

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра эксплуатации автомобилей

Составители
Н. А. Андреева, А. В. Кудреватых, А. Г. Шубина

УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА
по профессиональному модулю
«Техническое обслуживание и ремонт
автотранспортных средств»

Тема «Слесарная обработка»

Методические материалы

Рекомендовано в качестве методических материалов
цикловой методической комиссией специальности СПО
23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей,
систем и агрегатов автомобилей
в качестве электронного издания
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2021

Рецензенты:

Короткова Л. П. – кандидат технических наук, доцент кафедры металлорежущие станки и инструменты

Подгорный А. И. – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации автомобилей

Андреева Надежда Александровна

Кудреватых Андрей Валерьевич

Шубина Анна Геннадьевна

Учебная практика по профессиональному модулю «Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств». Тема «Слесарная обработка» : методические материалы для обучающихся специальности СПО 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей / сост. Н. А. Андреева, А. В. Кудреватых, А. Г. Шубина ; Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2021. – Текст : электронный.

В методических материалах приведены сведения, необходимые для выполнения работ при прохождении учебной практики (организация рабочего места слесаря; методы слесарной обработки; материалы, инструменты и оборудование, необходимые при выполнении слесарных операций в соответствии с учебным планом). Наличие методических материалов позволяет обучающимся подготовиться заранее к выполнению плановых работ при прохождении учебной практики.

© Кузбасский государственный
технический университет
имени Т. Ф. Горбачева, 2021

© Андреева Н. А., Кудреватых А. В.,
Шубина А. Г., составление, 2021

Содержание

1. Рабочее место слесаря.....	4
1.1 Организация рабочего места.....	5
1.2 Правила содержания рабочего места.....	7
2 Слесарный инструмент.....	8
3 Измерительный и проверочный инструмент.....	21
3.1 Универсальные измерительные и контрольные инструменты.....	23
3.2 Специальные измерительные и контрольные инструменты.....	31
4 Слесарные работы.....	34
5 Разметка.....	34
5.1 Рубка металлов.....	44
5.2 Резка металлов.....	48
5.3 Правка и гибка металлов.....	56
5.3.1 Правка.....	56
5.3.2 Гибка.....	62
5.4 Опиливание металлов.....	66
5.5 Сверление, зенкерование, зенкование, и развертывание отверстий.....	74
5.6 Нарезание резьбы.....	82
5.7 Шабрение.....	95
5.8 Шлифование.....	103
5.9 Полирование.....	115
5.10 Притирка.....	118
5.11 Клепальные работы.....	124
6 Требования безопасности труда при выполнении слесарных работ.....	136
6.1 Требования безопасности труда.....	136
6.2 Правила производственной санитарии.....	141
Список рекомендуемой литературы.....	142

1 Рабочее место слесаря

Для каждого слесаря базовым является овладение основными слесарными операциями, представляющими собой основу слесарного мастерства. К этим операциям относятся *разметка, рубка, правка, гибка, резка, опилование, сверление, зенкерование и развертывание отверстий, нарезание резьбы, шабрение, притирка и доводка*. Эти операции выполняются ручными и механизированными инструментами, которыми должен уметь пользоваться каждый слесарь.

Современный слесарь также должен владеть навыками выполнения несложных работ на металлорежущих станках (токарных, фрезерных, шлифовальных), что позволяет заменить утомительную ручную обработку заготовок механизированной, облегчить труд и повысить качество выполняемых работ.

Рабочее место слесаря – часть производственной площади цеха, участка или мастерской, которая закрепляется за определенным работником или работниками (в случае посменной работы) для выполнения определенного вида работ и должна быть оснащена оборудованием, приспособлениями, инструментами и материалами, необходимыми для их проведения.

Основным оборудованием рабочего места слесаря является, как правило, одноместный верстак. Конструкций верстаков множество. Общий вид некоторых из них показан на рис. 1.

Слесарный верстак должен быть прочным и устойчивым, а его высота соответствовать росту работающего.

Верстак состоит из стального каркаса, на котором установлена столешница, обычно изготовленная из дерева твердых пород и покрытая листовой сталью толщиной 1–2 мм. По периметру столешницу желательно окантовать бортиком, чтобы с нее не скатывались детали. Под столешницей расположены выдвижные ящики для хранения инструментов, мелких деталей и технической документации. Для обеспечения удобства работы на верстаке располагаются планшеты для режущих инструментов (чертилки, кернеры, зубила, напильники и т. д.) и инструментальная полка для измерительных инструментов.

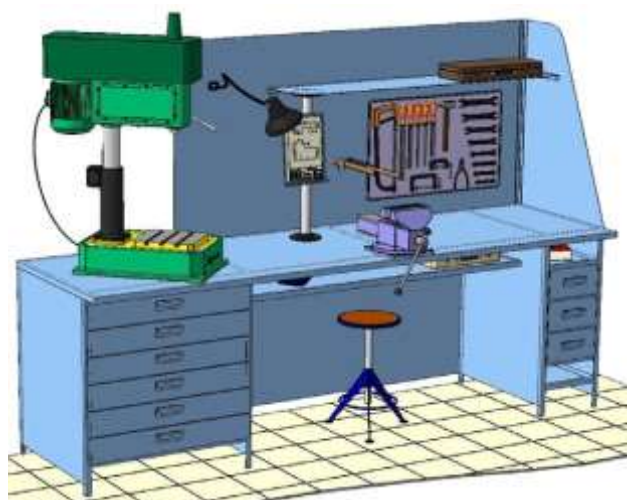


Рисунок 1 – Слесарные верстаки

1.1 Организация рабочего места

При размещении инструментов на верстаке необходимо учитывать частоту их использования в процессе работы и располагать инструменты таким образом, чтобы обеспечить удобный доступ к ним (рис. 2).



Рисунок 2 – Размещение инструмента на верстаке

К размещению заготовок, инструментов и материалов на рабочем месте предъявляют определенные требования:

- на рабочем месте должны находиться только те инструменты, материалы и заготовки, которые необходимы для выполнения данной работы;
- расположение инструментов и материалов должно соответствовать частоте их использования в процессе работы: то, что используется чаще, должно располагаться ближе (рис. 3, а, б). Эти зоны находятся справа и слева от работающего и обозначены дугой 1 в горизонтальной плоскости и дугой А в вертикальной плоскости. Радиус этих дуг приблизительно 350 мм. То, что используется реже, должно располагаться в зонах, обозначенных дугой 2 в горизонтальной плоскости и дугой В в вертикальной плоскости. Радиус этих дуг приблизительно 500 мм. То, что используется крайне редко, должно находиться в зонах, обозначенных дугой 3 в горизонтальной плоскости и дугой В в верти-

кальной плоскости. Их досягаемость обеспечивается только при наклонах корпуса работающего;

- для размещения инструментов и приспособлений на рабочем месте слесаря возможна установка стеллажей, удобные и неудобные зоны доступа которых показаны на рис. 3, в.

1.2 Правила содержания рабочего места

В связи с тем, что рациональная организация рабочего места и правильное размещение инструментов и материалов в процессе работы играют существенную роль в обеспечении ее качества, необходимо соблюдать следующие правила.

До начала работы:

- проверить исправность верстака, тисков, приспособлений, индивидуального освещения и механизмов, используемых в работе;
- ознакомиться с инструкцией или технологической картой, чертежом и техническими требованиями к предстоящей работе;
- отрегулировать высоту тисков по своему росту;
- проверить наличие и состояние инструментов, материалов и заготовок, используемых в работе;
- разместить на верстаке инструменты, заготовки, материалы и приспособления, необходимые для работы.

Во время работы:

- иметь на верстаке только те инструменты и приспособления, которые необходимы для выполнения заданной работы (все остальное должно находиться в ящиках верстака);
- возвращать использованный инструмент на исходное место;
- постоянно поддерживать чистоту и порядок на рабочем месте.

По окончании работы:

- очистить инструмент от стружки, протереть, уложить в футляры и убрать в ящики верстака;
- очистить от стружки и грязи столешницу верстака и тиски;

- убрать с верстака неиспользованные материалы и заготовки, а также обработанные детали;
- выключить индивидуальное освещение.

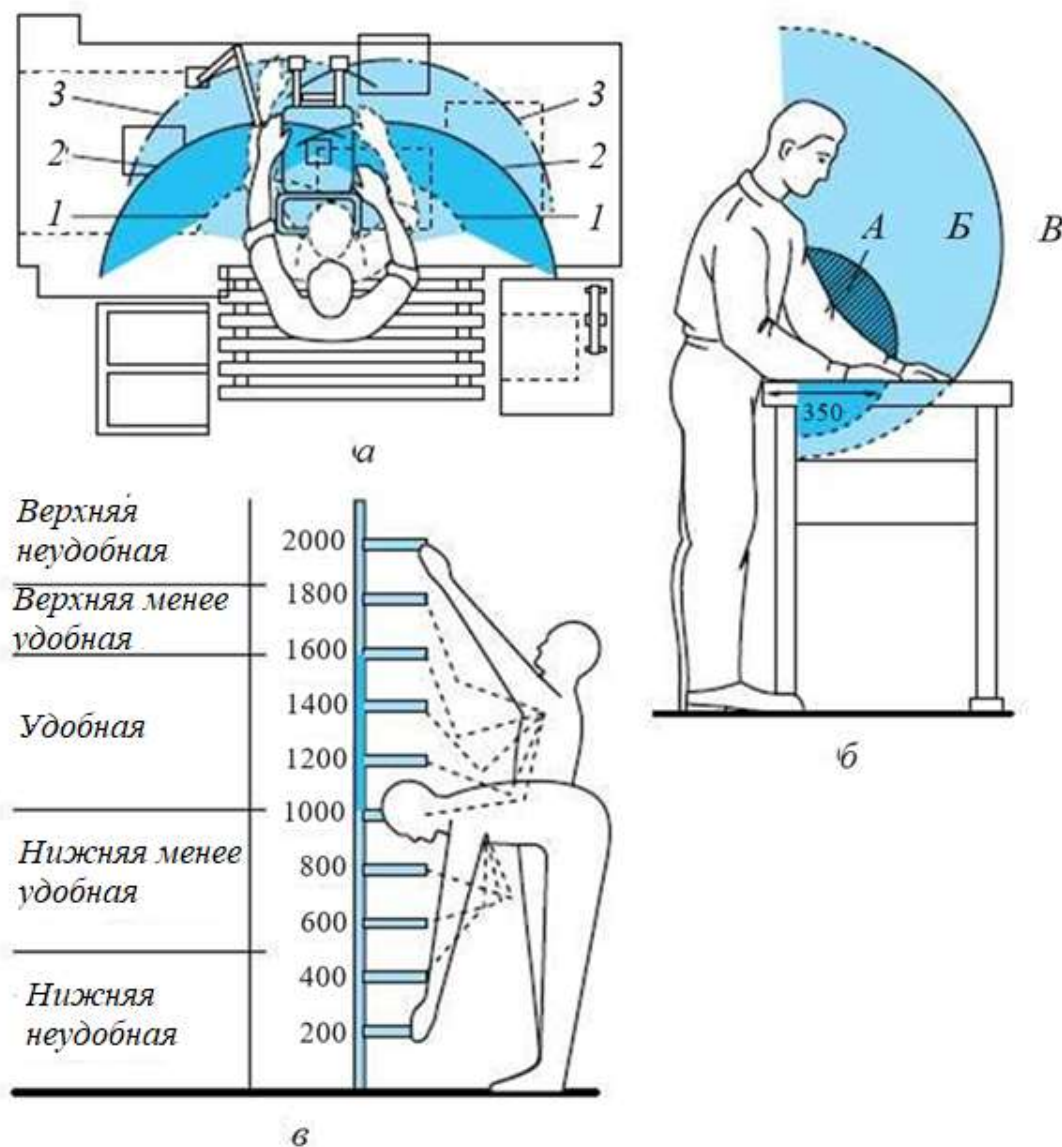


Рисунок 3 – Расположение удобных и неудобных зон на рабочем месте (размеры даны в миллиметрах): а, б – на верстаке; в – по высоте

2 Слесарный инструмент

При выполнении слесарных работ пользуются разнообразными инструментами и приспособлениями.

На верстаке устанавливают слесарные тиски.

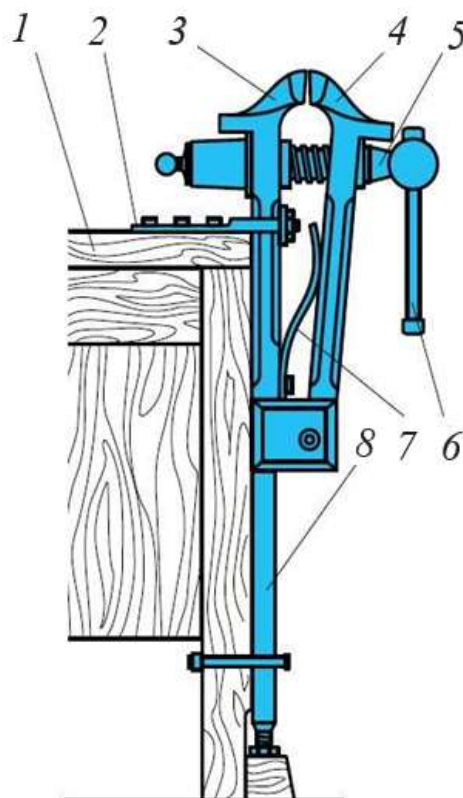
Слесарные тиски представляют собой зажимные приспособления для удержания обрабатываемой детали в нужном по-

ложении. В зависимости от характера работы применяют *стуловые, параллельные и ручные тиски*.

Стуловые тиски (рис. 4) предназначены для выполнения тяжелых работ, связанных с большими ударными нагрузками (например, рубка, клепка, гибка металла), и имеют весьма ограниченную область применения. Стуловые тиски закрепляют на верстаке 1 планкой крепления 2, которая обеспечивает плотное прижатие к верстаку стержня 8, изготовленного как единое целое с неподвижной губкой 3 тисков. Закрепление заготовки осуществляется между неподвижной 3 и подвижной 4 губками. Подвижная губка совершает колебательное движение относительно оси, установленной в кронштейне, закрепленном на стержне 8. Сведение губок осуществляется зажимным винтом 5, приводимым в движение рукояткой 6. Разведение губок после окончания обработки и освобождение обработанной детали осуществляется за счет пружины 7 при отпущенном зажимном винте.



а



б

Рисунок 4 – Стуловые тиски:

а – общий вид; б – схематическое изображение

Параллельные поворотные тиски (рис. 5) для слесарных работ применяют наиболее часто. Параллельными их называют потому, что при перемещении подвижная губка 4 во всех положениях остается параллельной неподвижной губке 3. Тиски состоят из плиты основания 1 и поворотной части 2. Перемещение подвижной губки 4 обеспечивается винтовой парой (ходовой винт 7 и гайка ходового винта 5), а параллельность этого перемещения – направляющей призмой 6. Для поворота верхней части тисков относительно плиты основания 1 необходимо ослабить при помощи рукоятки 11 болты 10, тогда при повороте верхней части тисков вокруг оси 9 гайка 12 с болтом 10 будут свободно перемещаться в круговом Т-образном пазу 8. Верхняя часть тисков после установки в нужном положении закрепляется рукояткой 11.

