреплять заготовку на сверлильном станке следует как можно

ближе к плоскости стола; при сверлении сквозных отверстий сверло должно иметь свободный выход из просверленного отверстия, для чего под заготовку устанавливается подкладка с отверстием; сверло к заготовке подводит только после включения вращения шпинделя; не останавливать вращения шпинделя в то время, когда сверло находится в отверстии; при появлении во время сверления скрежета или визга в результате перекоса или износа сверла немедленно прекратить подачу, остановить станок, вывести и перезаточить сверло (или заменить новым); сталь сверлить с применением охлаждающей жидкости – эмульсии, чугун – без охлаждения; соблюдать все правила техники безопасности, полученные при инструктаже, в том числе не сверлить незакрепленную или плохо закрепленную заготовку, при сверлении убирать волосы под головной убор, тщательно застегивать обшлага на рукавах, не наклоняться близко к сверлу, чтобы стружка не попала в глаза, не сдувать стружку ртом.

4.6.2 Зенкерование, зенкование и развертывание

Для увеличения диаметра отверстия, полученного сверлением, литьем или штамповкой, а также для получения конических и цилиндрических углублений, зачистки торцовых поверхностей бобышек и ступиц применяют следующие технологические операции: зенкерование, зенкование и цекование (рисунок 4.41, д).

Зенкерованием называется процесс обработки предварительно просверленных, штампованных, литых отверстий в целях придания им более правильной геометрической формы (устранение отклонения от круглости и других дефектов), достижения более высокой точности (9...11-го квалитетов) и снижения шероховатости поверхности до $R_a=1,25...2,5$ мкм. Эта обработка может быть либо окончательной, либо промежуточной (получистовой) перед развертыванием, дающим еще более точные отверстия (6...9-го квалитетов) и шероховатость поверхности до $R_a=0,16...1,25$ мкм. При обработке точных отверстий диаметром менее 12 мм вместо зенкерования применяют сразу развертывание.

Характер работы зенкера подобен характеру работы сверла при рассверливании отверстия. По конструкции и оформлению режущих кромок зенкер несколько отличается от сверла и имеет три-четыре зуба, что обеспечивает правильное и более устойчивое положение зенкера относительно оси обрабатываемого отверстия (рисунок 4.48).



Рисунок 4.48 Зенкер

По конструкции зенкера бывают цельные и насадные. Для экономии быстрорежущей стали, зенкеры также делают со вставными ножами или с припаянными пластинами твердого сплава.

Зенкованием называется процесс обработки специальным инструментом- зенковками конических углублений и фасок под головки болтов, винтов, заклепок. В отличие от зенкеров зенковки имеют режущие зубья на торце иногда и направляющие цапфы, которыми зенковки вводятся в просверленное отверстие, что обеспечивает совпадение оси отверстия и образованного зенковкой углубления под головку винта (рисунок 4.49).



Рисунок 4.49 Зенковка

Крепление зенкеров и зенковок на сверлильных станках ничем не отличается от крепления сверл.

Развертыванием называется процесс окончательной чистовой обработки отверстий, обеспечивающий высокую точность размеров и

шероховатость поверхности в пределах $R_a=1,25...0,16$ мкм. Развертывание отверстий выполняют как на сверлильных и других металлообрабатывающих станках, так и вручную при слесарной и слесарно-сборочной обработке. Ручные развертки – с прямым (рисунок 4.50, а) и винтовым зубом (рисунок 4.50, б), насадная (рисунок 4.50, в) – снабжены квадратным концом на хвостовике для вращения их с помощью воротка.

Шаг зубьев разверток (угловой шаг) неравномерный, что обеспечивает получение менее шероховатой и волнистой поверхности отверстия и уменьшает возможность образование не цилиндрического, а многогранного отверстия. Развертки, применяемые на станках, называются машинными и отличаются от ручных более короткой рабочей частью, наличием конусного хвостовика (рисунок 4.50, г). Их закрепляют в плавающих (качающихся) оправках или патронах, что обеспечивает развертке возможность самоустанавливаться по оси просверленного отверстия и уменьшает разбивку отверстия.



Рисунок 4.50 Типы разверток

Для обработки конических отверстий, чаще всего для конусов Морзе, применяют конические ручные развертки комплектами из двух и трех штук. Первая развертка черновая или обдирочная (рисунок 4.50, д), вторая промежуточная (рисунок 4.50, е) и третья чистовая или окончательная (рисунок 4.50, ж), придающая отверстию окончательные размеры и требуемую шероховатость поверхности.

Припуск под развертывание должен быть не более 0,05...0,1 мм на сторону. Большой припуск может привести к быстрому затуплению заборной части развертки, повышению шероховатости поверхности отверстия и снижению точности обработки.

Упражнения по ручному развертыванию отверстий включают выполнение ряда приемов. Приступая к развертыванию, необходимо: выбрать требуемую по размеру развертку (проверить ее маркировку), убедиться в отсутствии забоин и выкрошенных мест на режущих кромках, закрепить заготовку в тисках или установить ее на верстаке (плите) в положении, удобном для работы, взять черновую развертку, смазать заборную часть минеральным маслом и вставить ее в отверстие без перекоса, проверить положение развертки угольником (90°), надеть на квадрат хвостовика развертки вороток, слегка нажимая на развертку правой рукой вниз, левой рукой медленно вращать вороток по ходу часовой стрелки, периодически извлекая развертку из отверстия для очистки ее от стружки и смазывания, закончить развертывание тогда, когда $\frac{3}{4}$ рабочей части развертки выйдет из отверстия. При развертывании глубоких отверстий, расположенных в труднодоступных местах детали, необходимо применять специальные удлинители, надевающиеся на квадрат хвостовика развертки.

В такой же последовательности производится окончательное (чистовое) развертывание.

Вороток нужно вращать медленно, плавно и без рывков. Вращение развертки в обратном направлении недопустимо, так как оно может вызвать задиры на поверхности отверстия или поломку режущих кромок развертки.

Упражнения по машинному развертыванию производят на сверлильных станках так же, как и сверление. Развертывание лучше выполнять сразу после сверления и зенкерования при одной установке заготовки в тисках или приспособлении. Развертку закрепляют с помощью патрона или переходных втулок в конусе шпинделя станка. В ряде случаев для обеспечения более точного совпадения осей развертки закрепляют в плавающих (качающихся) державках. Скорость резания (частота вращения шпинделя) при развертывании должно быть в 2...3 раза меньше, чем при сверлении сверлом такого же диаметра. Развертывание осуществляется с механической подачей, которая зависит от диаметра развертки, материал заготовки и принимается в пределах 0,5...2,0 мм/об. В качестве смазочно-охлаждающей жидкости применяют: при обработке стальных и бронзовых загото-

вок – раствор эмульсола, сульфифрезол, минеральное масло; при обработке чугуна и алюминиевых сплавов – керосин, скипидар; при обработке ковкого чугуна и латуни – раствор эмульсола. Упражнения по машинному зенкерованию, зенкованию и развертыванию могут быть в ряде случаев совмещены с выполнением упражнений по сверлению отверстий на сверлильных станках.

Качество поверхности развернутого отверстия проверяют после тщательной протирки внешним осмотром «на свет» для обнаружения задиров, огранки, следов дробления. Точность отверстия определяют в зависимости от его размера и требуемого качества точности калибрами-пробками, индикаторными нутромерами, а отверстий диаметром более 50 мм - микрометрическими нутромерами.

Правила техники безопасности при развертывании, зенкерования и зенкованию те же, что и при сверлении.

4.6.3 Типичные дефекты при обработке отверстий

Типичные дефекты при обработке отверстий, причины их появления и способы предупреждения представлены в таблице 4.8

Таблица 4.8 Способы предупреждения основных дефектов при обработке отверстий

ДЕФЕКТ	ПРИЧИНА	СПОСОБ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ
1	2	3
<i>Сверление</i>		
Перекося отверстия	Стол станка не перпендикулярен шпинделю. Попадание стружки под нижнюю поверхность заготовки. Неправильные (непараллельные) подкладки. Неправильная установка заготовки на столе станка. Неисправные и неточные приспособления	Выверить правильность положения стола. При установке очищать стол и заготовку от грязи и стружки. Исправить или заменить прокладки. Проверить установку и крепление заготовки. Заменить приспособление исправным
Смещение отверстия	Биение сверла в шпинделе. Увод сверла в сторону. Неправильная установка или слабое крепление заготовки на столе (при сверлении заготовка сместилась). Неверная разметка при сверлении по разметке	Устранить биение сверла. Проверить правильность заточки сверла, выверить его на биение и правильно заточить. Проверить установку и крепление заготовки, надежно закрепить ее на столе станка. Правильно размечать заготовку

Продолжение таблицы 4.8

1	2	3
Завышенный диаметр отверстия	Люфт шпинделя станка. Неправильные углы заточки сверла или разная длина режущих кромок. Смещение поперечной режущей кромки.	Во всех перечисленных случаях следует правильно переточить сверло
Грубо обработана поверхность стенок отверстия	Завышена подача сверла. Тупое и неправильно заточенное сверло. Некачественная установка заготовки или сверла. Недостаточное охлаждение или неправильный состав охлаждающей жидкости	Правильно заточить сверло. Проверить правильность крепления сверла и обрабатываемой заготовки. Увеличить охлаждение сверла или заменить охлаждающую жидкость
Увеличение глубины отверстия	Неправильная установка упора на глубину	Точно установить упор на заданную глубину резания
<i>Зенкерование</i>		
Грубая обработка, задиры на обработанной поверхности отверстия	Под зубья инструмента попадает стружка	Отверстия в заготовках из стали обрабатывать с применением смазывающе-охлаждающей жидкости
Перекос отверстия, зенкерования в необработанной корпусной детали	Неправильная установка заготовки на столе станка	При установке заготовки на столе станка особое внимание обращать на расположение оси обрабатываемого отверстия относительно оси инструмента. Прочно закреплять заготовку на столе станка
Диаметр зенкованной части отверстия больше диаметра зенковки	Диаметр штифта зенковки меньше диаметра отверстия	Внимательно следить за тем, чтобы диаметр штифта зенковки точно соответствовал диаметру обрабатываемого отверстия
Глубина зенкования части отверстия меньше или больше заданной	Работа не окончена. Невнимательность при измерениях, невнимательность при работе	Продолжить работу и более внимательно относиться к измерению глубины зенкования. Во втором случае брак является неисправимым

Продолжение таблицы 4.8

1	2	3
Грубая обработка, задиры на обработанной поверхности	Обработка производилась без смазывающей охлаждающей жидкости. Применялись неправильные приемы развертывания	И при черновом и при чистовом развертывании отверстий в стальных деталях обязательно применять смазывающую охлаждающую жидкость. Развертывание производить только вращением воротка по часовой стрелке
Диаметр развернутого отверстия меньше заданного, проходная пробка калибра не входит в отверстие	Работа выполнялась сильно изношенной разверткой	Сменить инструмент

3.7 Нарезание резьбы

Резьбовые разъемные соединения находят широкое применение в машиностроении. Основными деталями резьбового соединения являются винт и гайка.

Чаще всего применяют метрическую треугольную резьбу (рисунок 4.51, а), которую обычно называют крепежной и используют для крепежных деталей: болтов, винтов, шпилек и гаек. Помимо треугольных резьб бывают резьбы с прямоугольным (рисунок 4.51, б), трапецеидальным (рисунок 4.51, в), круглым (рисунок 4.51, д) профилями и профилем в виде неравнобокой трапеции – упорная резьба (рисунок 4.51, г). Резьбы бывают правые и левые. У правых резьб винтовая линия поднимается слева направо (по ходу часовой стрелки). В машиностроении преимущественно применяют правые резьбы.

Нарезание резьбы можно производить на станках и вручную. В практике слесарной обработки для нарезания внутренней резьбы в отверстиях применяют метчики, а для нарезания наружной резьбы – плашки различной конструкции. Метчики по назначению делятся на ручные, машинно-ручные, машинные и гаечные.

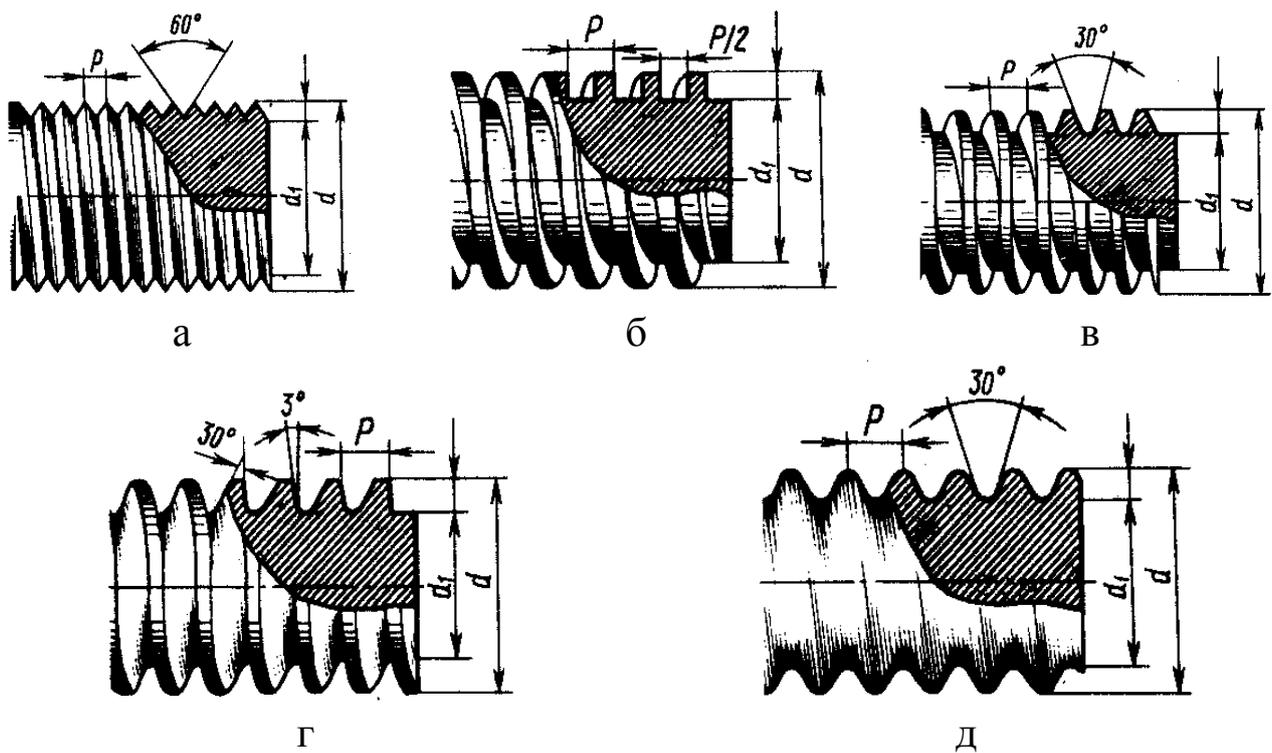


Рисунок 4.51 Профили и элементы резьбы

Метчик имеет рабочую часть и хвостовик, заканчивающийся квадратом для воротка (рисунок 4.52). Перо метчика имеет форму клина.

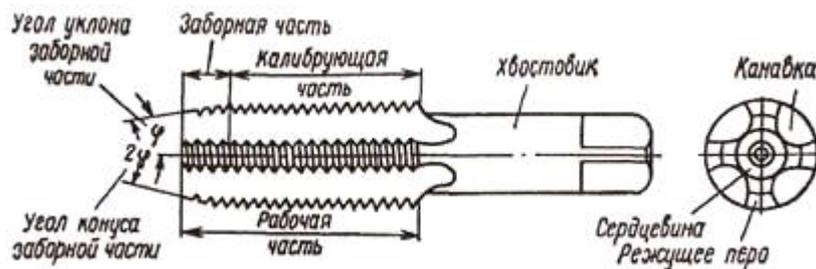


Рисунок 4.52 Части и элементы метчика

Ручные (слесарные) метчики для метрической и дюймовой резьб изготавливают комплектами из двух и трех метчиков. Комплекты из двух штук (черновой и чистовой) применяют для резьб с шагом до 3 мм включительно; из трех штук (черновой, средней и чистовой) – с шагом резьбы свыше 3 мм (рисунок 4.53). Полный профиль резьбы имеет только чистовой метчик. Черновой и средний метчики имеют меньшие наружные диаметры. Различна и длина заборного конуса у каждого метчика: у чернового (4...5) P, у чистового – (1,5...2) P. Каждый метчик в комплекте имеет на хвостовой части соответственно одну, две или три риски (кольца). В таком же порядке их используют при нарезании резьбы.