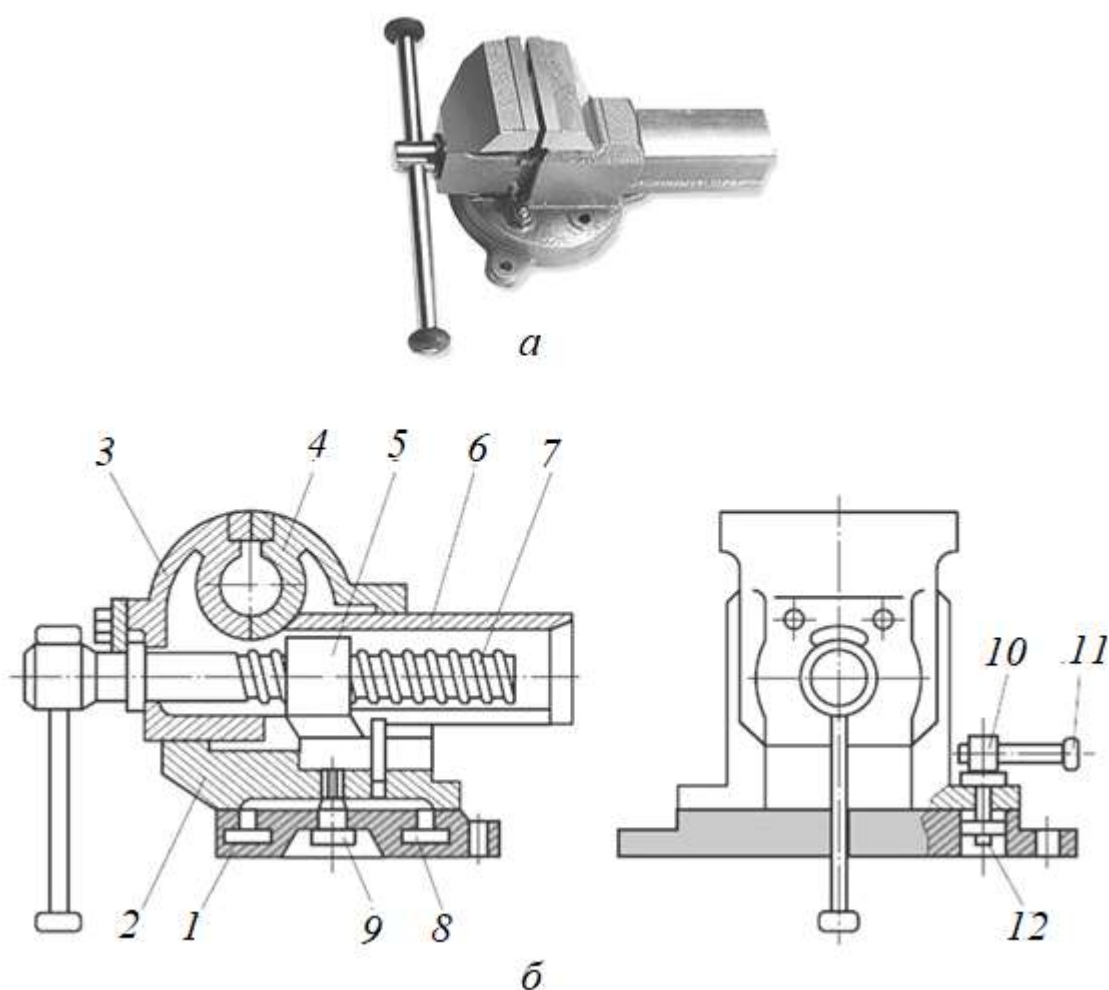


Рисунок 5 – Параллельные поворотные тиски:
а – общий вид; б – схематическое изображение

При выполнении слесарных работ находят применение и **неповоротные параллельные тиски** (рис. 6). Их устройство аналогично поворотным тискам за исключением возможности поворота вокруг своей оси.

Для зажима мелких деталей используют **ручные тиски**. Они выпускаются различных размеров и конфигураций (рис. 7).

Иногда на верстаках устанавливают небольшие **точильные** (рис. 8) и **вертикально-сверлильные** (рис. 9) станки различной конструкции.



Рисунок 6 – Общий неповоротных параллельных тисков



Рисунок 7 – Ручные тиски



Рисунок 8 – Общий вид точильного станка



Рисунок 9 – Общий вид вертикально-сверлильного станка

Рабочий инструмент слесаря подразделяется на ручной и механизированный.

Типовой набор **ручного инструмента**:

а) режущие инструменты – зубила, *крейцмейсель*, набор напильников, ножовка, ножницы по металлу, шаберы, спиральные сверла, зенкеры, цилиндрические и конические развертки, круглые плашки, метчики, абразивные бруски и др. (рис. 10);

б) вспомогательные инструменты – слесарный и рихтовальный молотки, кернер, чертилка, разметочный циркуль, плашкодержатель, вороток для метчиков и т. п. (рис. 11);

в) слесарно-сборочные инструменты – отвертки, гаечные ключи, бородок, плоскогубцы и др. (рис. 12).



Рисунок 10 – Режущие инструменты:

*а – зубило; б – крейцмейсель; в – напильники; г – ножовка; д – шабер;
е – спиральные сверла; ж – развертка; з – плашка; и – метчик;
к – абразивный брусок; л – ножницы по металлу; м – зенкер*

Рассмотрим назначение наиболее широко применяемых ручных слесарных инструментов.



Рисунок 11 – Вспомогательные инструменты:
*а – слесарный молоток; б – рихтовальный молоток; в – кернер;
 г – чертилка; д – разметочный циркуль; е – плашкодержатель;
 ж – вороток для метчиков*



Рисунок 12 – Слесарно-сборочные инструменты:
а – отвертки; б – гаечные ключи; в – плоскогубцы; г – бородак

Зубило (рис. 10, а) применяется для разрубания на части металла различного профиля, удаления припусков с поверхности заготовки, срубания приливов и литников на литых заготовках, головок заклепок при ремонте заклепочных соединений. Зубило служит также для рубки или снятия слоя металла, когда не требуется точность обработки. Им можно производить разрезание, обрезание и вырезание материала. Зубило состоит из трех частей – рабочей, средней и ударной. Рабочая часть зубила имеет форму клина, углы заточки которого выбираются в зависимости от обрабатываемого материала. Средней части придается овальное или многогранное сечение без острых ребер на боковых гранях, чтобы не поранить руки. Головке (ударной части) зубила придается форма усеченного конуса. Материалом для изготовления зубил служит углеродистая сталь марок У7А и У8А. Рабочая часть зубила закаливается на длине 15–30 мм, а ударная – на длине 10–20 мм.

Крейцмейсель – инструмент, однотипный с зубилом, но с более узкой режущей кромкой (рис. 10, б). Он применяется для вырубания узких канавок и пазов. Изготавливают крейцмейсели из углеродистой стали марок У7А, У8А и закалывают, как зубило.

Напильники представляют собой режущий инструмент в виде стальных закаленных брусков различного профиля с насечкой на их поверхности параллельных зубьев под определенным углом к оси инструмента (рис. 10, в). Материалом для изготовления напильников служит углеродистая инструментальная сталь марок У13 и У13А, а также хромистая шарикоподшипниковая сталь ШХ15.

Напильники имеют различные формы поперечного сечения: плоскую, квадратную, трехгранную, круглую и пр. В зависимости от характера выполняемой работы применяют напильники разной длины, с различным числом насечек.

Существуют три типа ручных напильников: обыкновенные, надфили и рашпили.

Обыкновенные напильники изготавливают из углеродистой инструментальной стали марок У13 и У13А. По числу насечек на 1 см длины они подразделяются на шесть номеров. Напильники с насечкой № 0 и № 1 (драчевые) имеют наиболее крупные зубья и служат для грубого (чернового) опилования с погрешно-

стью 0,5–0,2 мм. Напильники с насечкой № 2 и № 3 (личные) служат для чистового опилования деталей с погрешностью 0,15–0,02 мм. Напильники с насечкой № 4 и № 5 (бархатные) применяются для окончательной точной отделки изделий. Погрешность при обработке – 0,01–0,005 мм. По длине напильники могут изготавливаться от 100 до 400 мм.

Надфили – те же напильники, но меньших размеров и с насечкой только на половину или три четверти своей длины. Гладкая часть надфиля служит рукояткой. Для изготовления надфилей используют стали марок У12 и У12А. Они применяются для обработки малых поверхностей и доводки деталей небольших размеров. Надфили изготавливают пяти номеров. Каждому номеру соответствует определенное число насечек на 1 см длины – от 20 до 112.

Рашипили отличаются от напильников и надфилей конструкцией насечки. Они применяются для грубой обработки мягких металлов – цинка, свинца и других, а также для опилования дерева, кости, рога.

Ножовка ручная (рис. 10, з) обычно применяется для разрезания металла, а также для прорезания пазов, шлицев в головках винтов, обрезки заготовок по контуру и т. п. Ножовочные станки бывают цельными и раздвижными. Последние имеют то преимущество, что в них можно крепить ножовочные полотна различной длины.

Шаберы (рис. 10, д) представляют собой стальные полосы или стержни определенной длины с тщательно заточенными рабочими гранями (концами). Служат для точной обработки поверхностей металлических изделий, обработки кромок, нанесения рисунков и надписей в гравировальном и литографском деле. По конструкции шаберы разделяются на цельные и составные; по форме рабочей части – на плоские, трехгранные и фасонные, а по числу режущих граней – на односторонние, имеющие обычно деревянные рукоятки, и двусторонние без рукояток. Кроме цельных шаберов, в последнее время применяют и сменные, состоящие из держалки и вставных пластин. Режущими лезвиями таких шаберов могут служить пластинки инструментальной стали, твердого сплава и отходы быстрорежущей стали.

Они изготавливаются из инструментальной углеродистой стали марок У10А и У12А с последующей закалкой.

Спиральные сверла (рис. 10, е) служат для формирования отверстий различного диаметра и состоят из рабочей части, хвостовика и шейки. Рабочая часть сверла в свою очередь состоит из цилиндрической (направляющей) и режущей частей. На направляющей части расположены две винтовые канавки, по которым отводится стружка в процессе резания. Режущая часть сверла образуется двумя режущими кромками, расположенными под определенным углом друг к другу. Этот угол называют углом при вершине. Его величина зависит от свойств обрабатываемого материала. Для стали и чугуна средней твердости он составляет 116–118°. Хвостовик предназначен для закрепления сверла в сверлильном патроне или шпинделе станка и может быть цилиндрической или конической формы. Конический хвостовик имеет на конце лапку, которая служит упором при выталкивании сверла из гнезда. Шейка сверла, соединяющая рабочую часть с хвостовиком, служит для выхода абразивного круга в процессе шлифования сверла при его изготовлении. На шейке обычно обозначают марку сверла. Изготавливаются сверла преимущественно из быстрорежущей стали марок Р9, Р18, Р6М5 и др. Все шире применяются металлокерамические твердые сплавы марок ВК6, ВК8 и Т15К6. Пластинками из твердых сплавов обычно оснащают только рабочую (режущую) часть сверла. В процессе работы режущая кромка сверла притупляется, поэтому сверла периодически затачивают.

Молотки слесарные являются самым распространенным ударным инструментом (рис. 11, а, б). Они служат для нанесения ударов при рубке, пробивании отверстий, клепке, правке и т. д. В слесарном деле применяются молотки двух типов – с круглыми и квадратными бойками. Молотки с круглым бойком применяют в тех случаях, когда требуется значительная сила или точность удара. Молотки с квадратным бойком выбирают для более простых работ. Молотки изготавливаются из сталей марок 40Х, У7, У8. Их рабочие части (боек и носок) подвергают закалке на длину не менее 15 мм с последующей зачисткой и полировкой. Масса молотков в зависимости от назначения варьирует в пределах 50, 100, 200 и 300 г – для выполнения инстру-

ментальных работ; 400, 500 и 600 г – для слесарных работ; 800 г, 1000 г – для ремонтных работ. Материалом для ручек молотков служат клен, граб, береза – породы деревьев, древесина которых отличается прочностью и упругостью. В сечении ручка должна быть овальной, а ее свободный конец делают в 1,5 раза толще, чем у отверстия молотка. Длина ручки зависит от массы молотка. Для молотков массой 50–200 г длина ручек берется 200–270 мм, для тяжелых – 350–400 мм. Конец ручки, на который насаживается молоток, расклинивается деревянным клином, смазанным столярным клеем, или же металлическим клином с насечкой.

Отвертки (рис. 12, а) применяются для завинчивания и отвинчивания винтов и шурупов, имеющих прорезь (шлиц) на головке. Отвертка состоит из трех частей: рабочей части, стержня и ручки. Выбирают отвертку по ширине рабочей части, которая зависит от размера шлица в головке шурупа или винта.

Ключи гаечные являются необходимым инструментом при сборке и разборке болтовых соединений (рис. 12, б). Головки ключей стандартизированы и имеют определенный размер, который указывается на рукоятке ключа. Размеры зева (захвата) делаются с таким расчетом, чтобы зазор между гранями гайки или головки болта и гранями зева был от 0,1 до 0,3 мм. Ключи гаечные разделяют на простые одноразмерные, универсальные (разводные) и ключи специального назначения. Простые одноразмерные ключи бывают плоские односторонние и плоские двусторонние; накладные глухие; для круглых гаек; торцовые изогнутые и прямые. Торцовые ключи прямые и изогнутые применяются в тех случаях, когда гайку невозможно закрутить обычным ключом. Простыми одноразмерными ключами можно закручивать гайки только одного размера и одной формы. Раздвижные (разводные) ключи могут применяться для отвинчивания или закручивания гаек различных размеров. Они имеют размеры зева от 19 до 50 мм при различных длинах рукояток. Специальные ключи носят название по роду применения (например, ключ под вентиль, ключ к гайке муфты и т. д.), а также для работы в труднодоступных местах.

Плоскогубцы (рис. 12, в) – это ручной инструмент, который чаще всего применяется для электромонтажных или слесар-

ных работ. Рабочая часть инструмента постепенно переходит в ручки, а в движение приводится с помощью шарнира. На губках, с внутренней стороны нанесены насечки, а форму они имеют пирамидальную. Чаще всего этот инструмент используется для скручивания, сгибания, удерживания или захвата. Чаще всего ручки плоскогубцев изолированы.

К плоскогубцам можно условно отнести.

Длинногубцы, узкогубцы и с изогнутыми губками предназначены для работы в труднодоступных местах.

Плоскогубцы с укороченными губками обеспечивают на концах губок большую силу сжатия, чем обычные плоскогубцы.

Утконосы, по большому счету, это аналог пинцета, с тем лишь отличием, что имеет большую силу сжатия.

Плоскогубцы с насадками используются для работы с деликатными материалами.

Пассатижи также с внутренней стороны оснащены насечками для более тугого захвата. Так же, как на плоскогубцах, есть внутри небольшое отверстие, оснащенной насечками, что позволяет захватывать и удерживать этим инструментом и цилиндрические детали. Чаще всего пассатижи оснащают бокорезами, которыми удобно резать проволоку и имеют шарнир, который позволяет регулировать ширину захвата.

Пассатижи с переставным шарниром, позволяют увеличивать или уменьшать область захвата.

Круглогубцы имеют круглое сечение сужающихся к концу губок (конусовидная форма губок). Они предназначены для фигурного сгибания проволоки, конусная форма губок позволяет делать изгиб с разным радиусом. Бывают круглогубцы с разным размером губок, и даже с изогнутыми. Губки могут быть как с насечками, да и без них.

Клещи – это инструмент с короткими губками, смыкающимися на небольшом протяжении плоскими или заостренными поверхностями и длинными ручками. Клещи предназначены для захвата детали, например столярными клещами выдергивают гвозди, а кузнечными держат раскаленный металл. Кроме столярных и кузнечных – бывают железнодорожные и сантехнические (трубные) клещи.

Кусачки могут иметь форму клещей и плоскогубцев, но с заостренной режущей рабочей поверхностью. Инструмент используется для перекусывания проводов, гвоздей, арматуры.

Бородок, или *пробойник* (рис. 12, з), применяется для пробивания отверстий в листовых или полосовых металлических или неметаллических материалах толщиной не более 4 мм, установки просверленных под заклепки отверстий одного против другого, выбивания забракованных заклепок, штифтов и др. Слесарные бородки изготавливают из стали марки У7А или У8А. Рабочая часть бородка закаливается на всю длину конуса. Рабочая часть пробойника может иметь круглую, прямоугольную, квадратную, овальную или другую форму. Пробойник для кожи и жести в рабочей части имеет слепое отверстие, которое соединяется с продольным боковым отверстием, проходящим через стенку нижней части пробойника. Через это отверстие удаляются отходы.

Назначение и устройство некоторых инструментов будет изложено при описании разнообразных слесарных работ.

Для различных специализаций слесарей выпускают комплекты инструментов (рис. 13), обеспечивающие удобство их использования, переноски и хранения.



Рисунок 13 – Наборы слесарных инструментов

Использование рассмотренного выше ручного инструмента связано с трудоемкой и малопродуктивной работой. Однако до настоящего времени еще многие слесари применяют только ручной инструмент. В то же время значительная доля слесарных

работ может быть механизирована путем использования различных стационарных и переносных машин, а также электрических и пневматических инструментов. Применение таких инструментов позволяет значительно повысить производительность труда. Так, завертывание болтов и гаек механизированным гайковертом производится в 4–10 раз быстрее, чем вручную обычным гаечным ключом; зачистка поверхностей с помощью переносных шлифовальных машинок осуществляется в 5–20 раз быстрее, а шабрение механизированным шабером в 2–3 раза быстрее, чем ручные операции шабрения.

Механизированные ручные инструменты можно разделить по видам операций, для выполнения которых они предназначены, на инструменты для рубки и разрезания металлов, опиливания, шлифования и зачистки деталей, обработки отверстий, нарезания резьбы, шабрения и притирки, для сборки резьбовых соединений и т. п.

В зависимости от типа привода различают инструменты электрифицированные, питаемые электрическим током, и пневматические, действующие от сжатого воздуха.

Механизированные ручные инструменты подразделяют также по характеру движения рабочего органа (шпинделя) на инструмент с вращательным и с возвратно-поступательным движением рабочего органа.

Среди механизированных инструментов электрического действия наибольшее применение находят электрогайковерты, электрошпильковерты, электродрели, шлифовальные и полировальные машины, электронапильники, резбонарезатели.

К инструментам пневматического действия относятся гайковерты, механические отвертки, молотки, сверлильные машинки и др.

3 Измерительный и проверочный инструмент

При обработке заготовок необходимо выдерживать определенные геометрические параметры поверхностей: размеры, форму и относительное расположение. Степень приближения истинного параметра к его теоретическому значению называют *точностью*.

Действительная поверхность детали после обработки может иметь различные *отклонения* от номинальной поверхности, определенной чертежом. К таким отклонениям относятся отклонения действительных (измеренных) размеров детали от номинальных, отклонения от геометрической формы отклонения во взаимном расположении поверхностей обработанной детали (отклонения от параллельности, перпендикулярности, заданных углов наклона одной поверхности относительно другой), Качество поверхности детали определяется волнистостью поверхности и ее шероховатостью.

Отклонения могут иметь разные числовые значения. Мерой точности того или иного параметра является *допускаемое отклонение* числового параметра от его номинального значения.

Размер детали, определенный измерительным инструментом, называют *действительным размером*. Деталь считается годной, если ее размер находится в интервале между наибольшим и наименьшим предельными размерами. Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами принято называть *допуском*. Размер допуска определяет точность изготовления детали. В соответствии с Единой системой допусков и посадок различают 19 квалитетов (степеней точности) изготовления деталей. Номер квалитета возрастает с увеличением допуска на размер. Таким образом, чем выше номер квалитета, тем меньшая точность требуется при обработке заготовок. Точность, которая требуется при слесарной обработке деталей и сборке большинства механических узлов, колеблется в пределах 0,1–0,005 мм.

Точность измерения – это та ошибка, которая неизбежна при использовании в качестве измерителя того или иного инструмента. Абсолютно точное измерение получить невозможно. Погрешность при измерении существует всегда. Слесарь же должен стремиться свести ее к минимуму. Самый простой способ уменьшения погрешности – провести измерение не один раз, а несколько, затем вычислить среднее арифметическое из результатов каждого замера. Увеличение погрешности чаще всего вызывается ошибками, которых можно избежать. Самые распространенные ошибки, снижающие точность измерений:

- использование поврежденного измерительного инструмента;
- загрязненность рабочих поверхностей измерительного инструмента;
- неправильное положение нулевой отметки на шкале;
- неправильная установка инструмента относительно детали;
- измерение нагретой или охлажденной детали;
- измерение нагретым или охлажденным инструментом;
- неумение пользоваться инструментом;
- неправильно выбранная база измерения.

Линейные размеры металлических деталей и самого инструмента очень ощутимо меняются при нагревании или охлаждении металла, поэтому для измерений выбран следующий температурный стандарт: производить измерения необходимо при температуре 20 °С.

Слесарных измерительных и контрольных инструментов большое количество. С целью повысить точность измерений их конструкция постоянно совершенствуется.

Контрольно-измерительные инструменты можно разделить на две большие группы: *универсальные и специальные*.

3.1 Универсальные измерительные и контрольные инструменты

К универсальным измерительным инструментам для контроля размеров, используемым в слесарном деле, относятся инструменты, представленные на рис. 14.

Для линейных измерений не слишком высокой точности слесари применяют обычно **металлическую измерительную линейку** – стальную полированную полосу с нанесенными на нее отметками (рис. 14, *а*). Поскольку металлические детали чаще всего невелики, то и длина линейки не должна превышать 200–300 мм (в редких случаях можно использовать линейку длиной до 1000 мм).

Цена деления на измерительной линейке равна 1 мм, соответственно и точность измерения также равна 1 мм. Через каждые 5 мм штрих на линейке имеет несколько больший размер.

Через каждый 1 см еще более удлиненный штрих снабжен цифрой, показывающей на количество сантиметров до начала шкалы. Масштабные линейки изготавливают жесткими или упругими из углеродистой инструментальной стали марки У7 или У8. По измерительной линейке отсчитывают показания измерительных инструментов, таких как кронциркули, нутромеры и т. п. Если точности, полученной с применением измерительной линейки недостаточно, пользуются другими, более точными инструментами.



Рисунок 14 – Универсальные измерительные и контрольные слесарные инструменты:

*а – измерительная линейка; б – универсальный штангенциркуль;
в – универсальный штангенциркуль с электронным индикатором;
г – микрометр; д – микрометр с электронным индикатором;
е – измерительная рулетка; ж – угломер; з – угломер с электронным индикатором; и – кронциркуль; к – нутромер; л – нутромер с электронным индикатором; м – угольник слесарный; н – угольник слесарный поверочный*

Штангенциркуль (рис. 14, б) является универсальным измерительным инструментом, позволяющим с высокой точностью (до 0,1 мм) определять линейные (внутренние и наружные) размеры деталей и глубины отверстий. Существуют приборы специальной конструкции, с помощью которых можно измерить малые диаметры, расстояния между осями отверстий, толщину стенки трубы и пр. Существуют четыре основных типа штангенциркулей, отличающихся конструкцией (конфигурацией и взаиморасположением измерительных поверхностей):

- двусторонние штангенциркули типа I;
- односторонние штангенциркули, снабженные глубиномером, измерительная поверхность которых выполнена из твердых сплавов (тип Т-1);
- двусторонние штангенциркули типа II;
- односторонние штангенциркули типа III.

Устройство и работу штангенциркуля рассмотрим для типа I. Штанга 1 с миллиметровыми делениями 3 с одной стороны заканчивается глубиномером 6, а с другой – губками для внутренних 4 и наружных 5 измерений (рис. 15). К неподвижным губкам примыкают подвижные губки. У подвижных губок есть вспомогательная шкала 7, называемая нониусом. С помощью нониуса возможно производить измерения с точностью 0,1 мм. Подвижные губки могут свободно перемещаться вдоль штанги с помощью рамки 2. В нужном положении они фиксируются стопорным винтом 8.

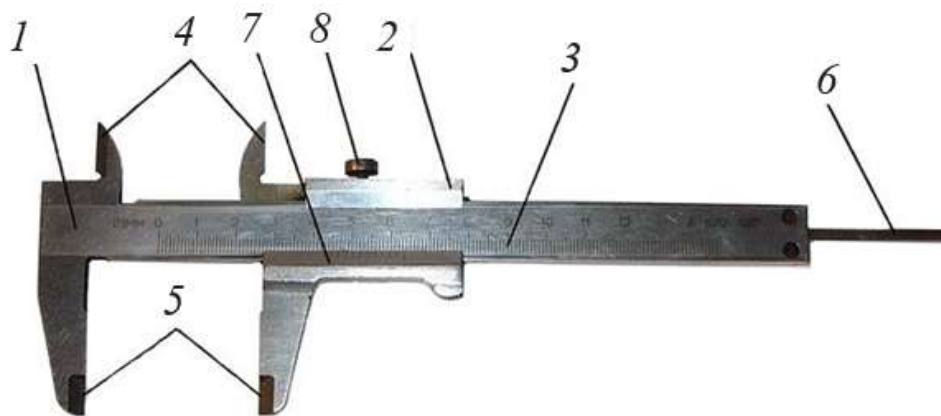


Рисунок 15 – Основные части штангенциркуля

Подвижные губки снабжены вспомогательной шкалой 7, называемой *нониусом*. С помощью нониуса возможно производить измерения с точностью 0,1 мм. Подвижные губки могут свободно перемещаться вдоль штанги с помощью рамки 2. В нужном положении они фиксируются стопорным винтом 8.

Производя измерения, отсчитывают целые миллиметры по основной шкале на штанге напротив нулевого деления нониуса. Отсчет десятых долей миллиметра производится по тому делению нониуса, которое совпадает с делением основной шкалы на штанге. На рисунке 16 приведен пример отсчета размеров 0,1, 0,6 и 25,6 мм.

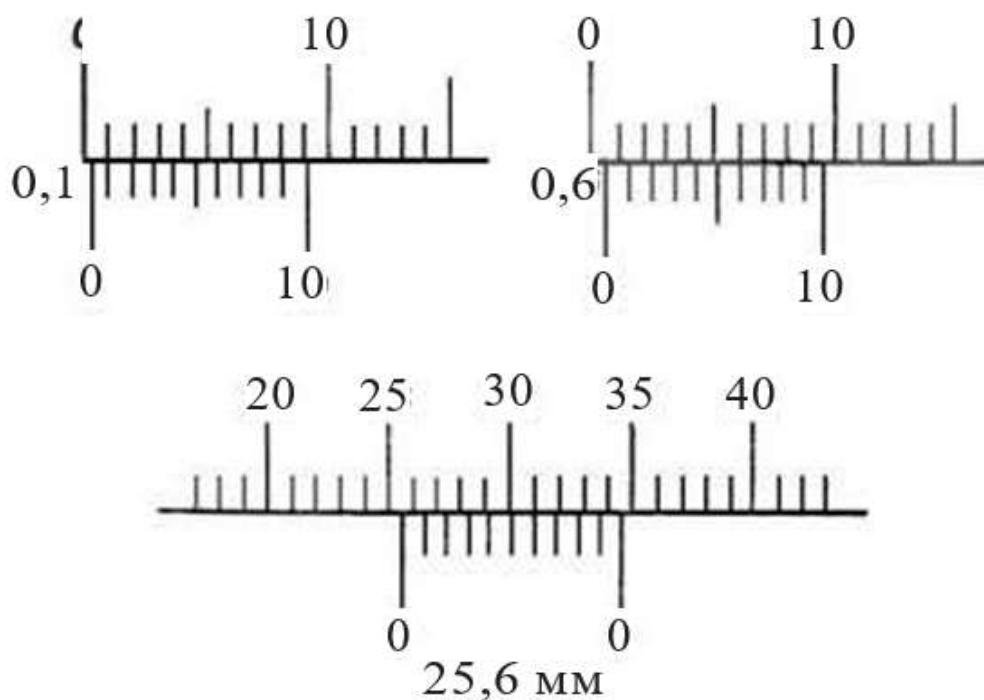


Рисунок 16 – Определение размера детали

Штангенциркули могут быть изготовлены с отсчетами различного типа:

- а) отсчет по нониусу (такие штангенциркули маркируются буквенным сочетанием ШЦ);
- б) отсчет по круговой шкале (маркировка – ШИК), выполненной в форме поворотного устройства индикации;
- в) с цифровым отсчетным устройством (ШЦЦ), обеспечивающим высокую степень автоматизации измерений (рис. 14, в).

В перечень основных функций штангенциркулей ШЦЦ входит:

- отображение измерительной информации в цифровом коде с указанием знака;

- запоминание результатов последних измерений (имеется не во всех моделях);
- установка нуля;
- перевод результата в любую систему измерения;
- подключение к персональному компьютеру с помощью кабеля, последующая обработка, протоколирование и сохранение результатов.

Микрометр – инструмент, с помощью которого производят измерения с точностью до 0,01 мм (рис. 14, з).

В состав микрометра входят скоба 1 с пяткой 2, микрометрический винт 3 с шагом 0,5 мм и стопор 4 (рис. 17). Микрометрический винт состоит из стебля 5, барабана 6 и головки 7.