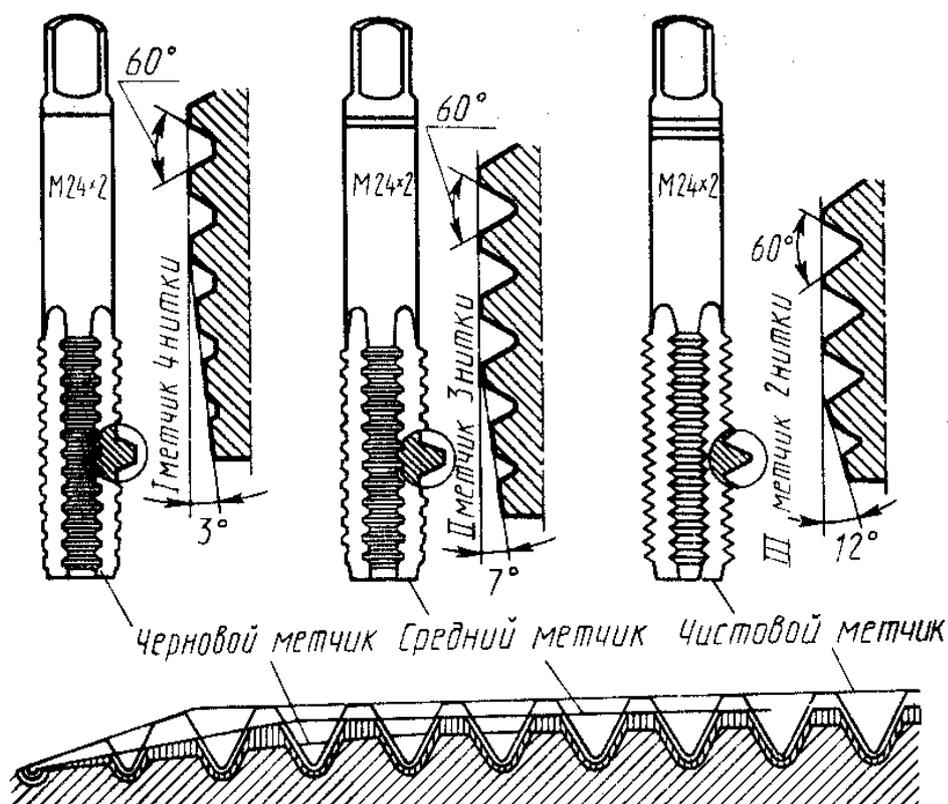


Рисунок 4.53 Комплект ручных метчиков

При нарезании внутренних резьб большое значение имеет правильный выбор диаметра отверстия под резьбу. Если диаметр отверстия выполнен больше требуемого, то резьба не имеет полного профиля. При меньшем диаметре отверстия вход метчика в него затруднен, что ведет либо к срыву резьбы, либо к заклиниванию и поломке метчика.

Диаметр сверла для отверстия под нарезание метрической и дюймовой резьб выбирают по специальным таблицам. Диаметр сверла (мм) для отверстия под резьбу приблизительно можно вычислять по формуле

$$d_{св} = D - P, \quad (4.5)$$

где $d_{св}$ – диаметр сверла для отверстия под резьбу, мм;

D - наружный диаметр резьбы гайки;

P – шаг резьбы, мм.

Глухие отверстия под резьбу нужно сверлить несколько глубже, на величину $y = (5...6) P$, чем задана длина резьбы в отверстии.

Упражнения по нарезанию резьбы метчиками включают следующие приемы. После подготовки отверстия под резьбу приступают к нарезанию резьбы, для чего необходимо: выбрать метчики в соответствии с требуемой резьбой по чертежу детали, закрепить заготовку в

тисках, смазать рабочую часть черного метчика маслом и вставить его заборной частью в отверстие строго по его оси (без перекоса), надеть на метчик вороток и, слегка нажимая левой рукой на метчик вниз (к заготовке), правой рукой вращать вороток по ходу часовой стрелки до врезания метчика в металл, пока его положение в отверстии не станет устойчивым, взяв вороток двумя руками, плавно вращать его по ходу часовой стрелки. После одного-двух оборотов необходимо сделать пол-оборота назад для дробления стружки и продолжать нарезание резьбы до полного входа рабочей части метчика в отверстие, вывернуть метчик обратным вращением из отверстия, прорезать резьбу средним, а затем чистовым метчиками. Метчики, смазанные маслом, ввертывают в отверстие без воротка, и только после того как метчик пройдет правильно по резьбе, на квадрат хвостовика надевают вороток и продолжают нарезание резьбы. Приемы нарезания резьбы метчиками в сквозных и глухих отверстиях показаны на рисунке 4.54, а, б.

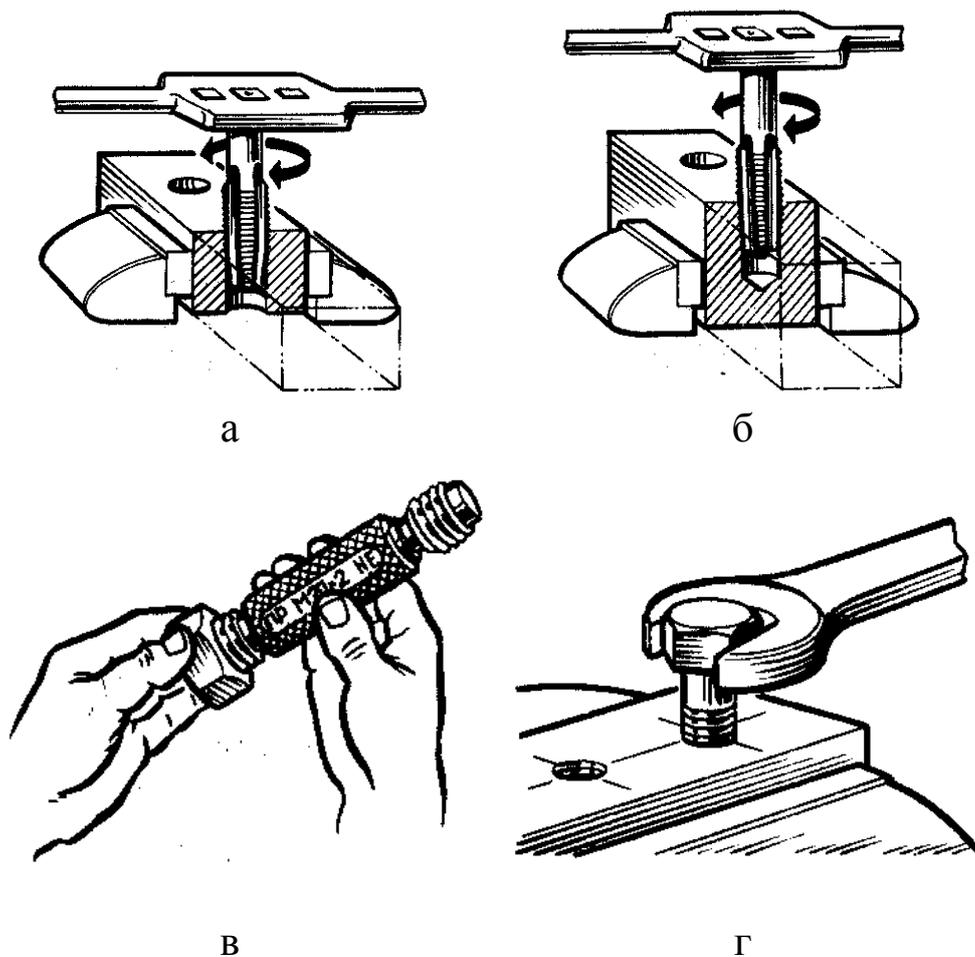


Рисунок 4.54 Приемы нарезания и контроля внутренней резьбы

В качестве смазочно-охлаждающей жидкости применяют при нарезании резьбы в стальных и бронзовых заготовках раствор эмульсола, сульфифрезол, минеральное масло, при обработке чугуна и алюминиевых сплавов – керосин, а также без охлаждения.

Качество резьбовой поверхности определяют внешним осмотром для обнаружения задиров и сорванных ниток. Точность резьбы проверяют резьбовыми калибрами-пробками (проходная пробка должна ввинчиваться, непроходная – не ввинчиваться). Резьбу в глухом отверстии проверяют ввертыванием контрольного болта (рисунок 4.54, в, г).

При нарезании резьбы метчиками необходимо соблюдать следующие правила: нарезать резьбу полным набором метчиков, не перегружая чистовой метчик; средний и чистовой метчики вводить в отверстие без воротка, не допуская перекоса метчика; при нарезании резьбы в глухих отверстиях метчики периодически вывертывать из отверстия и очищать канавки от стружки, а при обработке мелких заготовок также удалять стружку из отверстия; для предохранения метчиков от поломок, повышенного усилия (крутящего момента), передаваемого рукой слесаря, применять вороток, соответствующий данному диаметру нарезаемой резьбы; для получения качественной резьбы и предохранения метчиков от поломок из-за повышенного трения и нагрева обязательно применять смазывающе-охлаждающую жидкость.

Наружную резьбу нарезают плашками вручную и на станках.

В зависимости от конструкции плашки подразделяют на круглые (лерки) и раздвижные (призматические). Круглые плашки изготавливают цельными (рисунок 4.55, а) и разрезными (рисунок 4.55, б), которые имеют прорезь, позволяющую регулировать диаметр резьбы в пределах 0,1...0,15 мм. Плашку крепят в специальном воротке (плашкодержателе) с одним или двумя крепежными и тремя установочными винтами. Крайние винты служат для уменьшения (сжатия), средний для увеличения (разжима) размера плашки. Нарезание резьбы производят за один ход [12].

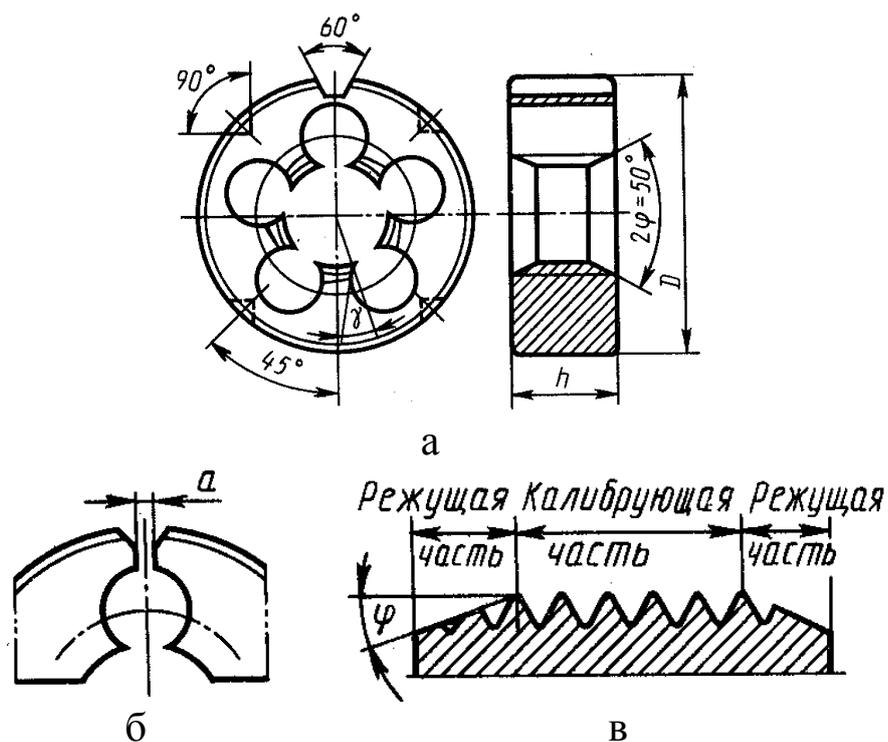


Рисунок 4.55 Части и элементы круглой плашки: а - круглая плашка до разрезания; б - разрезанная круглая плашка; в - профиль резьбы рабочей части

Раздвижные (призматические) плашки состоят из двух половинок – полуплашек. На боковых сторонах полуплашек имеются угловые пазы, которыми они устанавливаются и направляющие выступы клупка (воротка) и поджимаются винтом. Этим же винтом можно изменять расстояние между полуплашками и обеспечивать диаметр резьбы в нужных пределах.

Нарезание резьбы можно производить в несколько проходов, что значительно облегчает процесс резания.

При выборе диаметра стержня под наружную резьбу необходимо руководствоваться следующим: если диаметр выполнен больше требуемого, то увеличивается давление на зубья плашки, что приводит либо к срыву резьбы, либо к поломке зубьев плашки. При значительно меньшем диаметре стержня резьба не имеет полного профиля.

Для получения качественной резьбы диаметр стержня выбирают по таблице 4.9 или принимают на 0,1 мм меньше наружного диаметра резьбы.

Таблица 4.9 Диаметры стержней под резьбу при нарезании резьбы плашками, мм

Диаметр резьбы	Шаг P	Диаметр стержня	
		Наибольший	Допуск
2,0	0,4	1,94	-0,06
2,3	0,4	2,24	-0,06
2,6	0,45	2,54	-0,06
3,0	0,5	2,94	-0,06
4,0	0,7	3,92	-0,08
5,0	0,8	4,92	-0,08
6,0	1,0	5,92	-0,08
8,0	1,25	7,90	-0,10
10,0	1,5	9,90	-0,10
12,0	1,75	11,88	-0,12
14,0	2,0	13,88	-0,12
16,0	2,0	15,88	-0,12
18,0	2,5	17,88	-0,12
20,0	2,5	19,86	-0,14

Упражнения по нарезанию наружной резьбы круглыми плашками включают следующие приемы. Взять заготовки с требуемым диаметром стержня. Подготовить инструмент к работе, для чего слегка отвернуть все винты на воротке (плашкодержателе), вставить плашку в гнездо воротка так, чтобы маркировка на плашке была наружу, а углубления располагались против стопорных винтов. Закрепить плашку в воротке стопорными винтами. Для разрезной плашки крайние регулировочные винты воротка отвернуть, а средний винт плотно завернуть, разжав плашку. Проверить штангенциркулем диаметр стержня и наличие на его конце фаски для облегчения врезания плашки. При отсутствии фаски опилить ее напильником.

Приступая к нарезанию наружной резьбы плашками необходимо: закрепить стержень в тисках вертикально так, чтобы его конец выступал над губками тисков на 15...20 мм больше длины нарезаемой части, смазать конец стержня машинным маслом, наложить плашку на конец стержня так, чтобы маркировка была снизу, и, нажимая на корпус воротка ладонью правой руки, левой рукой вращать его за рукоятку по ходу часовой стрелки до полного врезания плашки, взяв вороток двумя руками, плавно вращать его по ходу часовой стрелки. После одного-двух оборотов необходимо сделать пол-оборота обрат-

но, продолжать нарезание резьбы, обильно смазывая стержень маслом, снять плашку со стержня обратным вращением.

Качество работы проверяют внешним осмотром для обнаружения задиrow и сорванных ниток, а точность калибрами-кольцами или контрольной гайкой (гайка должна навинчиваться легко, но без качания).

Типичные дефекты при нарезании резьб, причины их появления и способы предупреждения представлены в таблице 4.10

Таблица 4.10 Способы устранения дефектов при нарезании резьб

ДЕФЕКТ	ПРИЧИНА	СПОСОБ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ
1	2	3
Рваная резьба	Диаметр стержня больше номинального, а диаметр отверстия – меньше. Нарезание резьбы без смазки. Стружка не дробиться обратным ходом инструмента. Затупился режущий инструмент	Тщательно проверять диаметры стержня и отверстия перед нарезанием резьбы. Обильно смазывать зону резания. Следить за состоянием режущих кромок инструмента и при их затуплении инструмент заменять
Неполный профиль резьбы (тупая резьба)	Диаметр стержня меньше требуемого. Диаметр отверстия больше требуемого.	Тщательно проверять диаметры стержня и отверстия под нарезание резьбы.
Перекося резьбы	Перекося плашки или метчика при врезании.	Внимательно контролировать положение инструмента при врезании.
Задиры на поверхности резьбы	Малая величина переднего угла метчика. Недостаточная длина заборного конуса. Сильное затупление и неправильная заточка метчика. Низкое качество СОЖ. Высокая вязкость материала заготовки. Применение чрезмерно высоких скоростей резания.	Использовать метчики необходимой конструкции и геометрии. Применять соответствующую СОЖ. Выбирать рациональную скорость резания с помощью справочных таблиц.