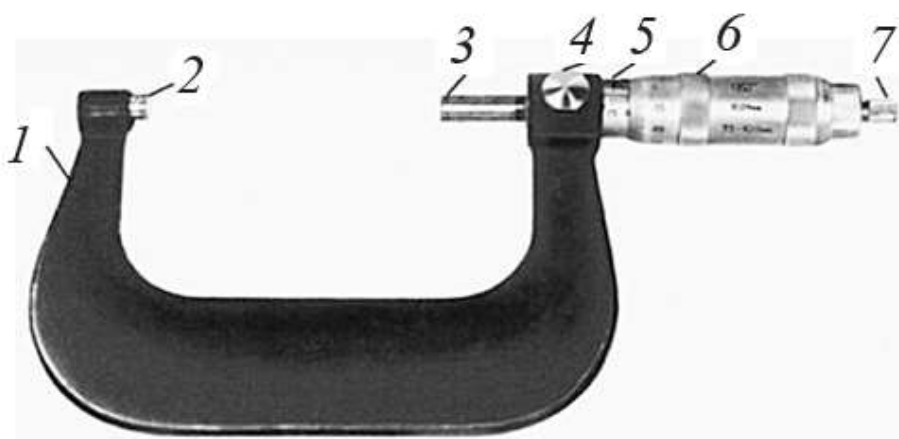


Рисунок 17 – Устройство микрометра

Продольная шкала, нанесенная на стебель, разделена риской на основную и вспомогательную так, что расстояние между рисками двух шкал составляет 0,5 мм. Окружность барабана разделена на 50 равных делений. Поворот барабана на одно деление дает перемещение микрометрического винта на 0,01 мм. Трещотка, которой снабжена головка, позволяет передавать на микрометрический винт постоянное усилие. В случае, когда микрометрический винт упирается в пятку, торец барабана должен совместиться с нулевым делением основной продольной шкалы (рис. 18, а). При этом нулевое деление круговой шкалы на барабане должно совпадать с продольной риской основной шкалы. При выполнении измерений барабан отходит на опреде-

ленное расстояние, указывающее размер измеряемой детали. В качестве примера на рисунке 18, б торец барабана отошел на 16 делений от нуля по основной шкале и еще на деление по вспомогательной шкале. С продольной riskой основной шкалы совместились 37-е деление круговой шкалы барабана. Таким образом, размер, отложенный на микрометре, составляет

$$16 + 0,5 + 0,37 = 16,87 \text{ мм.}$$

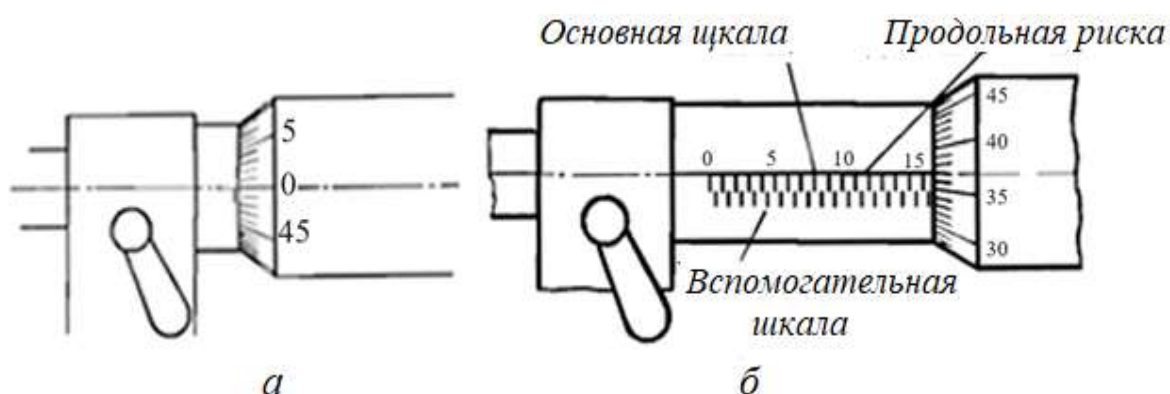


Рисунок 18 – Положение шкал микрометра:
а – исходное положение; б – отсчет измерения

Микрометры выпускают ручные и настольные, в том числе со стрелочным и цифровым отсчетным устройством. Для цифровых микрометров (рис. 14, д) характерен ряд преимуществ:

- выставление на нуль одним нажатием кнопки;
- доступны относительные измерения (установка нуля в любой точке измерительного диапазона);
- переключение между дюймовой и метрической системами исчисления;
- во многих моделях возможна передача результатов измерений на персональный компьютер по нажатию кнопки или через заданный интервал времени.

Кронциркуль – инструмент, которым определяют наружные размеры деталей (рис. 14, и). Отсчет показаний производят по измерительной линейке с точностью около 0,5 мм. Состоит кронциркуль из двух изогнутых по большому радиусу ножек длиной 150–200 мм, шарнирно соединенных между собой.

Нутромер – инструмент, которым определяют внутренние размеры деталей (рис. 14, к). Отсчет показаний производят по измерительной линейке с точностью около 0,5 мм. Нутромер состоит из двух ножек, соединенных шарниром. Нижние концы ножек выгнуты наружу. Более точные результаты измерений дает электронный нутромер (рис. 14, л). Часто приходится изготавливать детали, поверхности которых сопрягаются под различными углами. Для измерения этих углов пользуются угольниками, малками, угломерами и др.

Угольник слесарный – инструмент, которым проводят проверку и разметку прямых углов (рис. 14, м). Угольником также удобно наносить прямые параллельные линии. Им же проверяют перпендикулярность деталей в процессе сборки оборудования. Угольники изготавливают четырех классов точности: 0, 1, 2, 3. Наиболее точные угольники класса 0. Стальные угольники с углом 90° бывают различных размеров, цельные или составные. Для проверки прямых углов угольник накладывают на проверяемую деталь и определяют правильность обработки проверяемого угла на просвет. При проверке наружного угла угольник накладывают на деталь его внутренней частью, а при проверке внутреннего угла – наружной частью. Наложив угольник одной стороной на обработанную сторону детали, слегка прижимая его, совмещают другую сторону угольника с обрабатываемой стороной детали и по образовавшемуся просвету судят о точности выполнения прямого угла. Иногда размер просвета определяют с помощью щупов (рис. 20, ж).

Угольник слесарный поверочный с широким основанием (см. рис. 14, н) используется в целях контроля взаимно перпендикулярного расположения деталей в процессе монтажа различного оборудования.

Угломер – прибор (инструмент), предназначенный для измерения геометрических углов в различных конструкциях, в деталях и между поверхностями (рис. 14, ж). Измерение производится в градусах, на основе линейчатой шкалы, линейчато-круговой шкалы (с механическим указателем или стрелкой), нониуса или в электронном виде, в зависимости от типа прибора. Простой угломер состоит из линейки 1 и транспортира 2 (рис. 19). При измерениях угломер накладывают на деталь так,

чтобы линейка и нижний обрез *m* полки транспортира совпадали со сторонами измеряемой детали 3. Величину угла определяют по указателю 4, перемещающемуся по шкале транспортира вместе с линейкой. Простым угломером можно измерять величину углов с точностью 0,5–1,0°.

Современные производители выпускают широкий спектр электронных угломеров (рис. 14, з), имеющих разную конструкцию и обладающих различными функциональными возможностями.

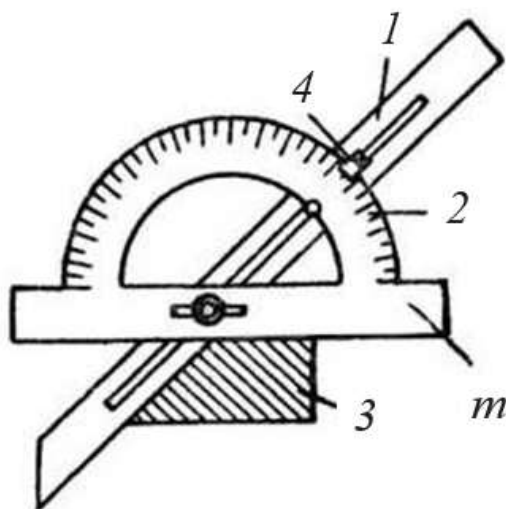


Рисунок 19 – Конструкция простого угломера

Цифровой угломер является незаменимым при выполнении разметки объектов, проектных, строительных и монтажных работ. В отличие от используемых ранее механических угломеров, электронные устройства обладают гораздо более высокой точностью, что не только повышает качество измерения, но и значительно упрощает его выполнение.

Электронный угломер способен обеспечивать измерение углов до 180°. Он также позволяет выполнять простые вычислительные операции, включая сложение и вычитание, что упрощает ведение работ. Важным преимуществом является то, что цифровой угломер может использоваться также для измерения уклонов. В результате значительно расширяется область применения этих устройств.

Если приходится измерять длинномерные детали, то **измерительная рулетка** – один из самых распространенных и необ-

ходимых инструментов. Она представляет собой стальную или пластмассовую ленту, на поверхности которой нанесена шкала с ценой деления 1 мм (рис. 14, *е*). Ширина ленты обычно не превышает 25 мм. Ленту помещают в металлический или пластиковый корпус. Сейчас выпускают ленту в прорезиненном корпусе, что значительно увеличивает ударопрочность инструмента. Лента втягивается в корпус пружиной (самосвертывающиеся рулетки) или вращением рукоятки (простые рулетки). Рулетки можно условно разделить на короткие и длинные. *Короткие* рулетки имеют длину от 2 до 10 м, как правило, оснащены сматывающим механизмом. Также у них есть кнопка «Стоп», которая позволяет на определенной длине зафиксировать ленту. Длинные рулетки достигают длины от 10 до 50 м. Снабжены такие рулетки ручным скручивающим механизмом. Их еще часто называют измерительной лентой. Рулетки применяются для измерения линейных размеров: длины, ширины, высоты деталей и расстояний между их отдельными частями, а также длин дуг, окружностей и кривых.

3.2 Специальные измерительные и контрольные инструменты

К специальным инструментам для измерения и контроля различных параметров деталей и конструкций относятся инструменты, представленные на рис. 20.

Линейка проверочная – инструмент, которым проверяют прямолинейность поверхностей (рис. 20, *а*). В процессе обработки плоскостей пользуются проверочными *лекальными линейками* (рис. 20, *б*). Они подразделяются на линейки лекальные с двусторонним скосом, трехгранные и четырехгранные. Лекальные линейки изготавливают с высокой точностью, они имеют тонкие ребра с радиусом закругления 0,1–0,2 мм, благодаря чему можно весьма точно определить отклонение от прямолинейности по способу световой щели (на просвет). Для этого линейку своим ребром устанавливают на проверяемую поверхность детали против света. При этом имеющиеся отклонения от прямолинейности будут заметны между линейкой и поверхностью детали. При хорошем освещении можно обнаружить отклонение

от прямолинейности до 0,005–0,002 мм. Лекальные линейки изготавливают длиной от 25 до 500 мм из углеродистой инструментальной или легированной стали с последующей закалкой.

Малка – инструмент, с помощью которого переносят размеры углов с детали на угломерный инструмент или на заготовку (рис. 20, в). При производстве слесарных разметочных работ применяют металлическую малку. Простая малка состоит из обоймы и линейки, закрепленной шарнирно между двумя планками обоймы. Шарнирное крепление обоймы позволяет линейке занимать по отношению к обойме положение под любым углом. Малку устанавливают на требуемый угол по образцу детали или по угловым плиткам (рис. 21). Требуемый угол фиксируется винтом с барашковой гайкой.



Рисунок 20 – Специальные измерительные и контрольные слесарные инструменты:

а – линейка проверочная; б – линейки проверочные лекальные; в – малка; г – курвиметр; д – уровень; е – резьбомер; ж – щуп; з – призма проверочная; и – штангенглубиномер

Штангенглубиномеры предназначены для измерений глубины элементов деталей (рис. 20, и). Состоят из штанги, имеющей шкалу, и рамки с нониусом (ШГ) или круговой шкалой с отсчетным устройством (ШГК) или электронным цифровым отсчетным устройством (ШГЦ). Принцип работы аналогичен штангенциркулю.

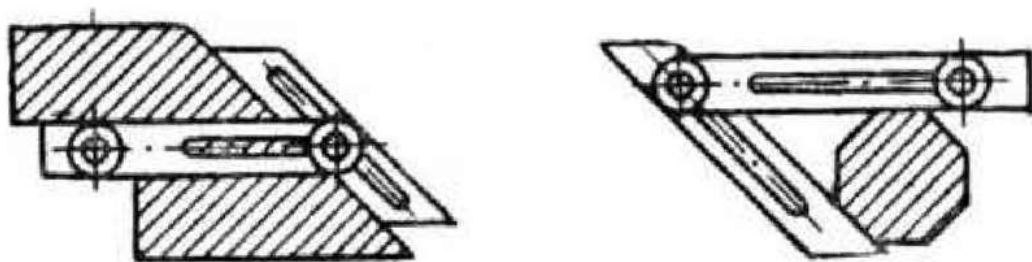


Рисунок 21 – Способы применения малки

Уровень (ватерпас) – прибор, которым определяют горизонтальность поверхности (рис. 20, д). Уровень представляет собой брусок, в котором закреплена стеклянная прозрачная трубка, заполненная жидкостью, обычно спиртом, с небольшим пузырьком газа.

Трубка с жидкостью имеет дугообразное продольное сечение. Если трубка с жидкостью расположена горизонтально, пузырек газа находится строго посередине трубки. Обычно в уровне расположены две трубки с жидкостью для проверки горизонтальных и вертикальных поверхностей.

Курвиметр – прибор, которым измеряют извилистые криволинейные отрезки (рис. 20, з). Производя измерения, зубчатое колесико курвиметра прокатывают по извилистой линии на чертеже или карте. Пройденное расстояние отсчитывают по циферблату. Обычно механический курвиметр снабжен двумя циферблатами, один из которых проградуирован в сантиметрах, а другой – в дюймах. Погрешность в измерении у механического курвиметра составляет 0,5 %.

Резьбомер – измерительный инструмент, представляющий собой набор различных резьбовых шаблонов (рис. 20, е). Резьбомер служит для измерения шага метрической резьбы либо для дюймовой резьбы числа витков на 1 дюйм.

Резьбовой шаблон – это зубчатая пластина с определенным шагом зубьев. На каждом метрическом шаблоне указан шаг резьбы в миллиметрах, а на каждом дюймовом шаблоне – число витков на 1 дюйм резьбы. Набор шаблонов помещен в оправу из двух накладок, скрепленных винтами. На метрическом резьбомере стоит клеймо: «М60°», а на дюймовом – «Д55».

Призмы проверочные (рис. 20, з) и **разметочные** – приспособления, с помощью которых делают проверку и разметку валов и цилиндрических деталей. Призмы изготавливают в комплектах попарно, что позволяет применять их как опоры при контроле и разметке длинных цилиндрических деталей.

Все измерительные приборы отличаются высокой точностью исполнения и требуют тщательного ухода. Обеспечение соответствующих условий использования и хранения является гарантией долговечности их работы и точности. Неправильное обращение ведет к преждевременному износу и порче, невозможности эксплуатации и даже к повреждению измерительных приборов.

При эксплуатации измерительного инструмента и приборов недопустимы механические повреждения, резкие перепады температуры, намагничивание, коррозия.

Необходимые требования при эксплуатации измерительного инструмента и приборов – соблюдение чистоты, квалифицированное обслуживание и прежде всего хорошее знание конструкций и условий эксплуатации измерительных приборов.

4 Слесарные работы

Слесарные работы – это обработка металлов, обычно дополняющая станочную механическую обработку или завершающая изготовление изделий соединением деталей, сборкой машин и механизмов, а также их регулированием. Они выполняются ручным или механизированным слесарным инструментом либо на станках.

Слесарные работы различных видов объединяет единая технология выполнения операций, к которым относятся *разметка, правка и гибка, рубка, резка, распиловка, опиление, сверление, зенкование и зенкерование, развертывание отверстий, нарезание резьбы, клепка, шабрение, притирка и доводка, пайка, лужение, склеивание* и др.

5 Разметка

Разметкой называется операция нанесения линий и точек на заготовку, предназначенную для обработки. Линии и точки обозначают границы обработки.

Существуют два вида разметки: плоская и пространственная. Разметка называется **плоской**, когда линии и точки наносятся на плоскость, **пространственной** – когда разметочные линии и точки наносятся на геометрическое тело любой конфигурации.

Простыми разметочными и измерительными инструментами, используемыми при слесарных работах, являются *молоток, чертилка, маркер, кернер обыкновенный, угольник, циркуль, линейка с делениями, штангенциркуль и кронциркуль*.

Чертилка (рис. 22) употребляется для прочерчивания линий (рисок) на размечаемой поверхности по линейке, угольнику или шаблону. Риску проводят только один раз, она тогда получается чистой и правильной. Чертилку изготавливают из углеродистой инструментальной стали У10 или У12. Концы ее на длине около 20 мм закаливаются.



Рисунок 22 – Чертилка

Прочерчивание линий (рисок) чертилками показано на рис. 23.

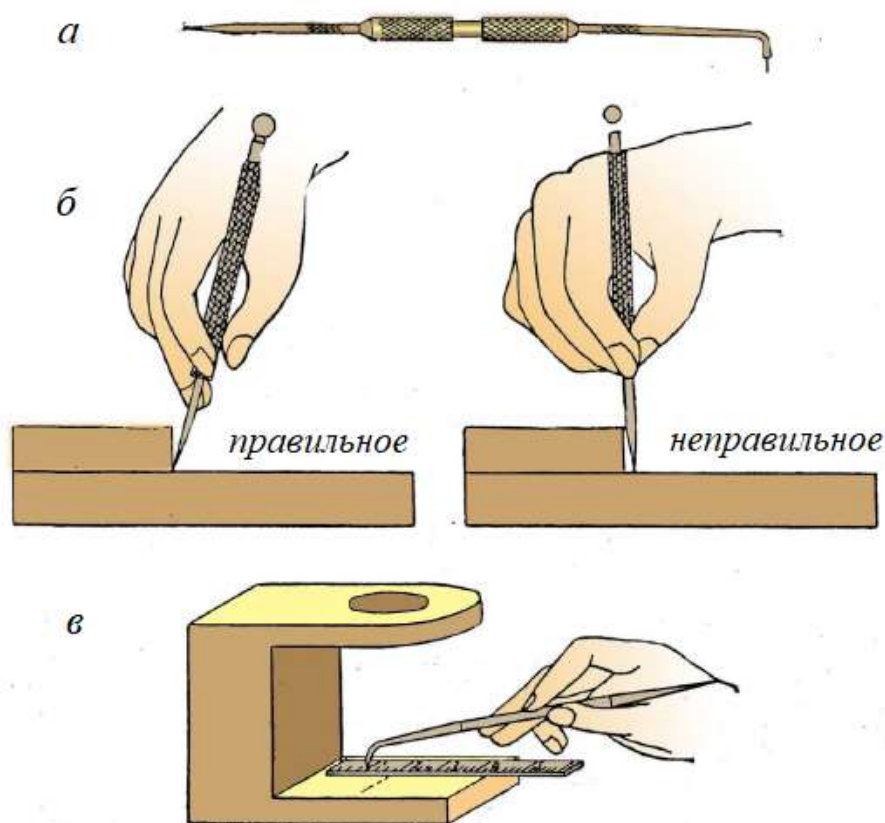


Рисунок 23 – Прочерчивание линий (рисок) чертилкой:
 а – чертилка; б – положение чертилки при проведении линий;
 в – проведение линий загнутым концом чертилки

Циркуль служит для переноса линейных размеров с масштабной линейки на обрабатываемую деталь, деления линий на равные части, построения углов, разметки окружностей и кривых, для измерения расстояний между двумя точками с последующим определением размера по масштабной линейке. Существуют разметочные циркули простые (рис. 24, а) и пружинные (рис. 24, б). Простой циркуль состоит из двух соединенных шарнирно ножек 1, цельных или со вставными иглами. Для закрепления раскрытых ножек в требуемом положении на одной из них прикреплена дуга 3 с прорезью, а на другой – стопорный винт 2. У пружинного циркуля ножки соединены пружинным кольцом. Разведение и сближение ножек производят вращением в ту или иную сторону разъемной гайки 4 по установочному винту 5.

Ножки циркуля изготавливают из стали марок 45 и 50. Концы рабочих частей ножек на длине около 20 мм закаливают.

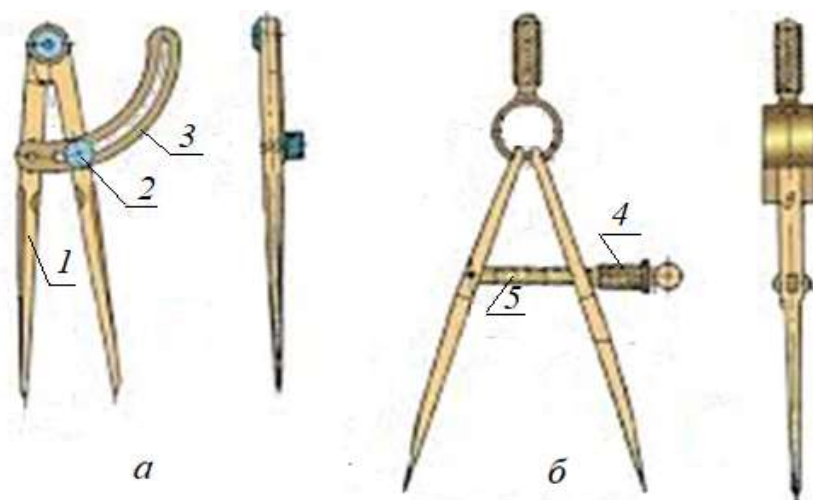


Рисунок 24 – Циркули:
а – простой; б – пружинный

Рейсмус служит для проведения параллельных, вертикальных и горизонтальных линий, а также для проверки установки деталей на плите. Рейсмус (рис. 25) состоит из чугунного основания 1, стойки 2 и чертилки 3. Чертилку можно закреплять на любом месте стойки, поворачивать вокруг оси и наклонять под любым углом.

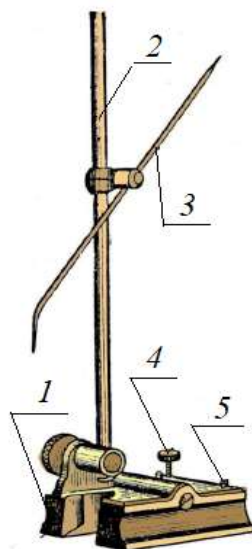


Рисунок 25 – Рейсмус:
*1 – основание; 2 – стойка; 3 – чертилка;
 4 – винт для подводки иглы на точную установку размера;
 5 – упорные штифты*

Разметка с помощью рейсмуса показана на рис. 26.

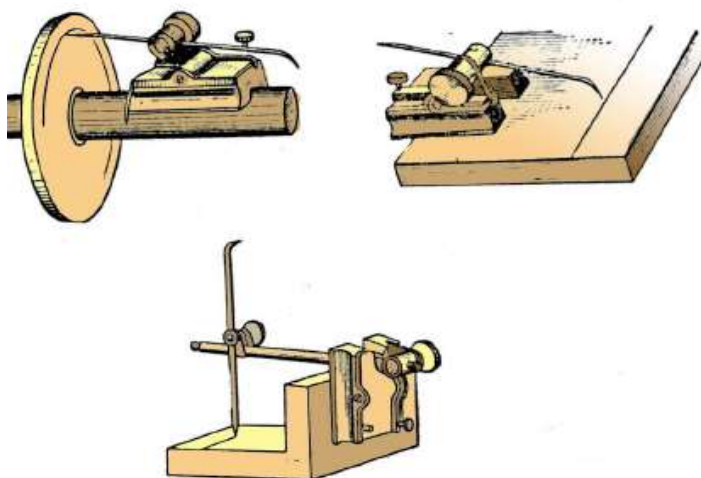


Рисунок 26 – Разметка с помощью рейсмуса

Угольники-центроискатели применяются для нанесения рисок, проходящих через центр, на торцы круглых изделий. Угольник-центроискатель (рис. 27) состоит из двух планок, соединенных под углом, через середину угла проходит рабочее ребро линейки. Соединительная планка служит для жесткости прибора. При разметке центров, размечаемую деталь ставят на торец. На верхний торец накладывают угольник так, чтобы планки, соединенные под углом, касались детали. По линейке чертилкой проводят риску. Затем поворачивают деталь или угольник примерно на 90° и проводят вторую риску. Пересечение рисок определяет центр торца детали.

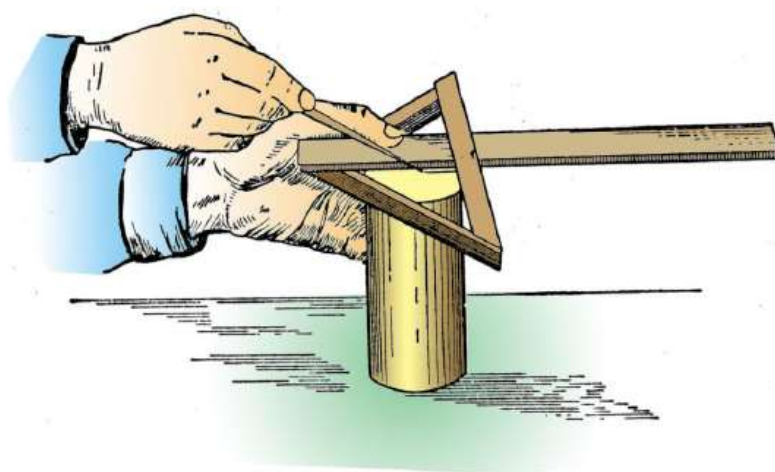


Рисунок 27 – Угольник-центроискатель

Кернер (рис. 28) служит для нанесения небольших углублений на рисках. Этот инструмент представляет собой круглый с накаткой в средней части стержень, на одном конце которого имеется коническое острие с углом при вершине $45\text{--}60^\circ$; другой конец кернера оттянут на конус; по этому концу при кернении наносят удары молотком. Кернеры изготавливают из углеродистой инструментальной стали У7А. Их рабочую часть (острие) закаливают на длине около 20 мм, а ударную часть на длине около 15 мм.

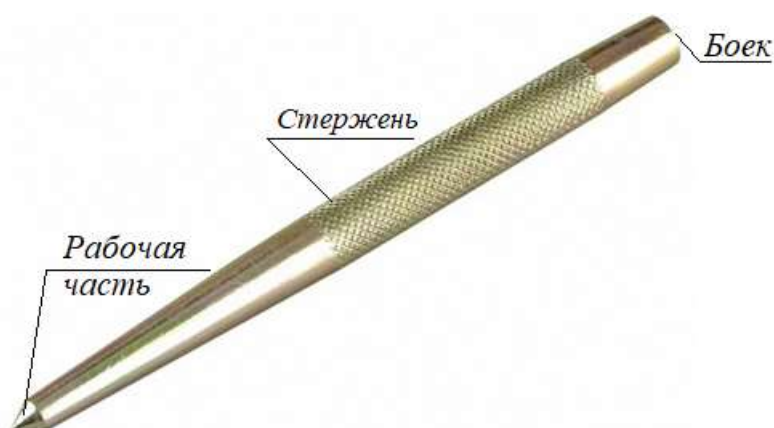


Рисунок 28 – Кернер

Пружинный кернер (рис. 29) применяется для точной разметки тонких и ответственных деталей. Принцип его действия основан на сжатии и мгновенном освобождении пружины.

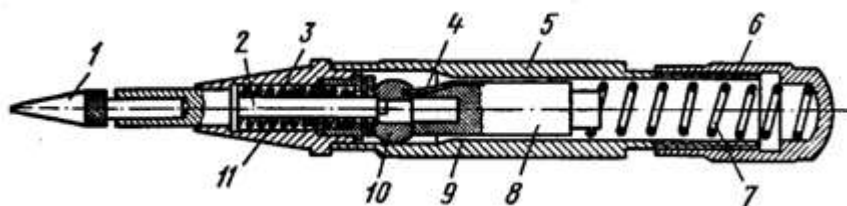


Рисунок 29 – Пружинный кернер:

1 – кернер; 2 – стержень; 3, 5, 6 – свинчатые части корпуса; 4 – плоская пружина; 7, 11 – пружины; 8 – ударник; 9 – заплечики; 10 – сухарь

При нажатии острием кернера 1 на изделие внутренний конец стержня 2 упирается в сухарь 10, в результате чего ударник 8 перемещается вверх и сжимает пружину 7. Упершись в ребро заплечика 9, сухарь сдвигается в сторону, и кромка его

сходит со стержня 2. В этот момент ударник под действием силы сжатой пружины 7 наносит по концу стержня с кернером удар. Сразу после этого пружиной 11 восстанавливается начальное положение кернера. Сила удара регулируется ввинчиванием или отвинчиванием упорного колпачка 6.

Электрический кернер показан на рис. 30. При нажатии острием кернера 1 на изделие электрическая цепь замыкается и ток, проходя через катушку 4, создает магнитное поле, ударник 3 мгновенно втягивается в катушку и наносит удар по стержню кернера.

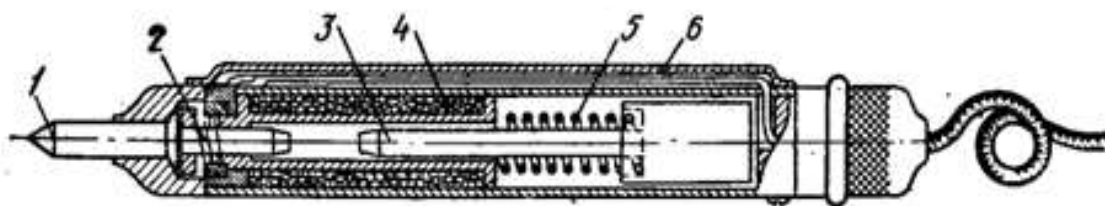


Рисунок 30 – Электрический кернер:

1 – кернер; 2, 5 – пружины; 2 – ударник; 4 – катушка; 6 – корпус

Размечаемую заготовку укладывают на плиту таким образом, чтобы риска, подлежащая кернению, была направлена прямо к работающему. Молоток держат правой рукой, а кернер – левой. Установку кернера на риску и кернение выполняют в два приема. Сначала при установке кернера на риску (рис. 31, а) работающий наклоняет его немного от себя, устанавливая острие точно на середину риски или же в точку пересечения. Затем, не сдвигая кернер с риски (рис. 31, б), работающий ставит его перпендикулярно разметочной плоскости и наносит по кернеру легкий кистевой удар молотком (рис. 31, в). Перемещая кернер для последующего кернового углубления, следует вторично установить острие в углубление риски и почти без усилия переместить его по риске на необходимое расстояние. Острие кернера в этом случае, не сбиваясь с направления, хорошо скользит по риске.