Продолжение таблицы 4.10

1	2	3
Провал по калибр-пробкам. Люфт в паре винт-гайка	Разбивание резьбы метчиком при неправильной его установке. Большое биение метчика. Снятие метчиком стружки при вывертывании. Применение повышенных скоростей резания. Использование случайных СОЖ. Неправильное регулирование плавающего патрона или его непригодность.	Правильно (без биения) устанавливать инструмент. Выбирать нормальные скорости резания. Применять наиболее эффективные СОЖ для данных условий обработки. Выбирать исправный патрон.
Тугая резьба	Сработался (затупился) инструмент. Неточные размеры инструмента. Большая шероховатость резьбы инструмента.	Заменить инструмент и нарезать резьбу заново. Применять метчики необходимых размеров.
Конусность резьбы	Неправильное вращение метчика (разбивание верхней части отверстия). Отсутствие у метчика обратного конуса. Зубья калибрующей части срезают металл.	Правильно устанавливать метчик. Использовать метчики правильной конструкции.
Несоблюдение размеров резьбы (непроходной калибр проходит, а проходной калибр не проходит)	Неправильные размеры метчика. Перекос метчика при установке и нарушение условий его работы. Срезание резьбы при обратном ходе метчика.	Заменить инструмент исправным. Правильно устанавливать метчик и соблюдать условия его работы.
Поломка метчика	Диаметр отверстия меньше расчетного. Большое усилие при нарезании резьбы, особенно в отверстиях малых диаметров. Нарезание резьбы без смазки. Не срезается стружка обратным ходом.	Строго соблюдать правила нарезания резьбы.

5 МОНТАЖНЫЕ И СБОРОЧНЫЕ РАБОТЫ

5.1 Клепка

Клепкой называется процесс получения неразъемного соединения двух или нескольких деталей с помощью заклепок. Заклепочные соединения широко применяют при изготовлении различных металлических конструкций, ферм, балок, емкостей, в самолетостроении, судостроении и т.п.

Закладная головка создается при изготовлении заклепки, а замыкающая – при расклепывании стержня заклепки (рисунок 5.1, а, б).

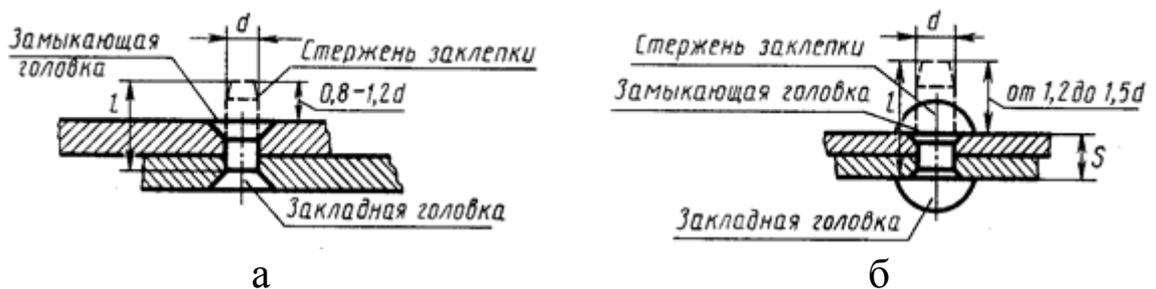


Рисунок 5.1 Элементы заклепочного соединения: *а* - с потайной головкой; *б* - с полукруглой головкой; *l* - длина стержня заклепки; *d* - диаметр стержня заклепки; *s* - суммарная толщина листов

При изготовлении заклепок между стержнем и головкой делают закругление (галтель), что увеличивает прочность заклепки и герметичность шва. В соответствии с назначением заклепки имеют различные формы головок (рисунок 5.2, а...ж). В зависимости от материала соединяемых деталей заклепки изготавливают из углеродистой, легированной, нержавеющей стали, цветных металлов и сплавов, алюминия. Заклепки должны быть изготовлены из того же металла, что и соединяемые детали.

Заклепки, расположенные в определенном порядке в один или несколько рядов для получения неразъемного соединения, образуют заклепочный шов. Заклепочные швы делятся на три типа: *прочные*, от которых требуется только механическая прочность; *плотно-прочные* и *плотные*, от которых требуется герметичность соединения.

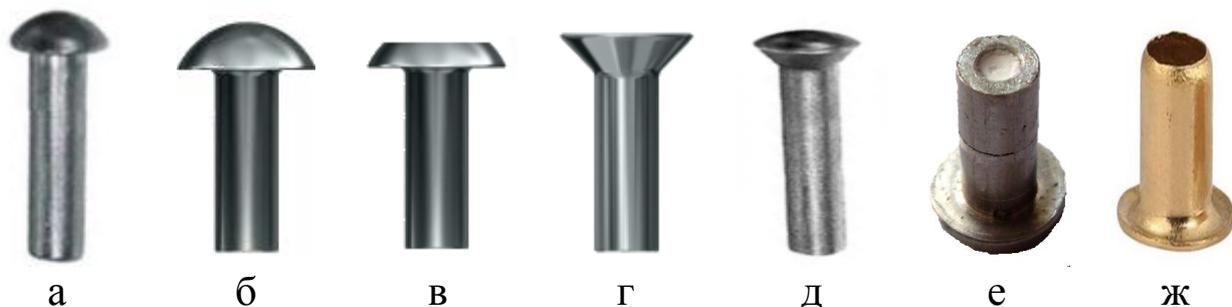


Рисунок 5.2 Основные типы заклепок: *а* - с полукруглой высокой головкой; *б* - с полукруглой низкой головкой; *в* - с плоской головкой; *г* - с потайной головкой; *д* - с полупотайной головкой; *е* - взрывная заклепка; *ж* – трубчатая

В зависимости от расположения соединяемых деталей различают соединения нахлесточные (рисунок 5.3, а), когда один край одного листа накладывается на другой; стыковые, когда соединяемые детали своими торцами плотно примыкают друг к другу и соединяются с помощью одной (рисунок 5.3, б) или двух (рисунок 5.3, в) накладок. В заклепочном соединении заклепки могут быть расположены в один, два и более рядов, в соответствии с чем швы делят на одно, двух- и многорядные, параллельные и шахматные (рисунок 5.3, г).

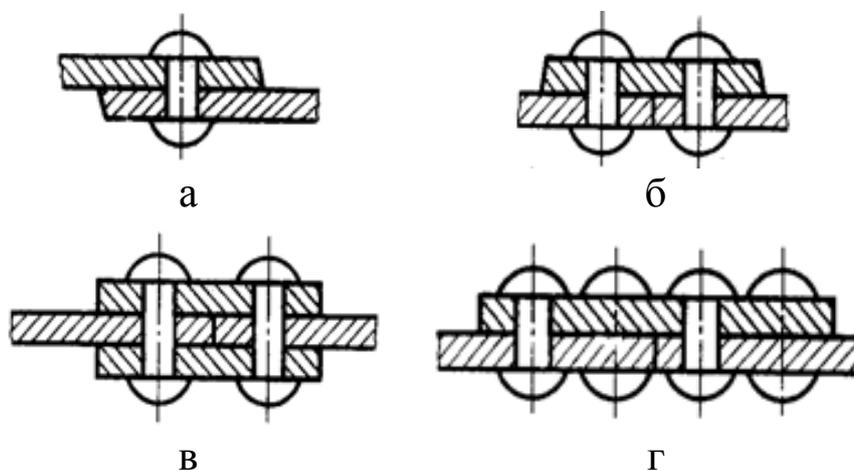


Рисунок 5.3 Виды заклепочных швов

Инструментами и приспособлениями при ручной клепке являются слесарные молотки с квадратным бойком, поддержки, обжимки, натяжки. Поддержки являются опорой при расклепывании стержня заклепки. Форма и размеры поддержки зависят от конструкции склепываемых деталей и диаметра стержня заклепки, а также выбранного метода клепки (прямой или обратный). Поддержка должна быть в 3...5 раз массивнее молотка. Обжимки служат для придания замыка-

ющей головке заклепки после осадки требуемой формы. На одном конце обжимки имеется углубление по форме головки заклепки (рисунок 5.4, а). Натяжка представляет собой бородак с отверстием на конце (рисунок 5.4, б). Натяжка применяется для осаживания заготовок.

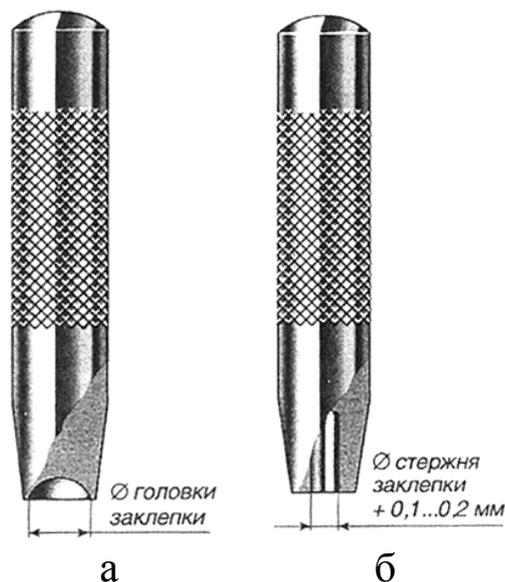


Рисунок 5.4 Приспособления для ручной клепки: а – обжимка; б – натяжка

Чекан представляет собой слесарное зубило со сточенной режущей кромкой и применяется для создания герметичности заклепочного шва, достигаемой обжатием, подчеканкой замыкающей головки и края детали (рисунок 5.5).

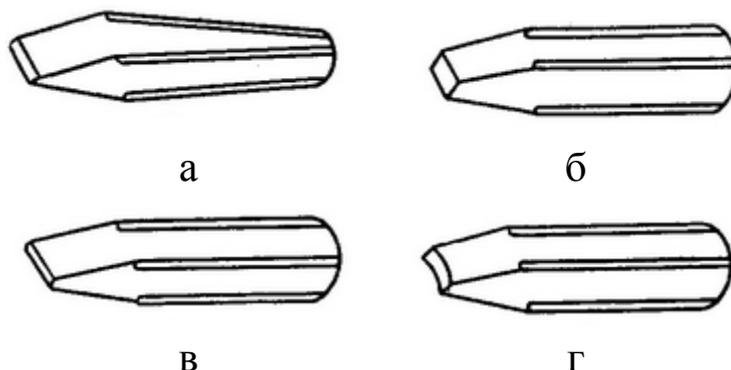


Рисунок 5.5 Типы чеканов: а - шовный чекан; б – подбойник; в – кругляк; г - заклепочный чекан

Различают два метода клепки: прямой (рисунок 5.6, а) с двусторонним подходом, когда имеется свободный доступ как к закладной,

так и к замыкающей головке, и обратный (рисунок 5.6, б) с односторонним подходом, когда доступ к замыкающей головке невозможен.

Прямой метод клепки характеризуется тем, что удары молотком наносят по стержню со стороны вновь образуемой, замыкающей головки.

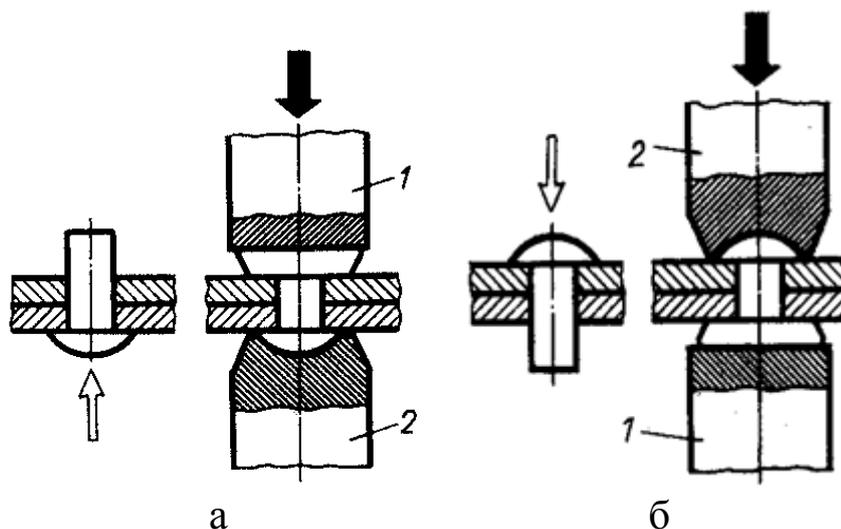


Рисунок 5.6 Применение поддержки и обжимки при клепке

При этом методе необходимо: разметить шов, соблюдая, шаг t между заклепками и расстояние a от центра крайней заклепки до края кромки детали (рисунок 5.7, а...в): при однорядном шве $t = 3d$; $a = 1,5d$; при двухрядном шве $t = 4d$; $a = 1,5d$; совместить детали и сжать их вместе ручными тисками или струбцинами; просверлить по разметке отверстия под заклепки в обеих деталях одновременно

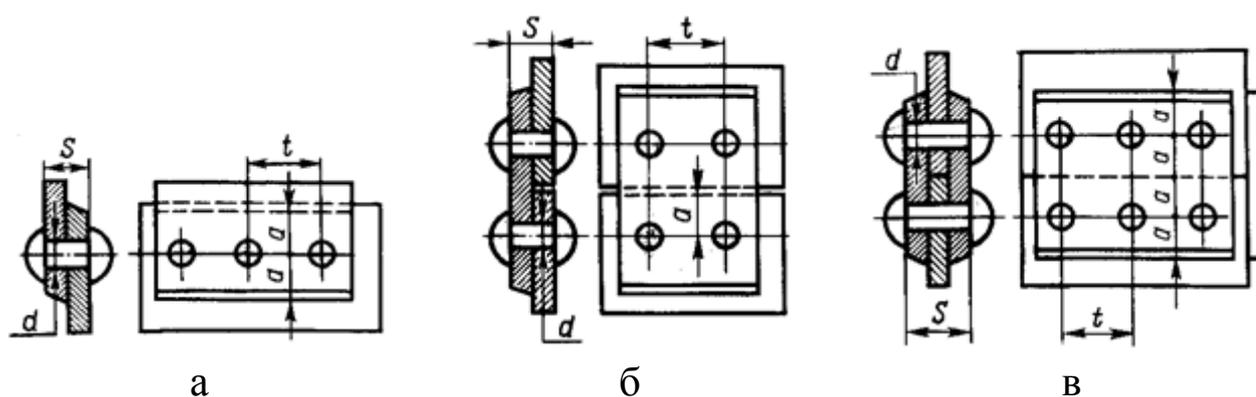


Рисунок 5.7 Методы клепки: а - нахлесточный; б - стыковочный с накладкой с одной стороны; в - стыковочный с двумя накладками

Для заклепок с потайными головками зенковать места (гнезда) под головки на глубину, равную 0,8 диаметра стержня заклепки, на деталях, где будут расположены полукруглые головки, снять сверлом

или зенковкой фаски 1...1,5 мм; ввести в отверстие снизу стержень заклепки и под закладную головку подвести массивную поддержку 2 (для заклепок с потайными головками применяют плоские поддержки, для заклепок с полукруглыми закладными головками – сферические поддержки); осадить (уплотнить) детали в месте склепки с помощью натяжки, которую устанавливают на выступающий конец стержня, и ударами молотка по вершине натяжки 1 устранить зазор между склепываемыми деталями (рисунок 5.8, а); осадить (расклепать) стержень крайней заклепки бойком молотка (сначала несколькими ударами молотка осаживают стержень, а затем боковыми ударами молотка придают полученной головке необходимую форму (рисунок 5.8, б); окончательно оформить замыкающую головку с помощью обжимки 3.