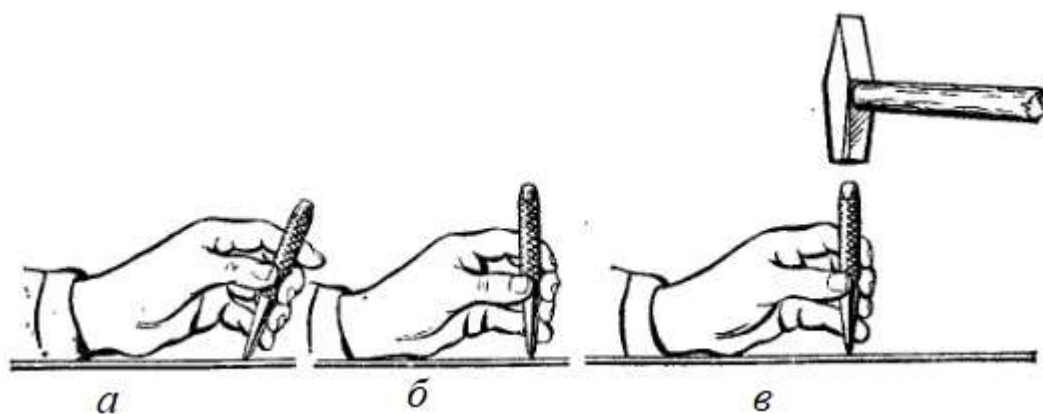


Рисунок 31 – Установка кернера:

*а – наклонно (первое положение); б – вертикально (второе положение);
в – нанесение ударов молотком при кернении*

Острые ударника пружинного кернера устанавливают точно на середину углубления риски или в точку пересечения рисок, немного наклоняя кернер на себя (рис. 32, *а*). Пружинный кернер устанавливают перпендикулярно размечаемой плоскости, не перемещая острие кернера с риски (рис. 32, *б*). Пальцами руки легко нажимают на колпачок. Под действием сжатой пружины произойдет удар по стержню ударника, острие которого сделает керновое углубление. Силу удара бойка кернера регулируют поворотом колпачка (сжимая или ослабляя пружину). Все конусные углубления имеют одинаковый размер, так как сила удара при одной регулировке всегда одинакова. Кернер отводят от поверхности размечаемой детали и возвращают его в исходное (рабочее) положение. Кернер перемещают по риску и повторяют приемы установки и нанесения керновых углублений последовательно по длине линий разметки.

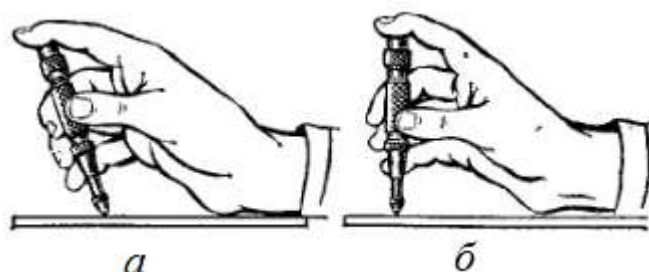


Рисунок 32 – Установка пружинного кернера:

а – наклонно (первое положение); б – вертикально (второе положение)

Разметочная плита (рис. 33) – основное приспособление для разметки. Она представляет собой чугунную плиту с точно обработанными верхней поверхностью и боковыми сторонами. На плоскости плиты устанавливают размечаемое изделие и производят разметку. При разметке употребляют различные приспособления в виде подкладок, призм, кубиков.

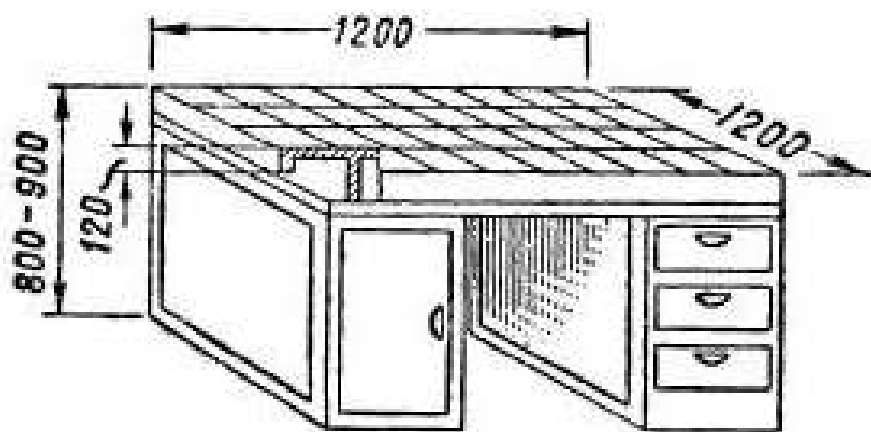


Рисунок 33 – Разметочная плита на столе

Плоскую или пространственную разметку детали проводят на основании чертежа.

До разметки заготовка должна пройти обязательную подготовку, которая включает в себя следующие операции: очистка детали от грязи и коррозии; обезжиривание детали; осмотр детали с целью обнаружения дефектов (трещин, раковин, искривлений); проверка габаритных размеров, а также припусков на обработку; определение разметочной базы; покрытие при необходимости белой краской поверхностей, подлежащих разметке и нанесению на них линий и точек; определение оси симметрии.

Разметочная база – это конкретная точка, ось симметрии или плоскость, от которой отмеряются, как правило, все размеры на детали.

Работы по разметке лучше всего выполнять на разметочной плите. Плита представляет собой чугунную отливку, горизонтальная рабочая поверхность и боковые грани которой очень точно обработаны. На рабочей поверхности больших плит делают продольные и поперечные канавки глубиной 2–3 мм и ши-

риной 1–2 мм, которые образуют квадраты со стороной 200 или 250 мм. Это облегчает установку на плите различных приспособлений.

При плоскостной разметке базами могут служить наружные кромки плоских деталей (рис. 34), полосового и листового материала, а также различные линии, нанесенные на поверхность, например, центровые, средние, горизонтальные, вертикальные или наклонные. Если базой является наружная кромка (нижняя, верхняя или боковая), то ее нужно предварительно выровнять.

Риски обычно наносятся в следующем порядке: сначала проводят все горизонтальные риски, затем вертикальные, после этого наклонные и, наконец, окружности, дуги и закругления. Так как риски во время работы легко затереть руками, по линиям рисок набивают кернером небольшие точки-углубления – керны. На обработанных поверхностях точных изделий разметочные линии не кернятся.

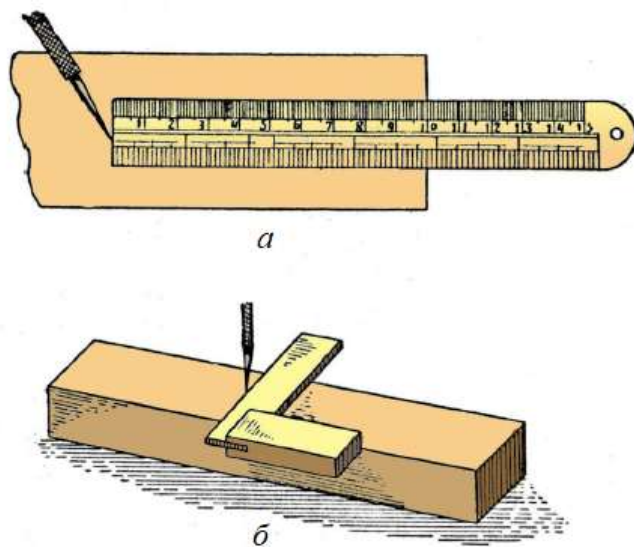


Рисунок 34 – Разметка линий от кромки детали

Разметка с использованием шаблона применяется при изготовлении значительного количества одинаковых деталей. Шаблон, выполненный из жести толщиной 0,5–2,0 мм, накладывается на плоскую поверхность детали и обводится чертилкой по контуру.

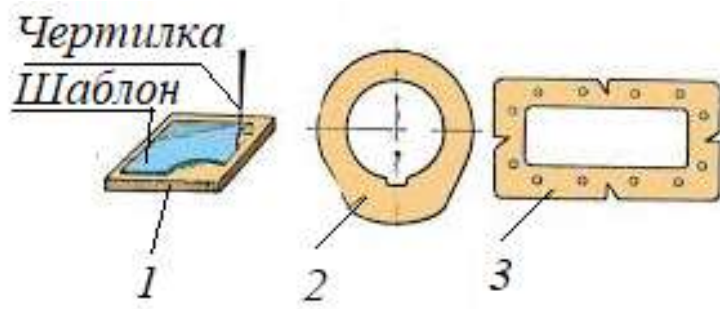


Рисунок 35 – Шаблоны:

1 – для разметки контура плоской детали; 2 – для разметки шпоночного паза; 3 – для разметки отверстий

Точность разметки зависит от степени точности разметочной плиты, вспомогательных приспособлений (угольников и разметочных ящиков), мерительных инструментов, инструмента, используемого для перенесения размеров, а также от квалификации разметчика. Точность разметки обычно составляет 0,5–0,08 мм; при использовании эталонных плиток 0,05–0,02 мм.

5.1 Рубка металлов

Рубкой называется операция, при которой с помощью зубила и слесарного молотка с заготовки удаляют слои металла или разрубает заготовку.

Физической основой рубки является действие клина, форму которого имеет рабочая (режущая) часть зубила. Рубка применяется в тех случаях, когда станочная обработка заготовок трудновыполнима или нерациональна.

При помощи рубки можно производить:

- удаление (срезание) излишних слоев металла с поверхностей заготовок;
- выравнивание неровных и шероховатых поверхностей;
- удаление твердой корки и окалины;
- обрубание кромок и заусениц на кованных и литых заготовках;
- обрубание после сборки выступающих кромок листового материала, концов полос и уголков;
- разрубание на части листового и сортового материала;

- вырубание отверстий в листовом материале по намеченным контурам;
- прорубание кромок встык под сварку;
- срубание головок заклепок при их удалении;
- вырубание смазочных канавок и шпоночных пазов.

Рубка производится в тисках на плите или на наковальне; громоздкие детали могут обрабатываться рубкой в месте их нахождения. Обрабатываемая рубкой деталь должна быть неподвижна. Поэтому небольшие детали зажимают в тиски, а крупные детали кладут на верстак плиту или наковальню или же ставят на пол и хорошо укрепляют.

Основным рабочим (режущим) инструментом при рубке является зубило (рис. 36, *а*), а ударным – молоток. Для рубки металлов применяют молотки массой 400–600 г.

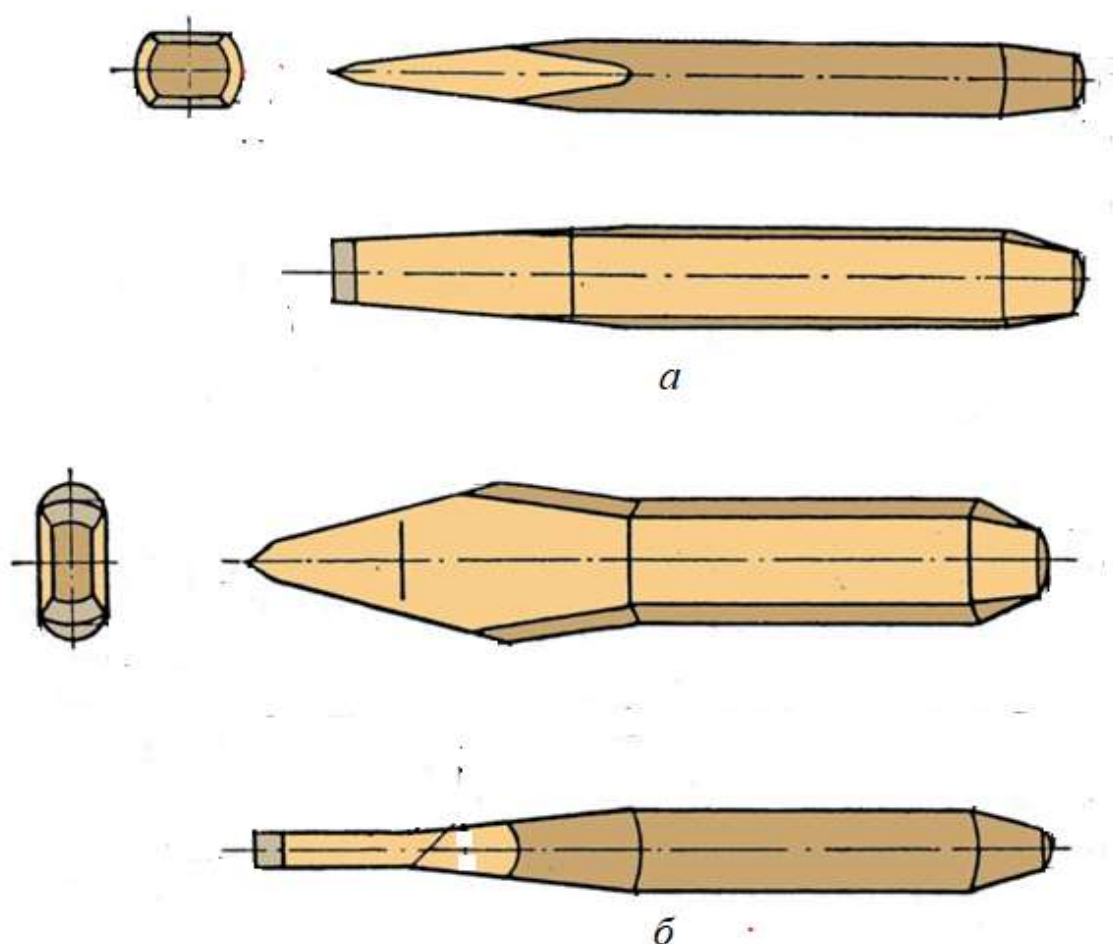


Рисунок 36 – Инструмент для рубки металла:
а – зубило; *б* – крестовый

Угол заострения зубила выбирается в зависимости от твердости обрабатываемого материала. Для наиболее распространенных материалов рекомендуются следующие углы заострения: для твердых (твердая сталь, чугун) – 70° ; для материалов средней твердости (сталь) – 60° ; для мягких (медь, латунь) – 45° ; для алюминиевых сплавов – 35° .

Для вырубления узких пазов и канавок пользуются зубилом с узкой режущей кромкой – крейцмейселем (см. рис. 36, б). Такое зубило может применяться и для снятия широких слоев металла: сначала прорубают канавки узким зубилом, а оставшиеся выступы срубают широким зубилом. Для вырубления профильных канавок (полукруглых, двугранных и др.) применяются специальные крейцмейсели – канавочники, отличающиеся только формой режущей кромки.

Для рубки зубило устанавливают на обрабатываемый предмет, как правило, с наклоном задней грани к обрабатываемой поверхности под углом, но не более 5° (рис. 37).

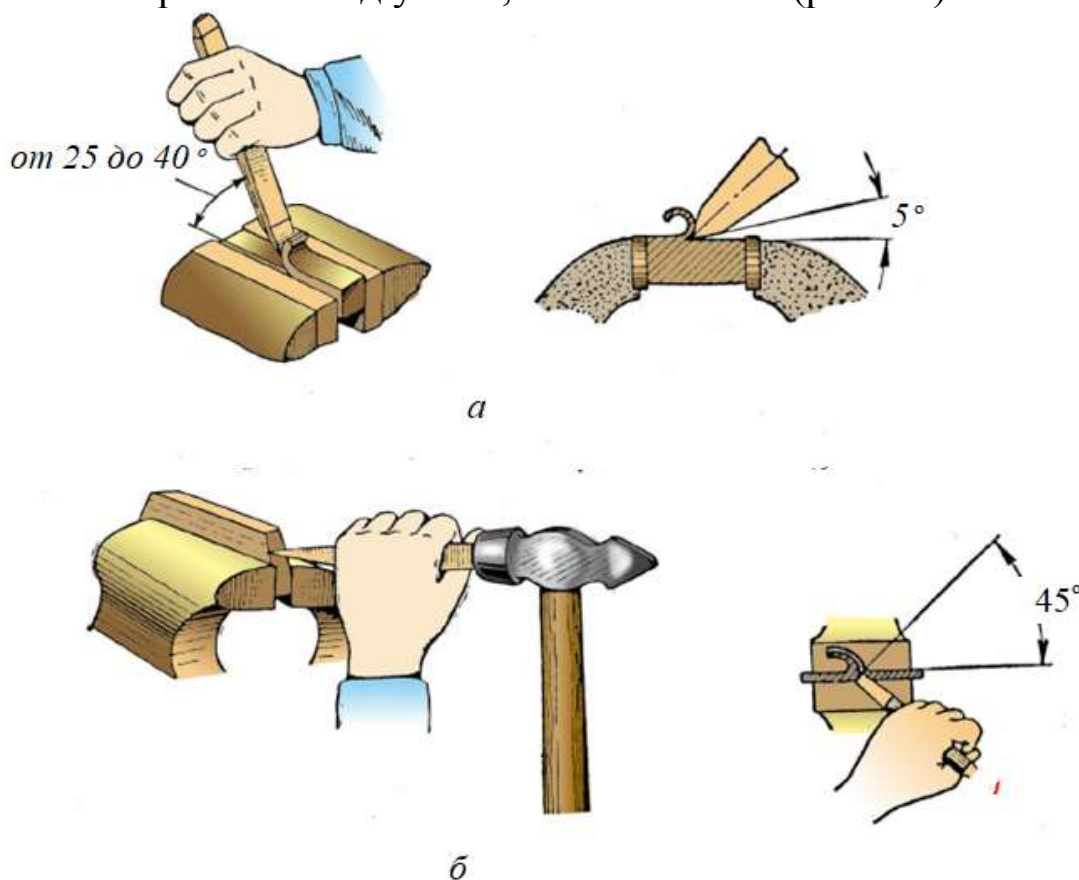


Рисунок 37 – Установка зубила на обрабатываемый предмет:
а – рубка по уровню тисков; б – рубка по риске

По отношению к линии губок тисков зубило устанавливают под углом 45° . На практике угол наклона зубила не измеряется. Но правильность наклона ощущается работающим, особенно при надлежащем навыке. Заточка производится на шлифовальном круге – на заточном станке (рис. 38).

Разрубаемый материал (жесть, полосовое железо, стальная лента, профиль, пруток) следует положить на стальную плиту или на наковальню так, чтоб он прилегал всей своей поверхностью к поверхности плиты или наковальни. Материал, от которого нужно отрубить заготовку, может быть закреплен в тисках.

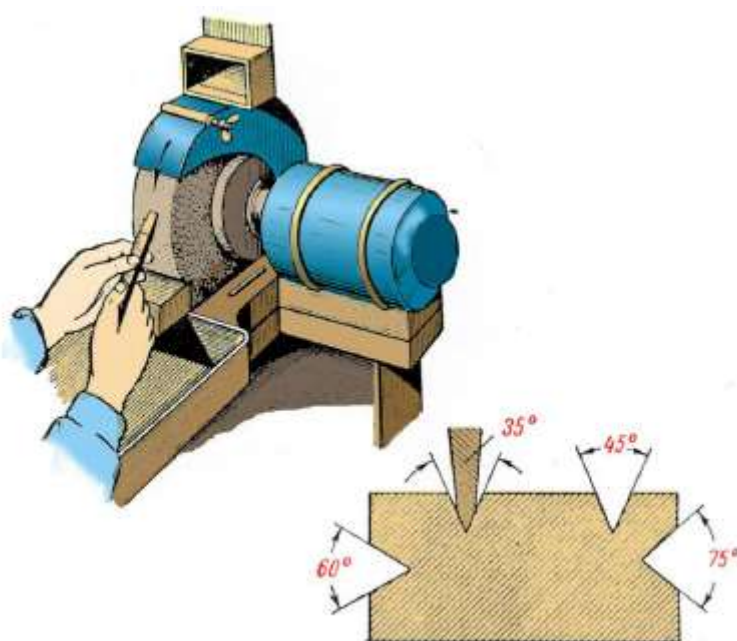


Рисунок 38 – Заточка зубила

Если металл имеет длину больше плиты или наковальни, его свешивающийся конец должен опираться на соответствующие подпорки. Острие зубила ставят на расстояние 1–2 мм от размеченной линии. Ударяя молотком по зубилу, разрубают металл. Передвигая зубило вдоль контура и одновременно ударяя по нему молотком, вырубает деталь по контуру и отделяют ее от листа металла.

Вырубку элемента из толстого листового материала выполняют сначала с одной стороны листа, затем его переворачивают на другую сторону и вырубает окончательно (продвигая

зубило по полученному следу от острия зубила). В последующем деталь по контуру обрабатывают ручным напильником.

Рубка металлов – операция очень трудоемкая. Для облегчения труда и повышения его производительности используют механизированные инструменты. Среди них наибольшее распространение имеет пневматический рубильный молоток (рис. 39). Он приводится в действие сжатым воздухом, который подается по шлангу от постоянной пневмосети или передвижного компрессора.



Рисунок 39 – Пневматические рубильные молотки

5.2 Резка металлов

Резкой называется операция разделения материала (предмета) на две отдельные части с помощью острогубцев (кусачек), ручных ножниц, зубила или специальных механических ножниц.

Распиловка – операция разделения материала (предмета) ручной либо механической ножовкой или круглой пилой.

Сущность операции разрезания металла **острогубцами** (кусачками) (рис. 40) и ножницами (рис. 41) заключается в разделении проволоки, листового или полосового металла на части под давлением двух движущихся навстречу друг другу клиньев (режущих ножей).

Режущие кромки у острогубцев смыкаются одновременно по всей длине. У ножниц же сближение лезвий идет постепенно

от одного края к другому. Их режущие кромки не смыкаются, а сдвигаются одна относительно другой. И острогубцы, и ножницы представляют собой шарнирное соединение двух рычагов, у которых длинные плечи выполняют роль рукояток, а короткие – режущих ножей.



Рисунок 40 – Острогубцы (кусачки)

Острогубцы (кусачки) используют главным образом для разрезания проволоки. Угол заострения режущих кромок острогубцев может быть различным в зависимости от твердости разрезаемого материала. У многих острогубцев он равен $55\text{--}60^\circ$.

Ручные ножницы (рис. 41) применяют для разрезания стальных листов толщиной $0,5\text{--}1,0$ мм и листов из цветных металлов толщиной до $1,5$ мм.

В зависимости от устройства режущих ножей ручные ножницы делятся на *прямые* (рис. 41) – с прямыми режущими ножами, предназначенные в основном для разрезания металла по прямой линии или по окружности большого радиуса; *кривые* (рис. 42, а, б) – с криволинейными ножами; *пальцевые* (рис. 42, в) – с узкими режущими ножами для вырезания в листовом металле отверстий и поверхностей с малыми радиусами.

По расположению режущих ножей ручные ножницы делятся на *правые и левые*. У правых ножниц скос режущей кромки нижнего ножа находится справа, у левых – слева.

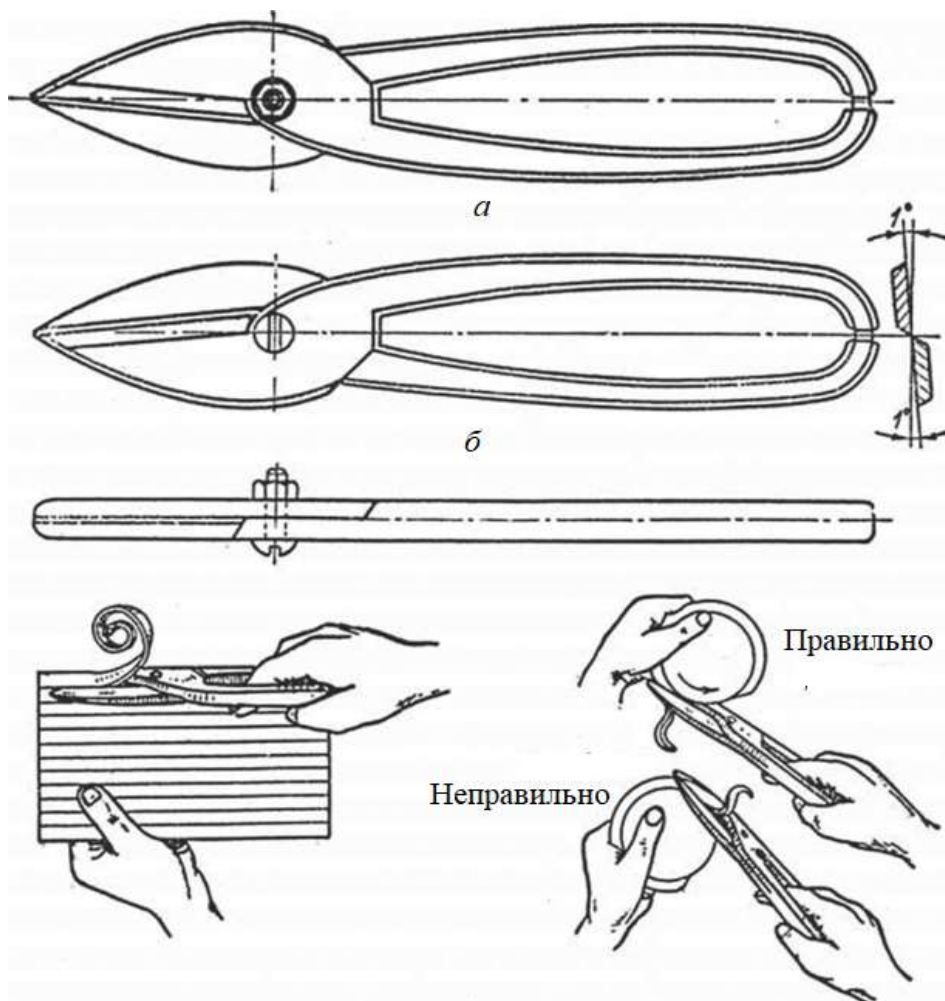


Рисунок 41 – Ручные ножницы прямые:
а – правые; б – левые.

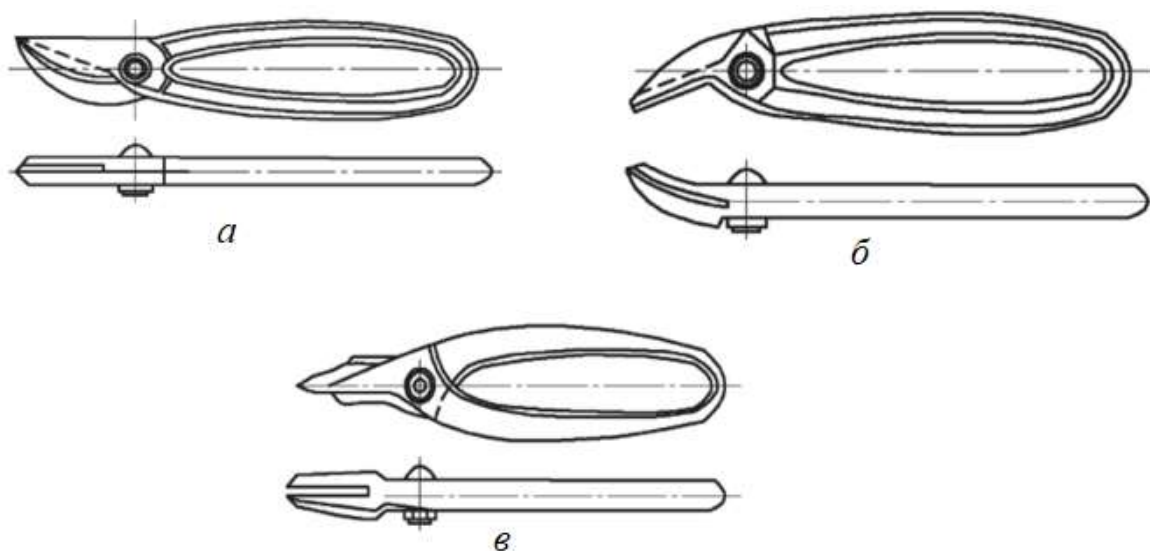


Рисунок 42 – Ручные ножницы:
а, б – кривые; в – пальцевые

Стуловые ножницы (рис. 43) отличаются от обычных ручных большими размерами и применяются для разрезания листового металла толщиной до 3 мм.