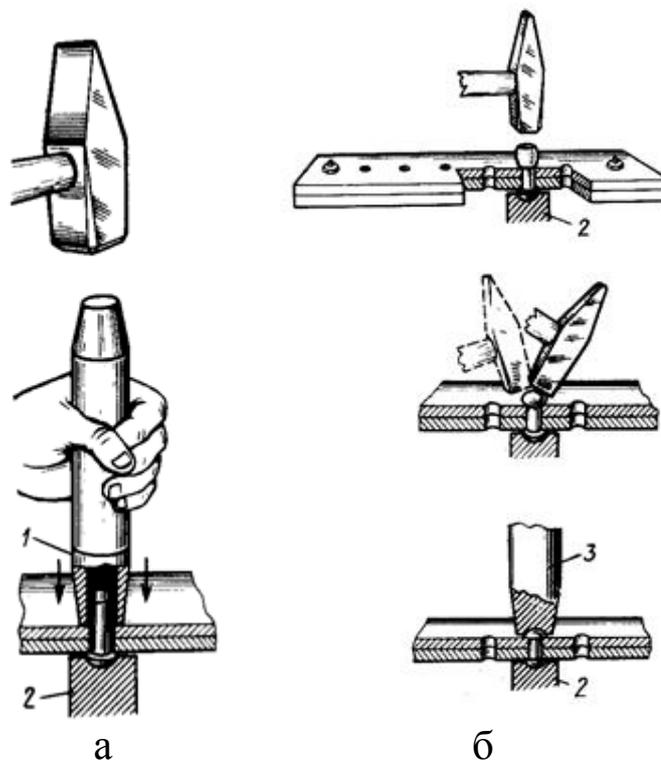


Рисунок 5.8 Приемы выполнения клепки

Подобным способом расклепать другую крайнюю заклепку. Во избежание образования неровностей и других видов брака клепку выполнять не подряд, а через два-три отверстия, начиная с крайних к центру, после чего произвести клепку остальных заклепок.

Обратный метод клепки характеризуется тем, что удары молотком наносят по закладной головке через оправку 3 с внутренней сферической поверхностью.

При этом методе стержень заклепки вводят сверху, поддержку 2 с требуемой формой рабочей поверхности подводят под стержень заклепки и формируют замыкающую головку. Этот метод применяют только при затрудненном вводе заклепки снизу и отсутствии доступа к замыкающей головке.

Длина стержня заклепки зависит от толщины скрепляемых листов (пакета) и формы замыкающей головки. Для образования потайной замыкающей головки стержень должен выступать на длину, равную $0,8...1,2$ диаметра заклепки, для образования полукруглой замыкающей головки стержень должен выступать на длину, равную $1,2...1,5$ диаметра заклепки.

Диаметр заклепки выбирают в зависимости от толщины пакета склепываемых листов по формуле

$$d = 2 \times s \quad (5.1)$$

Диаметр отверстия под заклепку должен быть больше диаметра заклепки на $0,1...0,2$ мм при точной сборке и на $0,3...1,0$ мм при грубой сборке. При выборе диаметра сверла для отверстия под заклепку можно пользоваться следующими данными (таблица 5.1)

Таблица 5.1 Подбор диаметра сверла под заклепку

Диаметр заклепки, мм	2,0	2,3	2,6	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Диаметр сверла, мм:										
- точная сборка	2,1	2,4	2,7	3,1	3,6	4,1	5,2	6,2	7,2	8,2
- грубая сборка	2,3	2,6	3,1	3,5	4,0	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7

Качество клепки определяют наружным осмотром, плотность прилегания соединенных деталей проверяют щупом, форму и размеры замыкающих головок, а также расстояние между ними – шаблонами. Наиболее характерные виды брака при клепке: смещение и изгиб замыкающей головки, прогиб металла, недотяжка металла, неплотное прилегание замыкающей головки, малый размер замыкающей головки, рваные края головки и т.п.

Бракованную заклепку срубает зубилом, а затем бородком выбивают стержень. Заклепку можно также высверлить сверлом несколько меньшего диаметра, чем заклепка. Для этого закладную головку накернивают и сверлят на глубину, равную высоте головки. Недосверленную головку надламывают бородком или зубилом, а затем выбивают заклепку.

Заклепочные соединения для обеспечения герметичности зачеканиваются одним из двух способов: в первом случае зачеканивание производят одним острогребным чеканом, когда на верхнем листе выбивают канавки и металл отжимают к нижнему листу, заполняя зазор между листами и усиливая контакт склепанных листов. Во втором случае зачеканивание производят последовательно двумя чеканами, первый раз чеканом с закругленным бойком, а второй проход кромки выполняют чеканом с плоским бойком, которым окончательно уплотняют отжатый к нижнему листу металл. Закладные и замыкающие заклепочные головки чеканят закругленными по контуру головки чеканом [12].

1) Перед началом работы следует проверить:

– совпадение отверстий в склепываемых деталях;

– соответствие диаметра стержня заклепки диаметру отверстия (диаметр заклепки должен быть меньше диаметра отверстия на 0,1...0,5 мм в зависимости от размеров);

– длину стержня заклепки для получения полноценной замыкающей головки (определять расчетом или по таблице).

2) Зенкование отверстия под потайную головку (закладную или замыкающую) следует выполнять с контролем глубины и диаметра углубления под головку при помощи контрольной заклепки.

3) Склепывание деталей необходимо производить с упором потайной закладной головки заклепки в плиту, полукруглой закладной заготовки – в поддержку со сферическим углублением соответствующего размера.

4) Следует обязательно осаживать склепываемые детали (особенно небольшой толщины – до 5 мм) натяжкой с отверстием, соответствующим диаметру стержня заклепки.

5) Запрещается забивать заклепку в отверстие, если она не входит в него свободно.

6) При расклепывании заклепок шарнирного соединения (типа плоскогубцев) необходимо подкладывать между соединяемыми деталями шарнира тонкую бумажную прокладку и по ходу расклепывания стержня заклепки периодически проверять подвижность шарнирного соединения.

Заклепочные клещи широко применяются для соединения листов оцинкованной стали толщиной до 3 мм, а также изготовления несложных деталей из них. Клещи, в зависимости от выполняемых задач, имеют различную конструкцию:

– кистевые заклепочные клещи предполагают работу одной рукой, и рассчитаны на заклепку, которая не превышает диаметром 4,9 мм (рисунок 5.9, а). Некоторые модели одноручных заклепочных клещей оснащены поворотной рабочей частью, которая может разворачиваться на 90, 180 и 360 градусов (что может облегчить установку заклепки в проблемных местах);

– двуручные заклепочные клещи имеют другую конструкцию, которая позволяет развить большее усилие, и предполагают возможность работы с заклепками диаметром до 6,5 мм. (рисунок 5.9, б);

– шарнирно-рычажные заклепочные клещи могут ставить заклепки в труднодоступных местах, при этом развивая достаточно большое усилие при работе одной рукой (рисунок 5.9, в);

– пневматические заклепочники имеют большую производительность, по сравнению с другими видами, за счет того что работают они от сжатого воздуха (рисунок 5.9, г).

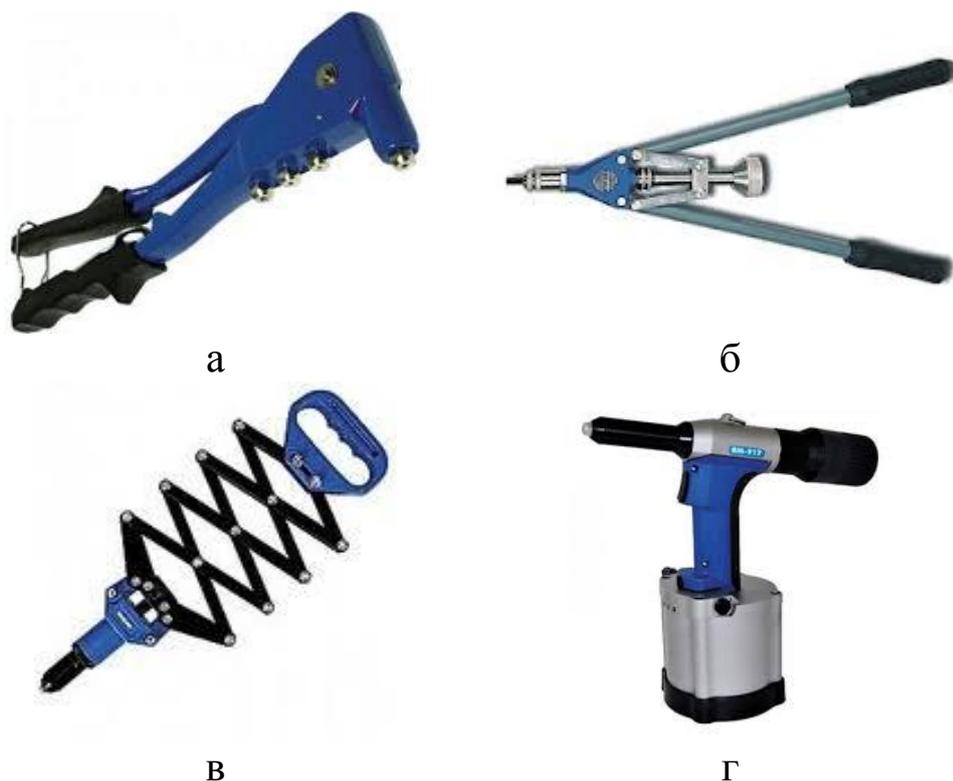


Рисунок 5.9 Заклепочные клещи: а – кистевые (тяговые); б – двуручные (силовые); в – шарнирно-рычажные; г – пневматические

Устройство кистевых заклепочных клещей представлено на рисунке 5.10.

Головка 1 одевается на сердечник установленной в отверстие заклепки, корпус 2 выполняет функции нижней рукоятки и упорной станины. Верхняя рукоятка 3, опираясь на станину при помощи оси 9, является силовым рычагом. При сжатии рукояток рабочая втулка 4 сжимает цанговые кулачки 5, плотно фиксируя стержень заклепки, продолжая движение, цанговый механизм вытягивает стержень из втулки заклепки, формируя расклепанное кольцо.

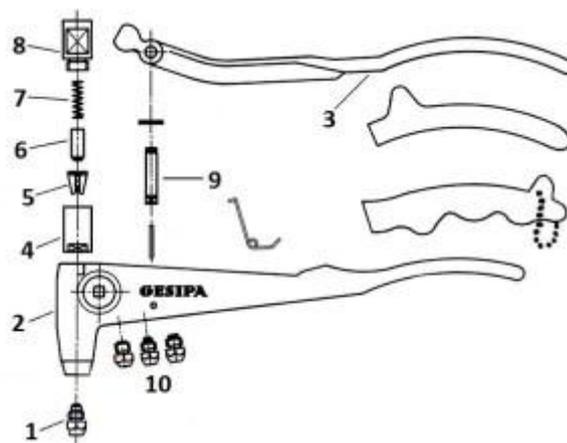


Рисунок 5.10 Конструкция заклепочных клещей: 1 – головка; 2 – корпус; 3 – верхняя рукоятка; 4 – рабочая втулка; 5 – цанговые кулачки; 6 – конусная втулка; 7 – пружина; 8 – крышка; 9 – ось; 10 – комплект сменных головок

При разжимании рукояток, конусная втулка 6 под действием пружины 7 разжимает кулачки, позволяя цанговому механизму занять исходное нижнее положение. Крышка 8 является упором для пружины, снимается для обслуживания цангового механизма. Для удобства оператора, в корпусе хранятся сменные головки 10, для различных диаметров заклепок.

Для заклепывания используются трубчатые вытяжные заклепки диаметром от 1,0 до 10,0 мм, которые поставляются в комплекте с плотно вставленными в них натяжными стержнями (стиллет) с головкой, изготовленной из мягкой стали (рисунок 5.10).

Качество заклепок сертифицируется согласно требованиям ГОСТ 10304-80 и сертификатов ISO 9001:2000, системы контроля качества производителя.



Рисунок 5.10 Вытяжные заклепки

По качественным и техническим характеристикам вытяжные заклепки различаются:

- материалом, из которого были изготовлены,
- совместимостью скрепляемого материала и самой заклепки
- прочностными характеристиками.

От материала, из которого изготовлен данный продукт, в первую очередь зависит стойкость соединения к коррозионному воздействию и, соответственно, надежность крепления соединяемых материалов. Наиболее часто используемые комбинации гильзы и стилета это:

- алюминий и сталь,
- алюминий и нержавейка,
- однокомпонентные вытяжные заклепки из каждого перечисленного материала.

По своим прочностным показателям на первом месте находятся заклепки из нержавейки, второе место - за ее соединением с алюминием. Сталь занимает в этом списке последние места, поскольку подвержена коррозии, и это снижает ее технические качества и делает использование не настолько востребованным.

Процесс установки заклепки состоит из двух стадий - сверление и заклепывание. Сначала необходимо проделать отверстия в склепываемых материалах. Диаметр отверстия обычно делают на 0,1...0,2мм больше, чем диаметр заклепки (диаметром заклепки считается диаметр цилиндра заклепки).

Далее склепываемые материалы располагают друг с другом, вставляют заклепку и захватывают ее заклепочными клещами (рисунок 5.11, а). При заклепывании заклепки заклепочные клещи захватывают стержень, стержень тянет за собой головку, которая, собственно, расклепывает цилиндр заклепки и захватывает материалы (рисунок 5.11, б). После того как расклепанный цилиндр заклепки упирается в склепываемые материалы стержень отрывается от головки (рисунок 5.11, б). Заклепка установлена.

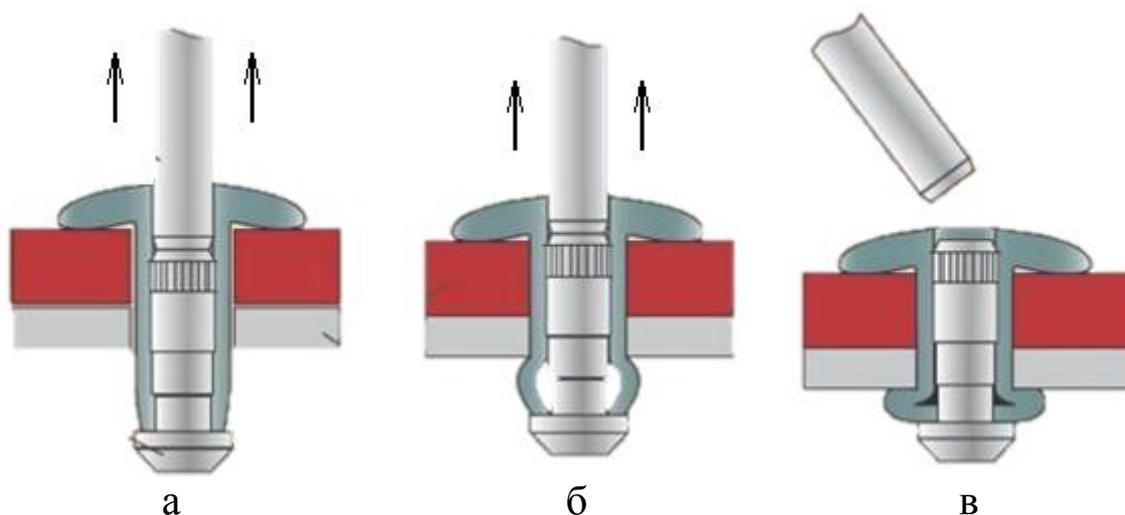


Рисунок 5.11 Процесс установки заклепки

Типичные дефекты при клепке, причины их появления и способы предупреждения представлены в таблице 5.2

Таблица 5.2 Способы устранения дефектов при клепке

ДЕФЕКТ	ПРИЧИНА	СПОСОБ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ
1	2	3
Заклепка перекашивается при расклепывании	Диаметр отверстия больше требуемого. Наносятся косые удары по стержню заклепки.	Правильно выбирать заклепку по диаметру отверстия – заклепка должна входить в отверстие свободно, но без качки. Соблюдать правила клепки
Прогиб листовой заготовки при постановке заклепки	Диаметр стержня заклепки больше диаметра отверстия – заклепку в отверстие забивали	Заклепку из отверстия выбить, осадить прогнутое место, при необходимости «поправить» отверстие, просверлив его заново
Стержень заклепки при расклепывании изгибается (особенно при небольших диаметрах стержня – до 5 мм)	Слишком большой вылет стержня заклепки	Вбить заклепку из отверстия и заменить ее. Если заклепку удалить невозможно, то необходимо укоротить стержень до требуемой длины

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3
Замыкающая головка не полная	Длина стержня заклепки меньше расчетной	Выбить заклепку из отверстия и заменить ее. Отсортировать заклепки по длине
«Вздутие» металла под головками заклепок при склепывании деталей из листового металла (при толщине не менее 5 мм)	Клепка производилась без осаживания листов (деталей) натяжкой.	Заклепку выбить из отверстия и клепку повторить с обязательным осаживанием мест клепки натяжкой
Вмятины на головках заклепок и склепываемых деталях	Неаккуратная работа, замыкающие полукруглые головки не отделялись сферической обжимкой	При образовании замыкающей полукруглой головки обязательно пользоваться сферической обжимкой.

5.2 Пайка

Пайкой называется соединение деталей в нагретом состоянии с помощью сравнительно легкоплавкого металла, называемого припоем. Пайка широко распространена в различных отраслях промышленности для создания неразъемных соединений различных заготовок и деталей из стали, цветных металлов и их сплавов, а также разнородных металлов. Пайку применяют при изготовлении радио- и электроприборов, резервуаров, радиотоваров, твердосплавного режущего инструмента и т.п.

Паяное соединение по своему виду напоминает сварное, однако по своей сути пайка металлов радикально отличается от сварки. Основное отличие состоит в том, что основной металл не расплавляется, как при сварке, а лишь нагревается до определенной температуры, значение которой никогда не достигает температуры его плавления. Из этого основного различия вытекают все остальные.

Отсутствие расплавления основного металла делает возможным соединение пайкой деталей самых маленьких размеров, а также многократное разъединение и соединение спаянных деталей без нарушения их целостности.

Из-за того, что основной металл не расплавляется, его структура и механические свойства остаются неизменными, отсутствует дефор-

мация паяемых деталей, выдерживаются формы и размеры получаемого изделия.

Пайка позволяет соединять металлы (и даже неметаллы) в любом сочетании друг с другом.

При всех своих достоинствах пайка все же уступает сварке по прочности и надежности соединения. Из-за низкой механической прочности мягкого припоя, низкотемпературная пайка встык является непрочной, поэтому для достижения необходимой прочности детали необходимо соединять с перекрытием.

Сущность пайки состоит в том, что расплавленный припой под действием капиллярных сил заполняет зазор между паяемыми поверхностями деталей, смачивает их и диффундирует (проникает) в металл.

После остывания припоя в зоне соприкосновения деталей образуется плотное и достаточно прочное соединение, называемое паяльным швом.

Классификация пайки носит довольно сложный характер из-за большого числа классифицируемых параметров. Согласно технологической классификации по ГОСТ 17349-79 пайка металлов подразделяется: по способу получения припоя, по характеру заполнения припоем зазора, по типу кристаллизации шва, по способу удаления оксидной пленки, по источнику нагрева, по наличию или отсутствию давления в стыке, по одновременности выполнения соединений [3].

Одной из основных является классификация пайки по температуре плавления используемого припоя. В зависимости от этого параметра пайку подразделяют на низкотемпературную (используются припой с температурой плавления до 450°С) и высокотемпературную (температура плавления припоев выше 450°С).

Низкотемпературная пайка более экономична и проста в исполнении, чем высокотемпературная. Ее преимуществом является возможность применения на миниатюрных деталях и тонких пленках. Хорошая тепло- и электропроводность припоев, простота выполнения процесса пайки, возможность соединения разнородных материалов обеспечивают низкотемпературной пайке ведущую роль при создании изделий в электронике и микроэлектронике.

К преимуществам высокотемпературной пайки относится возможность изготовления соединений, выдерживающих большую нагрузку, в том числе и ударную, а также получение вакуумноплотных и герметичных соединений, работающих в условиях высо-

ких давлений. Основными способами нагрева при высокотемпературной пайке, в единичном и мелкосерийном производстве, является нагрев газовыми горелками, индукционными токами средней и высокой частоты.

Композиционная пайка применяется при пайке изделий, имеющих некапиллярные или неравномерные зазоры. Она осуществляется с использованием композиционных припоев, состоящих из наполнителя и легкоплавкой составляющей. Наполнитель имеет температуру плавления выше температуры пайки, поэтому он не расплавляется, а лишь заполняет собой зазоры между паяемыми изделиями, служа средой распространения легкоплавкой составляющей.

По характеру получения припоя различают следующие виды пайки.

Пайка готовым припоем - самый распространенный вид пайки. Готовый припой расплавляется нагревом, заполняет зазор между соединяемыми деталями и удерживается в нем благодаря капиллярным силам. Последние играют очень важную роль в технологии пайки. Они заставляют расплавленный припой проникать в самые узкие щели соединения, обеспечивая его прочность.

Реакционно-флюсовая пайка, характеризующаяся протеканием реакции вытеснения между основным металлом и флюсом, в результате которой образуется припой. Наиболее известная реакция при реакционно-флюсовой пайке: 3ZnCl_2 (флюс) + 2Al (соединяемый металл) = 2AlCl_3 + Zn (припой).

Качество, прочность и эксплуатационная надежность паяного соединения зависит от правильного выбора припоя и тщательности подготовки соединяемых поверхностей под пайку. Виды швов представлены на рисунке 5.12.

Для очистки поверхностей применяют зачистку напильниками, металлическими щетками, шлифовальной шкуркой и т.п. Детали, полученные обработкой резанием (всухую), паяют без дополнительной зачистки. Если при механической или слесарной обработке применяли масло или эмульсию, то их перед пайкой удаляют обезжириванием в бензине, ацетоне и других веществах. Перед пайкой детали плотно подгоняют одну к другой. При нагреве соединяемых пайкой деталей их поверхности окисляются (покрываются тонкой пленкой), в результате чего припой не пристает к деталям.

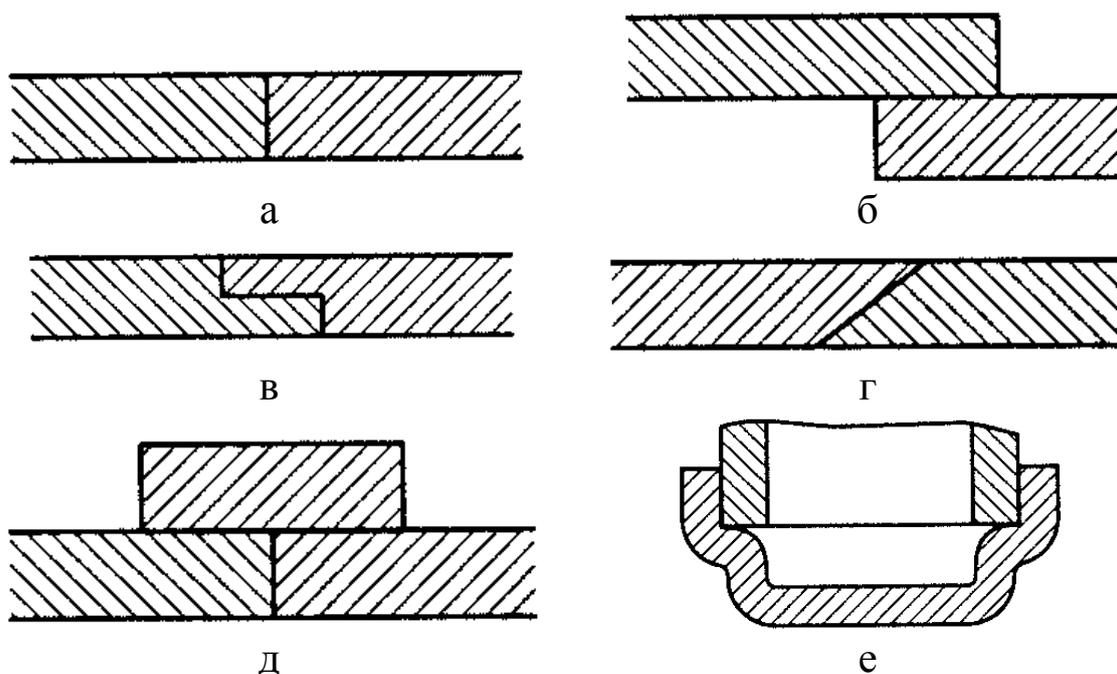


Рисунок 5.12 Виды швов: *а* - прямой встык; *б* - внакладку; *в* - ступенчатый встык; *г* - косой встык; *д* - встык с накладкой; *е* - в раструб

Для удаления окисной пленки применяют паяльные флюсы, которые растворяют окислы, образуют легко удаляемые шлаки, способствуют лучшему смачиванию паяемых поверхностей расплавленным припоем и затеканию его в зазоры. Для легкоплавких припоев применяют следующие флюсы: хлористый цинк (травленая соляная кислота), нашатырь (хлористый аммоний) и канифоль. Для тугоплавких припоев применяют борную кислоту и буру. При пайке чугуна, алюминия, нержавеющей сталей применяют различные составы флюсов.

Наиболее распространенные инструменты для выполнения пайки – паяльники и паяльные лампы.

5.2.1 Паяльники

К паяльникам непрерывного нагрева относятся электрические паяльники (рисунок 5.13), позволяющие осуществлять пайку непрерывно. Они удобны в обращении, обеспечивают постоянную температуру, при работе меньше образуется вредных газов.



а

б

Рисунок 5.13 Электрический паяльник *а* - прямой; *б* - молотковый

Основным параметром, по которому подбирается паяльник, является его мощность, определяющая величину теплового потока, передающегося к паяемым деталям. Для пайки электронных компонентов используются приборы мощностью до 40 Вт. Тонкостенные детали (с толщиной стенки до 1 мм) требуют мощности 80...100 Вт (рисунок 5.13, а). Для деталей с толщиной стенки 2 мм и более необходимы паяльники мощностью выше 100 Вт. Такими являются, в частности, молотковые электрические паяльники, потребляющие до 500 Вт и выше (рисунок 5.13, б). Они способны нагреваться до температуры 600°C и предназначены для паяния особо массивных деталей - радиаторов, деталей машин.

Помимо массивности детали, на необходимую мощность паяльника влияет и теплопроводность паяемого металла. С ее увеличением мощность прибора и температуру его нагрева необходимо увеличивать. При пайке паяльником деталей из меди он должен быть нагрет сильнее, чем при пайке такой же по массе детали, но изготовленной из стали.

Паяльник может быть не только электрическим, но и газовым. Газовые горелки - наиболее универсальный вид нагревательного

оборудования (рисунок 5.14). К этой категории можно отнести и паяльные лампы, заправляемые бензином или керосином (в зависимости от типа паяльной лампы). В качестве горючих газов и жидкостей в горелках может использоваться ацетилен, пропан-бутановая смесь, метан, бензин, керосин и пр. Газовая пайка может быть как низкотемпературной (при паянии массивных деталей), так и высокотемпературной.



Рисунок 5.14 Газовая паяльная горелка

Существуют и другие способы нагрева при пайке:

1) Пайка индукционными нагревателями, которая активно используется для припаивания твердосплавных резцов режущего инструмента. При индукционной пайке паяемые детали или их части нагреваются в катушке-индукторе, через которую пропускается ток. Преимуществом индукционной пайки является возможность быстрого нагрева толстостенных деталей.

2) Пайка в различных печах.

3) Пайка электросопротивлением, при которой детали нагреваются теплотой, выделяющейся вследствие прохождения электрического тока через паяемые изделия, являющиеся частью электрической цепи.

4) Пайка погружением, выполняющаяся в расплавленных припоях и солях.

5) Прочие виды пайки: дуговая, лучами, электролитная, экзотермическая, штампами и нагревательными матами.

5.2.2 Припой

В качестве припоев используются как чистые металлы, так и их сплавы. Чтобы припой мог исполнять свое предназначение, он должен обладать целым рядом качеств.

Смачиваемость. Прежде всего, припой должен обладать хорошей смачиваемостью по отношению к соединяемым деталям. Без этого будет просто отсутствовать контакт между ним и паяемыми деталями.

В физическом смысле смачивание подразумевает явление, при котором прочность связи между частицами твердого вещества и смачивающей его жидкости оказывается выше, чем между частицами самой жидкости. При наличии смачивания жидкость растекается по поверхности твердого вещества и проникает во все его неровности.

Если припой не смачивает основной металл, пайка невозможна. В качестве такого примера можно привести чистый свинец, который плохо смачивает медь и не может поэтому служить припоем для неё.

Температура плавления. Припой должен иметь температуру плавления ниже температуры плавления соединяемых деталей, но выше той, при которой соединение будет работать. Температура плавления характеризуется двумя точками - температурой солидуса (температура, при которой плавится самый легкоплавкий компонент) и температурой ликвидуса (наименьшим значением, при которой припой становится полностью жидким).

Разница между температурами ликвидуса и солидуса называется интервалом кристаллизации. Когда температура соединения находится в интервале кристаллизации, даже незначительные механические воздействия приводят к нарушениям кристаллической структуры припоя, в результате чего может возникнуть его хрупкость и возрасти электрическое сопротивление. Поэтому необходимо соблюдать очень важное правило пайки - не подвергать соединение никакой нагрузке до полного окончания кристаллизации припоя.

Содержание токсичных металлов (свинца, кадмия) не должно превышать установленных значений для определенных изделий.

Должна отсутствовать несовместимость припоя с соединяемыми металлами, которая может привести к образованию хрупких интерметаллических соединений.

Припой должен обладать *термостабильностью* (сохранением прочности паяного соединения при изменении температуры), *электростабильностью* (неизменностью электрических характеристик при токовых, тепловых и механических нагрузках), *коррозионной стойкостью*.

Коэффициент теплового расширения (КТР) не должен сильно отличаться от КТР соединяемых металлов.

Коэффициент теплопроводности должен соответствовать характеру эксплуатации паяного изделия.

В зависимости от температуры плавления припой подразделяют на легкоплавкие (мягкие) с температурой плавления до 450°C и тугоплавкие (твердые) с температурой плавления выше 450°C.

Наиболее распространенными легкоплавкими припоями являются оловянно-свинцовые, состоящие из олова и свинца в различном соотношении. Для придания определенных свойств в них могут вводиться другие элементы, например, висмут и кадмий для понижения температуры плавления, сурьма для увеличения прочности шва и т.д.

Оловянно-свинцовые припой имеют низкую температуру плавления и относительно невысокую прочность. Их не следует применять для соединения деталей, испытывающих значительную нагрузку или работающих при температуре выше 100°C. Если все же приходится применять пайку мягкими припоями для соединений, работающих под нагрузкой, нужно увеличивать площадь соприкосновения деталей.

К наиболее широко используемым относятся оловянно-свинцовые припой ПОС-18, ПОС-30, ПОС-40, ПОС-61, ПОС-90, имеющие температуру плавления примерно 190...280°C (таблица 5.3). Цифры означают процентное содержание олова. Кроме основных металлов (Sn и Pb) припой ПОС содержат также небольшое количество примесей. В приборостроении ими паяют электрические схемы, соединяют провода. В домашних условиях с их помощью соединяют самые различные детали [14].

Таблица 5.3 Назначение припоев

Марка припоя	Назначение
1	2
ПОС-90	Пайка деталей и узлов, подвергающихся в дальнейшем гальванической обработке (серебрение, золочение)
ПОС-61	Лужение и пайка тонких спиральных пружин в измерительных приборах и других ответственных деталей из стали, меди, латуни, бронзы, когда не допустим или нежелателен высокий нагрев в зоне пайки. Пайка тонких (диаметром 0,05... 0,08 мм) обмоточных проводов, в том числе высокочастотных, выводов обмоток, выводных концов ротора двигателей с ламелями коллектора, радиоэлементов и микросхем, монтажных проводов в полихлорвиниловой изоляции, а также пайка в тех случаях, когда требуется повышенная механическая прочность и электропроводность.

Продолжение таблицы 5.3

1	2
ПОС-40	Лужение и пайка токопроводящих деталей неответственного назначения, наконечников, соединение проводов с лепестками, когда допускается более высокий нагрев, чем в случаях использования ПОС-61.
ПОС-30	Лужение и пайка механических деталей неответственного назначения из меди и её сплавов, стали и железа.
ПОС-18	Лужение и пайка при пониженных требованиях к прочности шва, деталей неответственного назначения из меди и её сплавов, пайка оцинкованной жести.

Из тугоплавких припоев чаще всего используются две группы - припои на основе меди и серебра. К первым относятся медно-цинковые припои, которые используются для соединения деталей, несущих лишь статическую нагрузку. Из-за определенной хрупкости их нежелательно применять в деталях, работающих в условиях ударов и вибрации.

К медно-цинковым припоям относятся, в частности, сплавы ПМЦ-36 (примерно 36% Cu, 64% Zn), с интервалом кристаллизации 800-825°C, и ПМЦ-54 (примерно 54% Cu, 46% Zn), с интервалом кристаллизации 876-880°C. С помощью первого припоя паяют латунь и прочие медные сплавы с содержанием меди до 68%, осуществляют тонкую пайку по бронзе. ПМЦ-54 используют для пайки меди, томпака, бронзы, стали.

Для соединения стальных деталей в качестве припоя используют чистую медь, латуни Л62, Л63, Л68. Соединения, паянные латунию, обладают более высокой прочностью и пластичностью в сравнении с соединениями, паянными медью, они способны вынести значительные деформации.

Серебряные припои относятся к наиболее качественным. Сплавы марки ПСр кроме серебра содержат медь и цинк. Припоем ПСр-70 (примерно 70% Ag, 25% Cu, 4% Zn), с температурой плавления 715-770°C, паяют медь, латунь, серебро. Его используют в тех случаях, когда место спая не должно резко уменьшать электропроводность изделия. ПСр-65 используют для пайки и лужения ювелирных изделий, фитингов из меди и медных сплавов, предназначенных для соединения медных труб, используемых в системах горячего и холодного питьевого водоснабжения, им паяют стальные ленточные пилы. Припой ПСр-45 используют для пайки стали, меди, латуни. Его можно при-

менять в тех случаях, когда соединения работают в условиях вибрации и ударов, в отличии, например, от ПСр-25, который удары выдерживает плохо.

Существует множество других припоев, предназначенных для пайки изделий, состоящих из редких материалов или работающих в особых условиях.

Никелевые припои предназначены для пайки конструкций, работающих в условиях высоких температур. Обладая температурой плавления от 1000°C до 1450°C, они могут использоваться для пайки изделий из жаропрочных и нержавеющей сплавов.

Золотые припои, состоящие из сплавов золота с медью или никелем, используются для пайки золотых изделий, для пайки вакуумных электронных трубок, в которых недопустимо наличие летучих элементов.

Для пайки магния и его сплавов применяют магниевые припои, содержащие помимо основного металла также алюминий, цинк и кадмий.

Материалы для пайки металлов могут иметь различную форму выпуска - в виде проволоки, тонкой фольги, таблеток, порошка, гранул, паяльных паст. От формы выпуска зависит способ их ввода в стыковую зону. Припой в виде фольги или паяльной пасты укладывается между соединяемыми деталями, проволока подается в зону соединения по мере расплавления ее конца.

5.2.3 Флюсы

Прочность паяного соединения зависит от взаимодействия основного металла с расплавленным припоем, которое в свою очередь зависит от наличия физического контакта между ними. Оксидная пленка, присутствующая на поверхности паяемого металла, препятствует контакту, взаимной растворимости и диффузии частиц основного металла и припоя. Поэтому ее необходимо удалять. Для этого применяются флюсы, в задачу которых входит не только удаление старой окисной пленки, но и препятствие образованию новой, а также снижение поверхностного натяжения жидкого припоя с целью улучшения его смачиваемости.

При пайке металлов применяются различные по составу и свойствам флюсы. Флюсы для пайки имеют различия:

- по агрессивности (нейтральные и активные);
- по температурному интервалу пайки;

- по агрегатному состоянию - твердые, жидкие, геле- и пастообразные;

- по виду растворителя - водные и неводные.

Широко распространенными флюсами являются канифоль, борная кислота, бура, фтористый калий, хлористый цинк, канифольно-спиртовые флюсы, ортофосфорная кислота. Флюс должен соответствовать температуре пайки, материалу паяемых деталей и припоя. Например, бура используется для высокотемпературной пайки углеродистых сталей, чугуна, меди, твердых сплавов медными и серебряными припоями. Для пайки алюминия и его сплавов применяют препарат, состоящий из хлористого калия, хлористого лития, фтористого натрия и хлористого цинка (флюс 34А). Для низкотемпературной пайки меди и её сплавов, оцинкованного железа используется, например, состав из канифоли, этилового спирта, хлористого цинка и хлористого аммония (флюс ЛК-2).

Флюс может применяться не только в виде отдельного компонента, но и входить составным элементом в паяльные пасты и таблетированные виды так называемых флюсующихся припоев.



Рисунок 5.15 Флюсы

5.2.4 Вспомогательные материалы и приспособления

Без некоторых приспособлений и материалов, используемых при пайке, можно обойтись, но их наличие делает работу значительно удобнее и комфортнее.

Подставка для паяльника служит для того, чтобы нагретый паяльник не касался стола или других предметов. Если она не идет в комплекте с паяльником, ее приобретают отдельно или делают самостоятельно. Простейшую подставку можно изготовить из тонкого листа жести, вырезав в нем пазы для укладки инструмента.

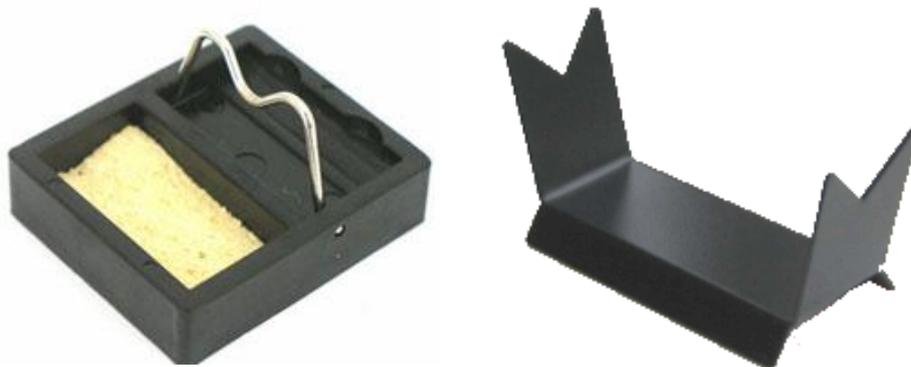


Рисунок 5.16 Подставки для паяльника

Влажной вязкой или поролоновой губкой, уложенной в гнездо для предотвращения выпадения, удобно очищать кончик паяльника. Для этих же целей может служить и латунная стружка.

Удалять излишки припоя с поверхности деталей можно с помощью специального отсоса (рисунок 5.17) или оплетки (рисунок 5.18). Первый внешним видом и конструкцией напоминает шприц, оснащенный пружиной. Перед использованием его нужно взвести, утопив головку штока. Поднеся носик к расплавленному припою, пружину спускают, надавив на кнопку спуска. В результате излишек припоя втягивается внутрь съемной головки.



Рисунок 5.17 Паяльник с отсосом

Оплетка для удаления припоя представляет собой плетенку из офлюсованных тонких медных проводков. Приложив ее конец к припою и прижав сверху паяльником, благодаря капиллярным силам можно как промокашкой собрать в ней весь лишний припой. Кончик оплетки, налитый припоем, просто отрезается.



Рисунок 5.18 Оплетка для удаления припоя

Очень полезным является многофункциональный зажим для пайки, называемый «Третья рука» (рисунок 5.19). При работе с паяльником иногда необходимо держать в определенном положении паяемые детали, но одна занята самим паяльником, другая - припоем. Многофункциональный зажим удобен тем, что его зажимы можно легко устанавливать в любом положении друг относительно друга.



Рисунок 5.19 Многофункциональный зажим для пайки

Паяемые детали нагреваются до высокой температуры, прикоснувшись к ним можно обжечься. Поэтому желательно иметь различные зажимные устройства, позволяющие манипулировать нагретыми деталями - плоскогубцы, пинцеты, зажимы.

5.2.5 Подготовка паяльника и деталей к пайке

При первом включении паяльника в сеть он может начать дымить. Ничего страшного в этом нет, просто выгорают масла, использованные для консервации паяльника.

Перед использованием паяльника нужно подготовить его наконечник. Подготовка зависит от его исходного вида. Если наконечник выполнен из непокрытой меди, его кончик можно отковать в виде отвертки, это уплотнит медь и придаст ей повышенную устойчивость от износа. Можно и просто заточить на наждаке или напильником, придав ему необходимую форму - в виде острого или усеченного конуса с различным углом, четырехгранной пирамиды, углового скоса с одной стороны. Для предохранения меди от окисления используются металлические покрытия из никеля. Если паяльник имеет такое по-

крытие, то ковать и затачивать его нельзя во избежание повреждения покрывающего слоя.

Существует унифицированный ряд форм наконечников, но можно, разумеется, использовать любую форму, подходящую для конкретной работы.

При пайке массивных деталей площадь соприкосновения паяльника с деталью должна быть максимальной - для обеспечения лучшей передачи тепла. В этом случае наилучшей считается угловая заточка круглого стержня. Если предполагается паять мелкие детали, то подойдет острая конусная, ножевая или иные формы с малыми углами.

Инструкции по работе с паяльником, имеющем медное жало без покрытия, содержат одно обязательное требование - лужение наконечника нового паяльника с целью его защиты от окисления и износа. Причем делать это следует при первом же нагреве. Иначе наконечник покроется тонким слоем окислы, и припой не захочет прилипнуть к нему. Это можно сделать разными путями. Прогреть паяльник до рабочей температуры, прикоснуться наконечником к канифоли, расплавить на нем припой и растереть последний о деревяшку. Или протереть нагретый наконечник тряпкой, смоченной раствором хлористого цинка, расплавить на него припой и куском нашатыря или каменной поваренной соли растереть его по наконечнику. Главное, чтобы в итоге этих операций рабочая часть наконечника была полностью покрыта тонким слоем припоя.

Необходимость залудить наконечник вызвана тем, что флюс постепенно разъедает, а припой растворяет его. Из-за потери формы приходится регулярно затачивать наконечник, и чем активнее флюс тем чаще, порой по нескольку раз в день. У никелированных наконечников никель закрывает доступ к меди, защищая её, но такие наконечники требуют бережного обращения, боятся перегрева..

Подготовка деталей к пайке предполагает выполнение одних и тех же операций независимо от того, какого вида (низкотемпературная или высокотемпературная) выполняется пайка, и какой источник нагрева (электрический или газовый паяльник, газовая горелка, индуктор или что-то иное) используется.

Прежде всего, это очистка детали от загрязнений и обезжиривание. С помощью растворителей (бензина, ацетона или прочих) очистить деталь от масел, жиров, грязи. Если имеется ржавчина, ее нужно удалить любым подходящим механическим способом - с помощью наждачного круга, проволочной щетки или наждачной бумаги. В слу-

чае высоколегированных и нержавеющей сталей желательно обработать соединяемые кромки абразивным инструментом, поскольку окисная пленка этих металлов особенно прочна.

Температура нагрева паяльника - важнейший параметр, от температуры зависит качество пайки. Недостаточная температура проявляет себя тем, что припой не растекается по поверхности изделия, а ложится комком, несмотря на подготовку поверхности флюсом. Но даже если пайка внешне и получилась (припой расплавился и растекся по стыку), паяное соединение получается рыхлым, матовым по цвету, имеет низкую механическую прочность.

Температура пайки (температура паемых деталей) должна на 40...80°C превосходить температуру плавления припоя, а температура нагрева наконечника - на 20...40°C температуру пайки. Последнее требование обуславливается тем, что при соприкосновении с паемыми деталями температура паяльника будет снижаться из-за отвода тепла. Таким образом, температура нагрева наконечника должна превосходить температуру плавления припоя на 60...120°C. Если используется паяльная станция, то необходимая температура просто устанавливается регулятором. При использовании паяльника без регулирования температуры, оценивать ее фактическое значение, при использовании в качестве флюса канифоли, можно по поведению канифоли при прикосновении паяльника. Она должна вскипать и обильно выделять пар, но не сгорать мгновенно, а оставаться на наконечнике в виде кипящих капель.

Перегрев паяльника также вреден, он вызывает сгорание и обугливание флюса до момента активации им поверхности спая. О перегреве свидетельствует темная пленка окислов, возникающая на припое, находящемся на кончике паяльника, а также то, что он не удерживается на жале, стекая с него.

5.2.6 Техника пайки паяльником

Существует два основных способа пайки паяльником:

- 1) Подача (слив) припоя на паемые детали с кончика паяльника.
- 2) Подача припоя непосредственно на паемые детали (на площадку).

При любом способе необходимо прежде подготовить детали к пайке, установить и закрепить их в исходном положении, разогреть паяльник и смочить место спая флюсом. Дальнейшие действия отличаются в зависимости от того, какой способ используется.

При подаче припоя с паяльника, на нем расплавляют некоторое количество припоя (чтобы удерживалось на кончике) и прижимают жало к паяемым деталям. При этом флюс начнет вскипать и испаряться, а расплавленный припой переходит с паяльника на спай. Движением наконечника вдоль будущего шва обеспечивают распределение припоя по стыку.

Припой на жале может быть достаточно если жало просто приобрело металлический блеск. Если форма жала заметно изменилась, значит припоя слишком много.

При подаче припоя непосредственно на спай, паяльником вначале разогревают детали до температуры пайки, а затем подают припой на деталь или в стык между паяльником и деталью. Расплавляясь, припой будет заполнять стык между паяемыми деталями. Выбирать, как именно паять паяльником - первым или вторым способом - следует в зависимости от характера выполняемой работы. Для мелких деталей лучше подходит первый способ, для крупных - второй.

К основным требованиям качественной пайки относятся:

- хороший прогрев паяльника и паяемых деталей;
- достаточное количество флюса;
- ввод нужного количества припоя - ровно столько, сколько требуется, но не больше.

Вот несколько советов о том, как правильно паять паяльником.

Если припой не течет, а размазывается, значит температура деталей не достигла нужных значений, нужно увеличить температуру нагрева паяльника либо взять прибор помощнее.

Не нужно вносить слишком много припоя. Качественная пайка предполагает наличие в спае минимально достаточного количества материала, при котором шов получается слегка вогнутым. Если припой оказалось слишком много, не нужно стараться его куда-то пристроить на стыке, лучше удалить отсосом или оплеткой.

О качестве спая говорит его цвет. Высокое качество - спай имеет яркий блеск. Недостаточная температура делает структуру спая зернистой, губчатой - это однозначный брак. Пережженный припой выглядит матовым и имеет пониженную прочность, что в некоторых случаях может быть вполне допустимо.

При использовании активных (кислотных) флюсов нужно обязательно смывать после пайки их остатки - каким-нибудь моющим средством или обычным щелочным мылом. В противном случае

нельзя дать гарантии, что через некоторое время соединение не будет разрушено коррозией от оставшихся кислот.

Лужение - покрытие поверхности металла тонким слоем припоя - может быть как самостоятельной, конечной операцией, так и промежуточным, подготовительным этапом пайки. Когда это подготовительный этап, успешное лужение детали в большинстве случаев означает, что самая трудная часть паяльной работы (соединение припоя с металлом) сделана, припаять облуженные детали друг к другу обычно уже не составляет особого труда.

Лужение кончиков электропроводов - одна из самых частых операций. Ее осуществляют перед припайкой проводов к контактам, спаиванием между собой или для обеспечения лучшего контакта с клеммами при подсоединении с помощью болтов. Из облуженного многожильного провода удобно сделать колечко, обеспечивающее удобство при креплении к клемме и хороший контакт.

Провода могут быть одножильными и многожильными, медными и алюминиевыми, покрытыми лаком или нет, чистыми новыми или закисленными старыми. В зависимости от этих особенностей и различается их облуживание.

Проще всего лудить одножильный медный провод. Если он новый, то не покрыт окислами и лудится даже без зачистки, нужно просто нанести на поверхность провода флюс, нанести на нагретый паяльник припой и поводить по проводу паяльником, слегка поворачивая при этом провод. Как правило, лужение проходит без проблем.

Новый многожильный медный провод лудится также легко, как и одножильный. Единственная особенность состоит в том, чтобы вращать его в ту сторону, при которой проводки будут скручиваться, а не раскручиваться.

Старые провода могут быть покрыты окислами, препятствующими лужению. Справиться с ними поможет та же таблетка аспирина. Нужно расплести проводник, положить его на аспирин и прогреть несколько секунд паяльником, двигая проводником взад-вперед - и проблема облуживания исчезнет. Для лужения алюминиевого провода потребуется специальный флюс.

Если при лужении проводов на них образовался избыток припоя, убрать его можно, расположив провод вертикально концом вниз и прижав к его концу нагретый паяльник. Лишний припой стечет с провода на паяльник.

Лужение поверхности металла может понадобиться для защиты его от коррозии или для последующей припайки к нему другой детали. Даже если лудится совсем новый лист, который внешне выглядит чистым, на его поверхности всегда могут находиться посторонние вещества - консервирующая смазка, различные загрязнения. Если же лудится лист, покрытый ржавчиной, то он тем более нуждается в очистке. Поэтому лужение всегда начинается с тщательной очистки поверхности. Ржавчина зачищается наждачной шкуркой или металлической щеткой, жиры и масла убираются бензином, ацетоном или иным растворителем.

Затем кистью или другим инструментом, соответствующем флюсу, на поверхность листа, наносится флюс.

Паяльник с относительно большой плоской поверхностью жала разогревается до необходимой температуры и на поверхность детали наносится припой. Желательно чтобы мощность паяльника была около 100 Вт или выше.

Затем паяльник прикладывает к припою на детали наибольшей плоскостью и держится в таком положении. Время нагрева детали зависит от ее размеров, мощности паяльника и площади контакта. О достижении необходимой температуры свидетельствует вскипание флюса, плавление припоя и растекание его по поверхности. Постепенно припой распределяется по поверхности.

После лужения поверхность металла очищается от остатков флюса спиртом, ацетоном, бензином, мыльной водой (в зависимости от химического состава флюса).

Если припой не растекается по поверхности металла, то это может быть из-за плохой очистки поверхности перед лужением, плохого прогрева металла (по причине недостаточной мощности паяльника, маленькой площади контакта, недостаточного времени прогрева металла детали), грязного наконечника паяльника. Ещё причиной может быть неправильный выбор флюса или припоя.

Лужение может осуществляться путем нанесения (слива) припоя с паяльника и распределением его жалом по поверхности, или подачей припоя непосредственно на площадку - припой плавится от прикосновения к разогретому металлу детали.

При всевозможных жестяных работах возникает необходимость в пайке листового металла внакладку. Спаивать листовые детали наложением друг на друга можно двумя способами, - предварительно

облудив их, или используя паяльную пасту, содержащую припой и флюс.

В первом случае перекрывающиеся зоны деталей после механической зачистки и обезжиривания предварительно лудят. Затем части соединения прикладываются друг к другу облуженными поверхностями, фиксируются зажимными устройствами и прогреваются с помощью паяльника с разных сторон до температуры плавления припоя. Свидетельством удачной пайки является вытекание расплавленного припоя из зазора.

При втором способе, после подготовки деталей, контактная зона одной из детали покрывается паяльной пастой. Затем детали фиксируют в нужном положении, стягивают зажимами и, как и в первом случае, прогревают шов паяльником с двух сторон.

Типичные дефекты при паянии, причины их появления и способы предупреждения представлены в таблице 5.4

Таблица 5.4 Способы устранения дефектов при паянии

ДЕФЕКТ	ПРИЧИНА	СПОСОБ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ
1	2	3
Не пропаянный шов.	Плохая зачистка места спая. Паяние производилось недостаточно нагретым паяльником.	Вновь зачистить непропаянное место и пропаять заново, соблюдая все правила.
«Корявый» шов.	Паяние производилось недостаточно нагретым паяльником.	Прогреть паяльник до достаточной температуры и пропаять весь шов.
Наплывы припоя.	Использовано слишком обильное количество припоя.	При паянии методом введения прутка легкоплавкого припоя в место спая продвигать пруток вместе с паяльником с такой скоростью, чтобы расплавленный припой равномерно, но не чрезмерно заполнял зазор в месте спая. При пайке тугоплавким припоем убирать прутки при заполнении шва в месте спая расплавленным припоем. Зачистить место спая напильником.

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3
Излом в месте спая.	Непропай шва.	Перепаять заново.
Негерметичность спаянного сосуда	Непропай шва.	Зачистить место течи и пропаять его заново.
Припой не смачивает поверхность паяемого металла.	Недостаточная активность флюса. Наличие на поверхности оксидной пленки, жировых или других загрязнений.	Увеличить количество флюса или добавить в него фтористые соли. Улучшить очистку поверхности.
Припой при хорошей смачиваемости шва не затекает в зазор.	Слишком маленький зазор.	Подобрать оптимальный размер зазора.
Трещины в шве.	Значительная разница в коэффициентах теплового расширения припоя и материала соединяемых частей.	Подобрать припой, соответствующий материалу спаиваемых заготовок.
Смещения и перекосы в паяных соединениях.	Некачественная фиксация взаимного положения заготовок перед пайкой.	Исключить смещение соединяемых заготовок при кристаллизации (застывании) припоя.

5.3 Соединение, ответвление и оконцевание проводов и кабелей

В соответствии с требованиями ГОСТ 10434-82 электрическое сопротивление смонтированного соединения (кроме штыревого) должно быть не выше сопротивления целого участка соединяемого проводника такой же длины, что и контактное соединение.

Согласно ПУЭ к качеству соединения, ответвления и оконцевания предъявляются следующие требования:

1) Соединение, ответвление и оконцевание жил проводов и кабелей должны производиться при помощи опрессовки, сварки, пайки или сжимов (винтовых, болтовых и т. п.).

2) В местах соединения, ответвления и присоединения жил проводов или кабелей должен быть предусмотрен запас провода (кабеля), обеспечивающий возможность повторного соединения ответвления или присоединения.

3) Места соединения и ответвления проводов и кабелей должны быть доступны для осмотра и ремонта.

4) В местах соединения и ответвления провода и кабели не должны испытывать механических усилий тяжения.

5) Места соединения и ответвления жил проводов и кабелей, а также соединительные и ответвительные сжимы и т. п. должны иметь изоляцию, равноценную изоляции жил целых мест этих проводов и кабелей.

6) Соединение и ответвление проводов и кабелей, за исключением проводов, проложенных на изолирующих опорах, должны выполняться в соединительных и ответвительных коробках, в изоляционных корпусах соединительных и ответвительных сжимов, в специальных нишах строительных конструкций, внутри корпусов электроустановочных изделий, аппаратов и машин. При прокладке на изолирующих опорах соединение или ответвление проводов следует выполнять непосредственно у изолятора, клицы или на них, а также на ролике [8].

5.1.1 Соединение и ответвление проводов и кабелей

Рассмотрим некоторые способы соединения жил проводов и кабелей.

1) *Опрессовка.* Основные этапы работ по опрессовке следующие. В зависимости от сечения и материала жил провода или кабеля выбирают нужный тип гильзы (полая медная или алюминиевая трубка, в зависимости от соединяемого материала проводов). Подбирается инструмент для выполнения опрессовки. С жил снимается изоляция на длину определяемую типом гильзы. Концы жил зачищаются до металлического блеска и сразу же смазываются кварце-вазелиновой пастой (зачистка и смазка гильз выполняются в случае, если это не было выполнено на заводе-изготовителе). В гильзу с обеих сторон вставляются соединяемые жилы, после чего она обжимается, затем изолируют место соединения изолентой.



Рисунок 5.20 Опрессовка жил: а - медные гильзы;
б – обжимные клещи

2) *Зажимы*. Широко применяются в настоящее время для выполнения соединения жил проводов и кабелей электропроводки. Это связано с простотой выполнения операций и отсутствием необходимости в специальном монтажном инструменте. Для выполнения соединения жил данным способом требуется снять с них изоляцию, на длину определяемую типом зажима, и закрепить жилы в зажиме. Различают клеммные зажимы, зажимы бугельного типа, прокалывающего типа и пружинные зажимы.

Клеммный зажим — электроустановочное изделие, предназначенное для соединения проводов. Представляет собой пару (или больше) металлических контактов с узлами крепления к ним проводов в диэлектрическом корпусе.

Клеммные зажимы бывают различной конструкции, здесь мы рассмотрим применение клеммных зажимов винтового типа для соединения проводов электропроводки (рисунок 5.21).

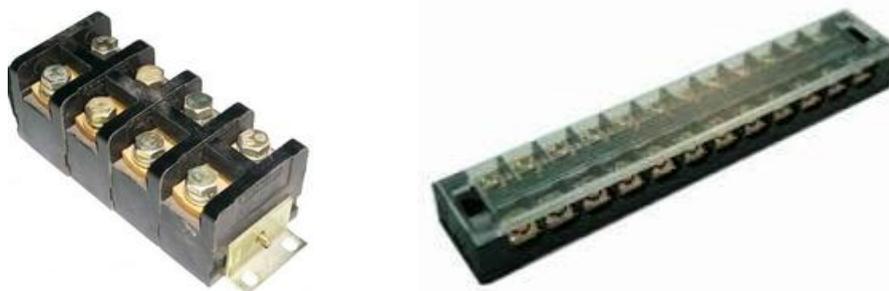


Рисунок 5.21 Клеммные колодки винтового типа

В настоящее время в быту широко применяются клеммные колодки, показанные на фото ниже. Они состоят из латунной гильзы с

двумя болтами помещенных в пластмассовый (полиэтиленовый, полиамидный или полипропиленовый) корпус (рисунок 5.22).



Рисунок 5.22 Клеммная колодка LTA12-6.0 и латунная гильза с гальваническим покрытием, входящая в ее конструкцию

Колодки данного типа предназначены для соединения проводов сечением, как правило, от $0,5 \text{ мм}^2$ до 35 мм^2 .

Технология соединения проводов очень проста:

- 1) Отрезают от колодки требуемое для выполнения соединения проводов количество клемм.
- 2) Зачищают изоляцию провода на длину примерно от 5 до 12 мм в зависимости от типа клеммной колодки.
- 3) Вставляют концы соединяемых проводов в клеммный зажим и затягивают винты.

Достоинства соединения проводов с помощью клеммных колодок:

- 1) Низкая стоимость изделия.
- 2) Соединение проводов с помощью зажимов данного типа не требует применения специального инструмента (паяльник, сварочный аппарат, пресс-клещи).
- 3) Монтаж проводов выполняется быстро и просто.
- 4) Клеммные зажимы болтового типа можно использовать многократно.

К недостаткам можно отнести следующие моменты:

- 1) Не рекомендуется соединять алюминиевые провода вследствие текучести данного металла. Если Вы все же используете зажимы данного типа для соединения алюминиевых проводов, то необходимо периодически проверять и в случае необходимости подтягивать болтовые соединения, чтобы исключить увеличение переходного сопротивления контакта и, как следствие, недопустимый нагрев клеммного зажима.

- 2) Не рекомендуется соединять многожильные провода, если винтовой зажим не имеет прижимной пластины. Если Вы все же ис-

пользуете винтовые зажимы для соединения многожильных проводов, то рекомендуется пропаять концы соединяемых проводов или выполнить их оконцевание.

3) Не очень высокая надежность соединения по указанным выше причинам, а так же из-за сравнительно высокого переходного сопротивления.

Бугельный зажим. Отличается от обычных клеммных зажимов тем, что на прижимной планке имеются насечки, которые рассекают оксидный слой на жиле провода увеличивая площадь контакта и качество соединения. Кроме того, конструкция корпуса данного зажима препятствует самопроизвольному развинчиванию прижимного винта (рисунок 5.23).

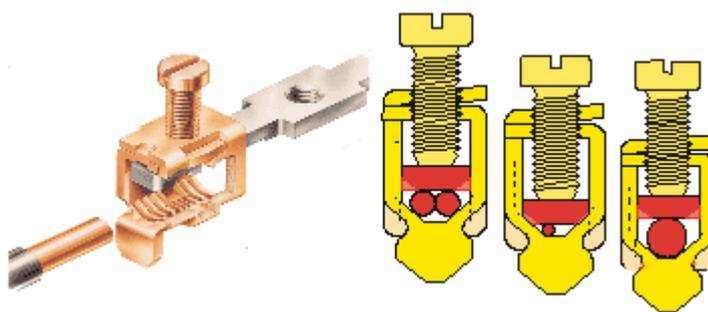


Рисунок 5.23 Бугельный зажим

Прокалывающий зажим. Особенность зажима в том, что при соединении проводов с последних не требуется снимать изоляцию. Зажим состоит из пластмассового корпуса 1 и Ш-образной контактной пластины 2, которая после монтажа зажима раздвигает изоляцию провода и обеспечивает электрический контакт между соединяемыми проводами (рисунок 5.24).

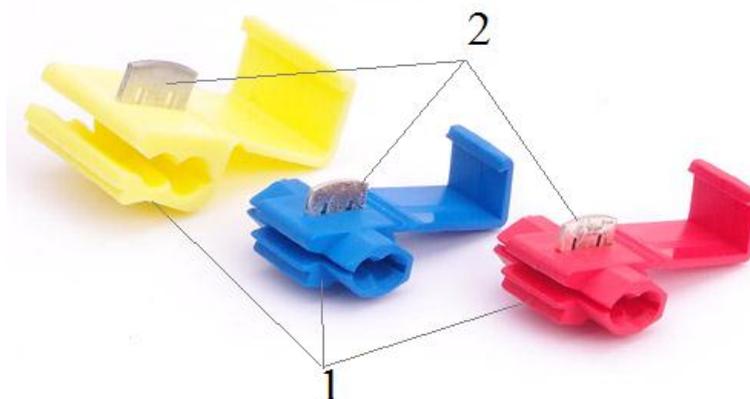


Рисунок 5.24 Прокалывающий зажим: 1 – пластиковый корпус; 2 – Ш – образная контактная пластина

После монтажа, за счет специальной формы контактной пластины зажима, изоляция раздвигается, а не разрезается, проволоки жилы сжимаются, а не режутся.

Технология выполнения ответвления изображена на рисунке 5.25 и состоит из следующих этапов:

1) Устанавливают в зажим конец провода ответвления (рисунок 5.25, а).

2) Устанавливают в зажим магистральный провод (рисунок 5.25, б).

3) Пассатижами утапливают Ш-образную контактную пластину в корпус зажима (рисунок 5.25, в).

4) Закрывают контактную пластину крышкой зажима (рисунок 5.25, г).

Соединение проводов при помощи прокалывающих зажимов производится аналогично.

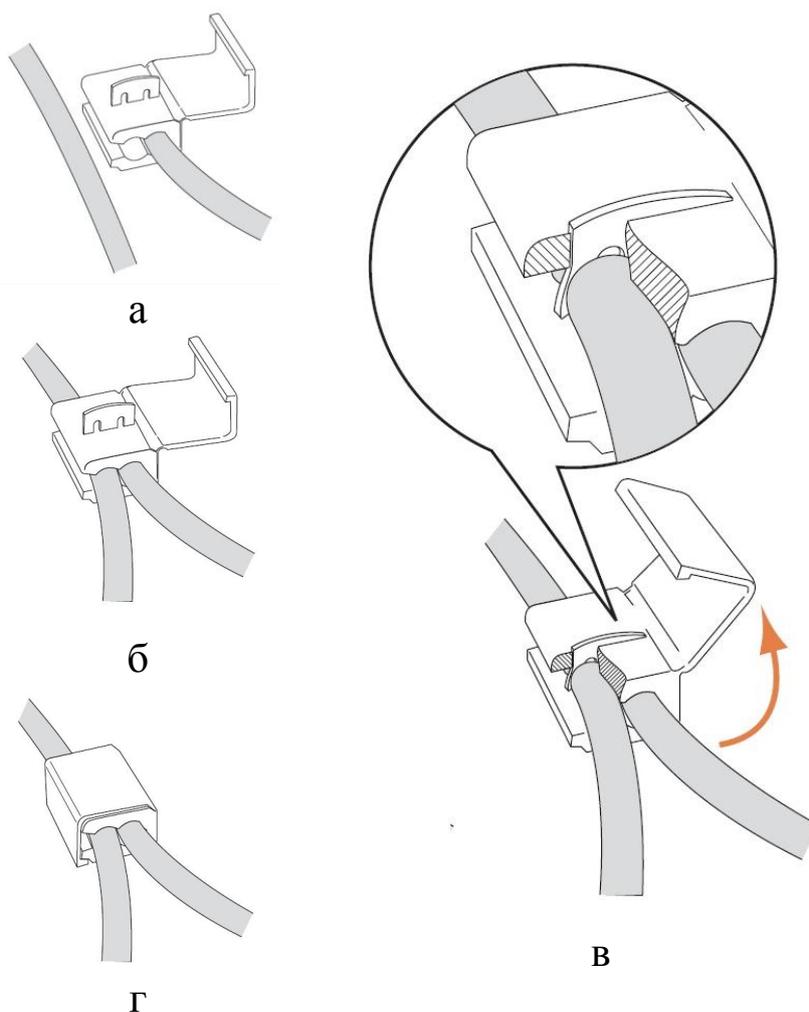


Рисунок 5.25 Технология выполнения ответвлений проводом

Преимущество использования зажимов данного типа следующие:

1) Если сравнивать с пайкой, то применение прокалывающих зажимов не требует использования паяльника, припоя, инструмента для снятия изоляции проводов или жил кабеля, не нужно изолировать место соединения.

2) Если сравнивать со сваркой, то нет необходимости в сварочных аппаратах, опять-таки, не надо удалять изоляцию проводов и изолировать место соединения.

3) Примерно такие же преимущества имеет применение данных зажимов в сравнении с методом опрессовки в гильзах.

В сравнении с зажимами болтового или пружинного типа можно отметить, что монтаж прокалывающего зажима осуществляется быстрее, так как не требует снятия изоляции.

Таким образом, основное преимущество применения зажимов прокалывающего типа высокая скорость и простота выполнения соединения и ответвления проводов и жил кабелей.

К недостаткам можно отнести малую площадь контакта в месте соединения и как следствие большое переходное сопротивление. При не правильном выборе зажима провод может или выпадать из него или переламываться в месте прокола изоляции.

Пружинный зажим (рисунок 5.26), является наиболее простым способом соединения проводов. Требуется только зачистить жилу от изоляции и вставить в зажим, где она надежно фиксируется с помощью специального пружинного механизма.



Рисунок 5.26 Пружинный зажим

Одно из достоинств данных зажимов – возможность соединения проводов разного диаметра, как медных, так и алюминиевых, они не контактируют между собой, что исключает электрокоррозию. Кроме того, гель, заполняющий внутренний объем, разрушает оксидную пленку на алюминии и защищает его от коррозии.

3) *Пайка*. В настоящее время применяется редко, так как данная операция требует достаточно много времени, специального инструмента (газовой горелки или паяльника, источника его питания и материалов), припой, флюс, а так же изоляции места соединения. Кроме того, не рекомендуется использовать пайку для соединения, которое будет испытывать механическое воздействие. Пайку применяют для соединения алюминиевых жил проводов и кабелей электропроводки вместо болтового соединения, так как алюминий имеет свойство «вытекать» из-под винтов, размягчаясь от небольшого нагрева контакта при протекании тока. При этом сила прижима существенно ослабевает, что еще больше повышает температуру.

При пайке медных токопроводящих жил используются бескислотные флюсы на основе органических соединений. Обычно применяют канифоль, стеарин, паяльную мазь (паяльный жир). Эти флюсы хорошо растворяют окислы меди и слабо реагируют с металлом. Поэтому после пайки остатки флюса удалять не обязательно. При пайке проводов с малой площадью сечения удобно пользоваться трубками припоя внешним диаметром примерно 3 мм, заполненными канифолью или спиртовым раствором канифоли, который при пайке наносят на нагретую поверхность металла. При монтаже электрических соединений запрещается применять кислотные флюсы на основе хлористого цинка, хлористого аммония (нашатыря) и др. неорганических соединений, активных к металлу.

Провода площадью сечения до 10 мм² паяют обычно с помощью паяльника, а при большей площади сечения – паяльной лампы или пропан - бутановой горелки с насадкой.

4) *Сварка*. Кроме описанных ранее способов соединения проводов достаточно широко применяется сварка. Сварное соединение предпочтительнее всех остальных – с его помощью проще всего получить достаточно надежный и качественный контакт. Поэтому срок безотказной работы электропроводки получается очень большим. Для соединения проводов можно использовать три вида сварки: контактную, газовую и термитную.

Контактную сварку проводов производят сварочным аппаратом (рисунок 5.27), как переменным, так и постоянным током при напряжении 12 ... 36В.



Рисунок 5.27 Сварочный аппарат ТС-700-2 для сварки скруток

Сварка состоит из нескольких технологических операций. Сначала с проводов следует снять оболочку и изоляцию, после чего выполнить скрутку. Полученную скрутку подрезать так, чтобы концы всех проводов были на одном уровне, а длина скрутки получилась бы не менее 50 мм. После этого на скрутку устанавливается медный теплоотводящий зажим, и подключается «масса» сварочного аппарата. После этих операций к концу скрутки подносят торец заряженного в держатель угольного электрода и производят сварку.

В результате на конце скрутки должен образоваться аккуратный шарик расплавленного металла, после чего сварку следует прекратить. Чтобы не расплавить изоляцию проводов время сварки каждой скрутки не должно превышать 1...2 сек. После того, как сваренные скрутки остынут, их следует заизолировать.

Для выполнения ответвления применяются такие же способы, как и для соединения жил проводов и кабелей [8].

5.1.2 Оконцевание проводов и кабелей

Для присоединения жил кабелей к электротехническим устройствам наиболее часто их оконцовывают наконечниками, которые закрепляют на жилах как правило, опрессовкой.

Наконечники бывают самых различных видов – для многопроволочных и цельных, для алюминиевых и медных жил кабелей. Основные типы наконечников перечислены в таблице 5.5

Например, для медных многопроволочных жил выпускаются наконечники из цельнотянутой медной трубы, сплюсненной и просверленной под болт с одной стороны

Таблица 5.5 Наиболее распространенные типы наконечников

Тип	Характеристика
ТМ	Изготовлен из меди и не имеет покрытия
ТМЛ	Произведен из меди, проходит электролитическое лужение
ТМЛ (о)	Аналогичен вышеперечисленному варианту, но дополнительно имеет отверстие для визуального определения положения жил
ТАМ	Изготовлен из меди и алюминия
ТА	Изготовлен из алюминия
ПМ	Произведен из меди, предназначен для пайки
НШП	Предназначается для подключения выключателей-автоматов с помощью обжатого штыря
НБ	Процесс опрессовки производится благодаря затягиванию болта

Такой наконечник бывает двух модификаций (рисунок 5.28): без покрытия (ТМ) и электролитически луженый (ТМЛ). Маркировка этих наконечников следующая: ТМ(ТМЛ)-ХХ-УУ. Здесь ХХ – сечение провода под зажим, а УУ – диаметр отверстия наконечника под монтажный болт. Эти же обозначения размеров применяются, кстати, и для наконечников других марок.



Рисунок 5.28 Наконечники: а – типа ТМ; б – типа ТМЛ

Крепятся наконечники ТМ и ТМЛ опрессовкой, но это не означает, что их можно сплющить молотком или зажать пассатижами. Применять следует специальные опрессовочные клещи, имеющие

гидравлический или ручной привод. Клещи могут опрессовывать наконечник в одной точке по его центру, а могут – в двух по краям. Количество обжимов должно быть не менее двух – для надежной фиксации провода и хорошего электрического контакта.

Перед монтажом наконечников опрессовкой провод или жила должны быть зачищены от изоляции и окисла до блестящего металла.

Применяются медные наконечники под опрессовку достаточно часто - для подключения кабельных стояков во вводно-распределительном устройстве подъезда, для заземления металлических распределительных щитов, для подключения электрических плит и т.д.

Опрессовывать ими можно медные жилы сечением от 2,5 до 240 кв. мм. При этом луженые наконечники ТМЛ применяются преимущественно в особо ответственных электрических соединениях, где требуется повышенная антикоррозионная стойкость [14].

Другая, менее распространенная группа кабельных наконечников – это наконечники под опрессовку с контрольным окном (рисунок 5.29) – ТМЛ(о). Это, как видно из маркировки, те же наконечники из медной цельнотянутой трубы, но особенность их – в контрольном окне, которое позволяет увидеть, встал ли провод на свое место.



Рисунок 5.29 Наконечник с контрольным окном ТМЛ(о)

Монтировать наконечники ТМЛ(о) можно и пайкой – заливая расплавленный припой в отверстие наконечника, предварительно вставив обработанный нейтральным флюсом зачищенный от изоляции провод. ТМЛ(о) - самые ответственные наконечники, их применяют только в промышленности.

Алюмомедные кабельные наконечники (рисунок 5.30) применяются для подключения алюминиевых жил к медным шинам вводных и вводно-распределительных устройств и имеют маркировку ТАМ.



Рисунок 5.30 Алюмомедные наконечники марки ТАМ

Хвостовик данного наконечника алюминиевый, а сам он медный и эти две части соединены благодаря фрикционной диффузии безо всякого переходного сопротивления. Монтируются алюмомедные наконечники так же опрессовкой.

Чаще же всего жилы алюминиевых кабелей опрессовываются обыкновенными алюминиевыми наконечниками (марка ТА). Эти кабельные наконечники во всем похожи на наконечники ТМ, кроме своего материала, но минимальный размер их отверстия под провод составляет 16 кв. мм., в соответствии с современными требованиями ПУЭ.

Следует не забывать, что любая алюминиевая жила или провод оконцовываются только с применением специальной кварцевазелиновой смазки, устраняющей проблему образования вредной непроводящей пленки окисла на поверхности проводника.

Медные жилы и провода, например, в таких бытовых приборах, как стиральные машины, микроволновки и те же электроплиты, часто оконцовываются медными наконечниками под пайку (рисунок 5.31).



Рисунок 5.31 Медный наконечник под пайку типа ПМ

Эти наконечники изготавливаются из листового штампованного металла, форма которого предусматривает специальные «уши». «Уши» можно свести вместе и зафиксировать провод. Если эту конструкцию еще и пропаять, то переходное сопротивление исключается почти полностью.

Примером таких наконечников можно считать наконечники ПМ, «уши» которых сведены уже в заводском исполнении (рисунок 5.32, а). Поэтому их иногда крепят и обычной опрессовкой, без пайки. Еще одной разновидностью этих наконечников являются изолированные наконечники НКИ (рисунок 5.32, б), отличающиеся наличием изолирующей втулки.



Рисунок 5.32 Наконечники: а – типа ПМ; б – изолированные типа НКИ

Появлению штифтовых кабельных наконечников способствовала одна специфичная проблема. Дело в том, что современные распределительные устройства (щиты, такие как ЩРН и ЩРВ) имеют тенденцию к уменьшению габаритных размеров. То же самое можно сказать и о коммутационных аппаратах и аппаратах защиты и, прежде всего, об автоматических выключателях. Уменьшаются габариты – уменьшаются и размеры зажимных устройств. Поэтому традиционные наконечники под болт теряют свою актуальность, необходим аккуратный и компактный штифт. Поэтому штифтовые наконечники, например, НШП, применяются все чаще и чаще (рисунок 5.33, а).

Также широкое распространение получили наконечники НШВ и НШВИ (рисунок 5.33, б и в) которые используются для опрессовки многопроволочных проводов. Такие наконечники применяются для медных электрических проводов с сечением от 0,5 до 35 мм². Также для сохранения качественных показателей наконечника материал, из которого его изготавливают, подвергают гальваническому лужению. Основным преимуществом наконечника является то, что его установ-

ка может сэкономить не мало времени при соединении и обслуживании медных проводов, и подключении к электрическим аппаратам.



а

б

в

Рисунок 5.33 Наконечники штыревые: а – типа НШП;
б – типа НШВ; в – изолированные типа НШВИ

В промышленности для подключения силовых кабелей сечением от 25 до 240 кв. мм. в последнее время часто применяется еще один вид кабельных наконечников. Они называются «болтовые» или «механические» (рисунок 5.34). Их маркировка – НБ.



Рисунок 5.34 Наконечник болтовой типа НБ

Выполняются эти наконечники из алюминиевого сплава, стойкого к коррозии, а провод в них зажимается с помощью срывных болтов. Медные провода и жилы для монтажа в таких наконечниках обязательно нужно предварительно лудить. В комплекте с наконечниками НБ обычно идет термоусаживаемая трубка для обеспечения герметичности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный в данном учебном пособии материал содержит общие сведения об основных слесарных операциях с применением современных материалов и методах изготовления деталей машин, а также по применению электротехнических материалов, ручного и электрифицированного инструмента при выполнении слесарных работ. Пособие может быть полезно также при обучении рабочим профессиям в программах ДПО и при повышении квалификации по таким специальностям как монтажник металлоконструкций и оборудования по отраслям, электромонтажник, и другим, которым необходимы навыки проведения слесарных работ.

В пособии подробно рассмотрена каждая операция, приведены научно-технические принципы, даны необходимые теоретические обоснования, критерии, технические требования, описаны специальные инструменты, приспособления и материалы, используемые для конкретной операции, основные правила выполнения операций и их разновидностей, оценка качества выполненных работ, типичные дефекты, причины их появления и способы предупреждения. Кроме того, рассмотрены устройство, принцип действия и правила использования средств механизации операций и характерных видов работ.

Обобщение вышеописанных технологических операций и сведений в настоящем учебном пособии значительно упрощает информационный поиск и значительно облегчает задачу закрепления знаний и умений, используемых в профессиональной деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2, 3, 4) [Текст] : ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Введ. 1978 – 01 – 01. М.: Госстандарт СССР, 1978. – 11 с.
2. Микрометры. Технические условия (с Изменением N 1). [Текст] : ГОСТ 6507-90. Введ. 1991 – 01 – 01. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 11 с.
3. Пайка. Классификация способов. [Текст] : ГОСТ 17349-79. Введ. 1981 – 01 – 01. М.: Госстандарт СССР Издательство стандартов, 1985. – 3 с.
4. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний (с Поправкой) [Текст] : ГОСТ 12.4.026-2015 ССБТ. Введ. 2017 – 03 – 01. М.: Стандартиформ, 2016. – 77 с.
5. Штангенциркули. Технические условия (с Изменениями N 1, 2) [Текст] : ГОСТ 166-89. Введ. 1991 – 01 – 01. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 10 с.
6. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок [Электронный ресурс]. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 140 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=506877>
7. Правила устройства электроустановок: все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1.04.2010г. [Текст] - М. : Кнорус, 2010. - 488 с.
8. Акимова, Н. А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования [Текст] : учебное пособие : допущено М-вом образования РФ / Н. А. Акимова, Н. Ф. Котеленец , Н. И. Сентюрихин ; под общей ред. Н. Ф. Котеленца. - М. : Академия, 2012. - 300 с.
9. Занько, Н. Г. Безопасность жизнедеятельности [Текст] : учебник / Н. Г. Занько, К. Р., Малаян, О. Н. Русак - 14-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2012. - 671 с.
10. Лахтин, Ю. М. Материаловедении [Текст] : учебник для вузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. – М.: Альянс, 2009. – 528с.
11. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учебник / [В. Б. Арзамасов [и др.] ; под ред. В. Б. Арзамасова, А. А. Черепихина . - М. : Академия, 2007. – 447 с.

12. Покровский, Б.С. Слесарно-сборочные работы [Текст] : учебник / Б. С. Покровский. - 5-е изд., перераб. - М. : Академия, 2010. - 409 с.

13. Покровский, Б.С. Основы слесарного дела [Текст] : учебник для использования в учебном процессе образовательного образования / Б. С. Покровский. - 3-е изд., перераб. - М. : Академия, 2010. - 312 с.

14. Сибикин, Ю.Д. Технология электромонтажных работ [Текст] : учеб. пособие для учащихся нач. проф. образования / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. - , 2-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2002. - 301 с. : ил. - Библиогр.: с.298.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Эбингер Владимир Викторович
Осипов Ярослав Дмитриевич
Осипова Анастасия Викторовна

**ЭЛЕКТРОСЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ.
ОСНОВЫ ПЕРВИЧНЫХ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ**

Учебное пособие