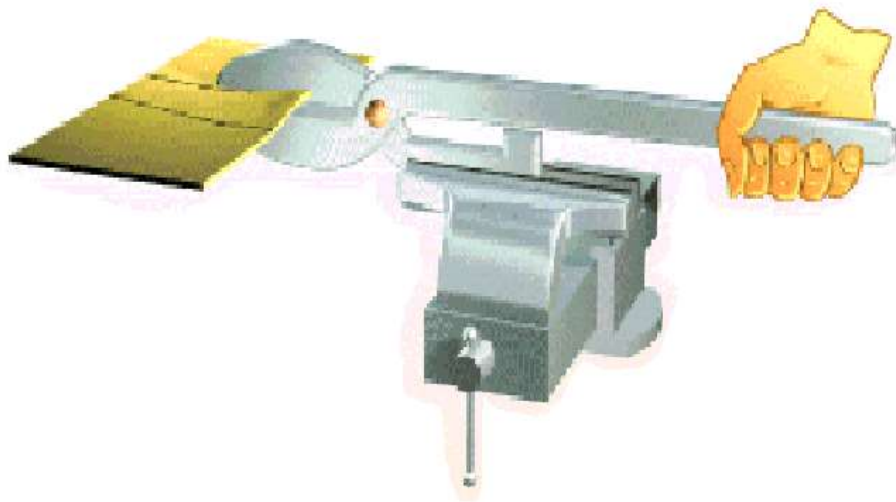


Рисунок 43 – Резка стуловыми ножницами

Рычажные ножницы (рис. 44) применяются для разрезания листовой стали толщиной до 4 мм (цветных металлов – до 6 мм). Верхний шарнирно закрепленный нож приводится в действие от рычага. Нижний нож закреплен неподвижно.



Рисунок 44 – Рычажные ножницы

Гильотинные ножницы (рис. 45) применяют для резки металла толщиной более 6 мм.



Рисунок 45 – Гильотинные ножницы

Для механизации тяжелого и трудоемкого процесса разрезания листового металла используют, как уже отмечалось, *электрические ножницы* (рис. 46).



Рисунок 46 – Электрические ножницы для резки металла

Ручная ножовка (рис. 47) применяется для разрезания сравнительно толстых листов металла и круглого или профильного проката. Ножовкой можно также прорезать шлицы, пазы, обрезать и вырезать заготовки по контуру и др.

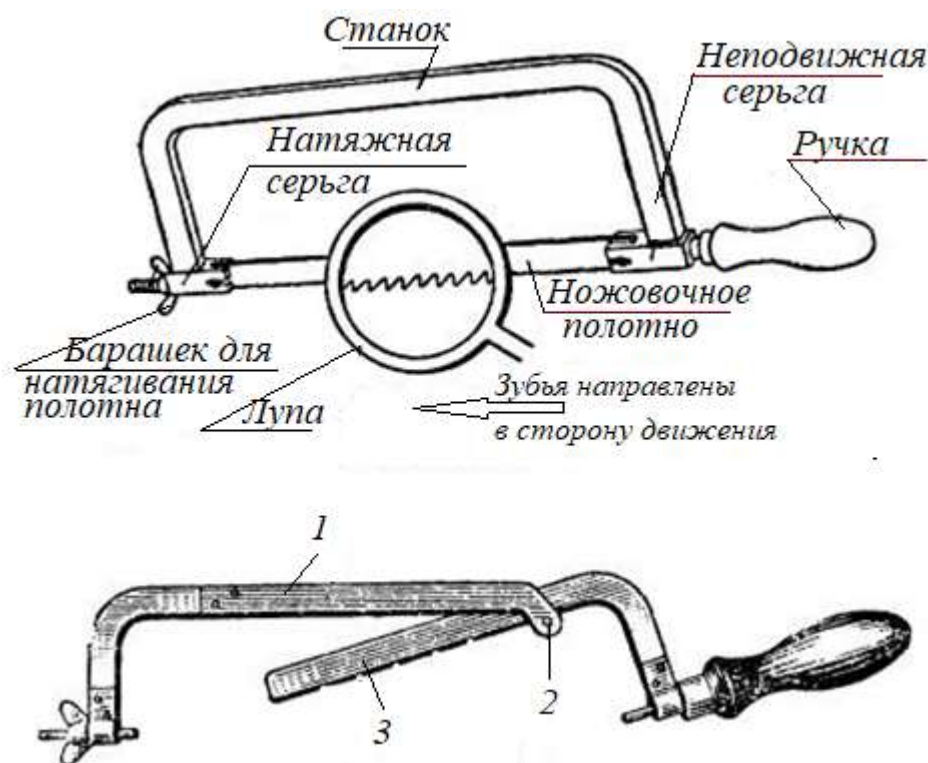


Рисунок 47 – Ручные ножовки:

а – с цельным станком; б – с раздвижным станком: 1 – подставка коробчатой формы; 2 – шпилька; 3 – углубление под шпильку

Ножовочное полотно (режущая часть ножовки) представляет собой тонкую и узкую стальную пластину с зубьями на одном из ребер. Его изготавливают из инструментальной или быстрорежущей стали. Длина наиболее распространенных ножовочных полотен составляет 250–300 мм. Каждый зуб полотна имеет форму клина (резца).

Для разрезания более твердых материалов угол заострения делают больше, для мягких – меньше. Чтобы ширина разреза, сделанного ножовкой, была немного больше толщины полотна, выполняют разводку зубьев. Это предотвращает заклинивание полотна и облегчает работу.

Работа ножовкой (рис. 48). Во время резки ножовку держат преимущественно в горизонтальном положении (рис. 49).

Двигать ее нужно плавно и без рывков. Нормальная длина размаха должна быть не менее $\frac{2}{3}$ длины полотна. Ножовкой работают со скоростью от 30 до 60 ходов в минуту (двойных – вперед и назад): твердые металлы – с меньшей скоростью, мягкие – с большей. В слесарной практике допускается ручная резка металлов диаметром только до 60–70 мм; более крупные диаметры передают на обрезные станки.

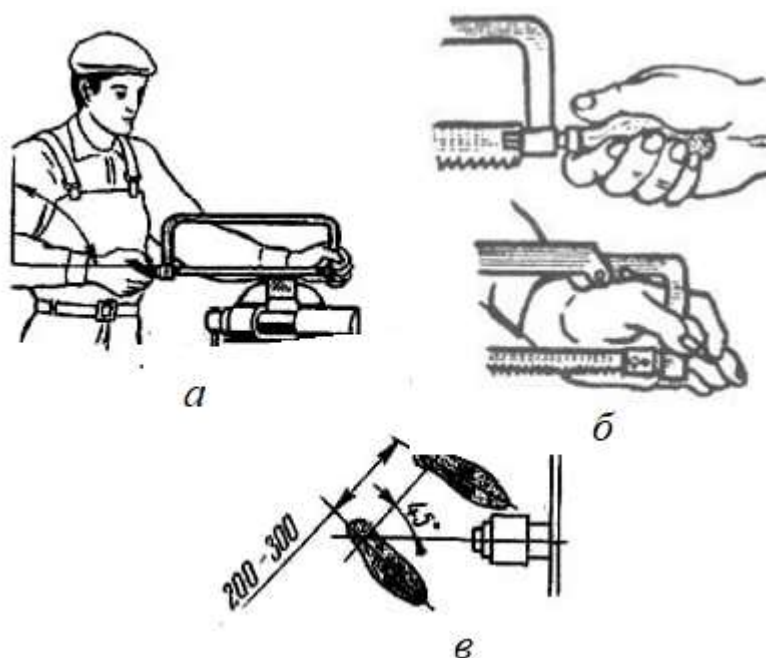


Рисунок 48 – Работа ручной ножовкой



Рисунок 49 – Положение ножовки при резке

Более высокая производительность труда достигается при использовании пневматической ножовки (рис. 50).



Рисунок 50 – Пневматическая ножовка

Резка металла **приводными ножовками**. Приводная ножовка (рис. 51) представляет собой металлорежущий станок. Резка производится с охлаждением маслом, водой или мыльной эмульсией.

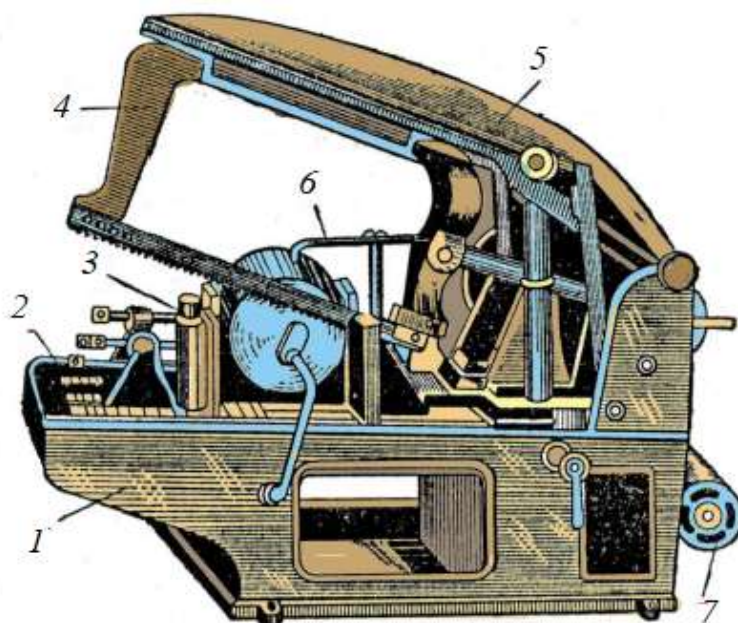


Рисунок 51 – Приводная ножовка:

1 – станина; 2 – стол; 3 – зажимные тиски; 4 – рамка с ножовкой; 5 – хобот; 6 – трубка для охлаждающей жидкости; 7 – электродвигатель

Резка труб. Полотно подбирают с мелкими зубьями. С помощью шаблона из жести, в виде пластинки, изогнутой по тру-

бе, проводят риску по окружности трубы. Трубу зажимают в тисках в горизонтальном положении. Тонкостенные трубы режут со специальными деревянными нагубниками. Применяют также труборезы, у которых режущим элементом служат стальные диски. На (рис. 52) показан труборез с тремя режущими дисками. Разрезание стальных труб сравнительно больших диаметров – операция трудоемкая, поэтому ее выполняют специальными *труборезами*.



Рисунок 52 – Труборез

Труборез состоит из скобы, двух неподвижных роликов, подвижного ролика (резца) и рукоятки. Труборез надевают на трубу, закрепленную в тисках или специальном приспособлении, вращением рукоятки прижимают подвижный ролик до соприкосновения с поверхностью трубы. Затем, поворачивая за рукоятку весь труборез вокруг трубы и постепенно поджимая воротком подвижный ролик, разрезают трубу.

5.3 Правка и гибка металлов

5.3.1 Правка

Правкой называется операция по устранению дефектов заготовок и деталей в виде вогнутости, выпуклости, волнистости, коробления, искривления и т. д. Ее сущность заключается в сжатии выпуклого слоя металла и расширении вогнутого.

Металл подвергается правке как в холодном, так и в нагретом состоянии. Выбор того или иного способа правки зависит от величины прогиба, размеров и материала заготовки (детали). Правка может быть ручной (на стальной или чугунной правильной плите) или машинной (на правильных вальцах или прессах).

Правильная плита (рис. 53), так же как и разметочная, должна быть массивной. Ее размеры могут быть от 400×400 мм до 1500×3000 мм. Устанавливается плита на металлические или деревянные подставки, обеспечивающие ее устойчивость и горизонтальность положения.



Рисунок 53 – Правильная плита

Для правки закаленных деталей (рихтовки) используют *рихтовальные бабки* (рис. 54). Они изготавливаются из стали и закаливаются. Рабочая поверхность бабки может быть цилиндрической или сферической радиусом 150–200 мм.

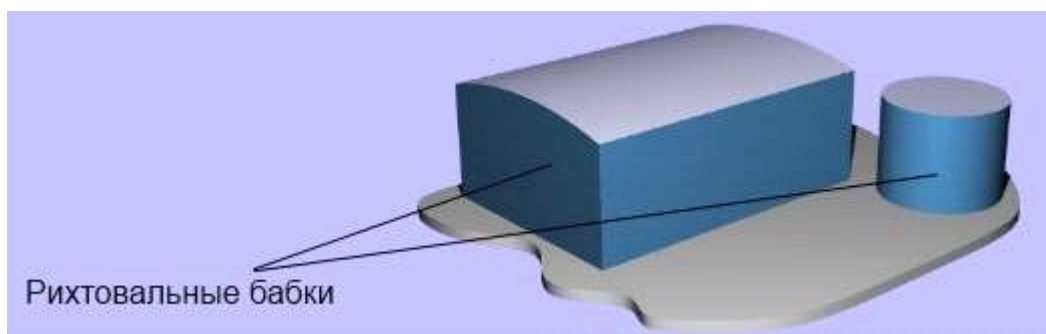


Рисунок 54 – Рихтовальные бабки

Ручную правку выполняют специальными молотками с круглым, радиусным или вставным из мягкого металла бойком (рис. 55). Тонкий листовый металл правят киянкой (деревянным молотком) (рис. 56).

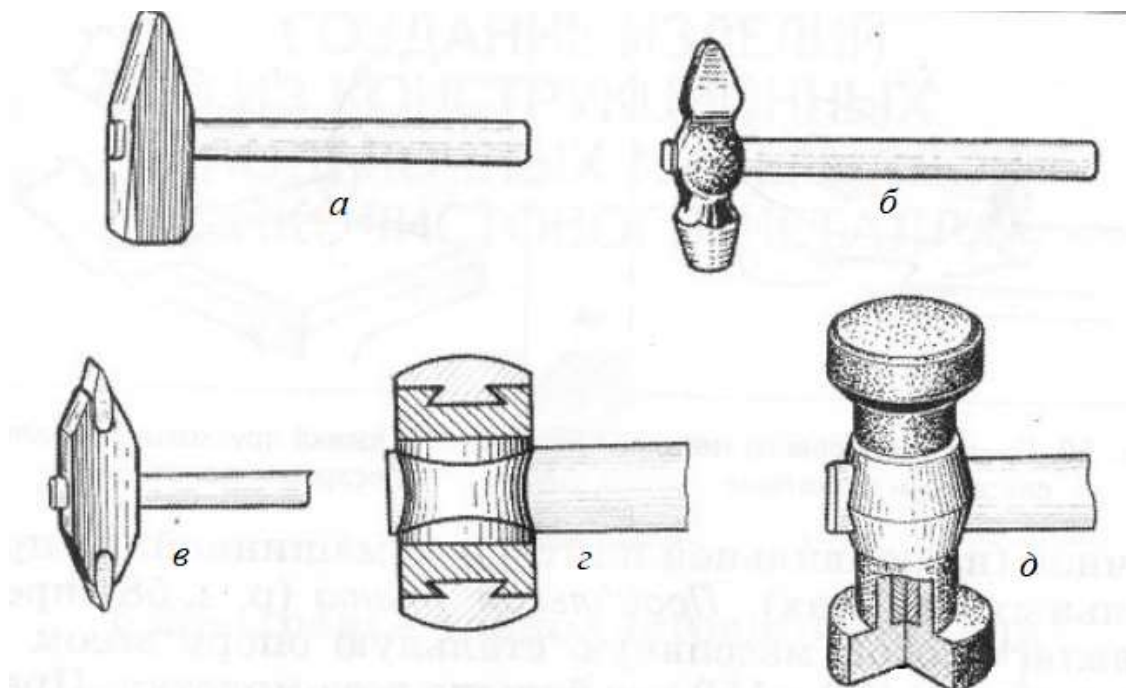


Рисунок 55 – Молотки для правки:
а – с квадратным бойком; б – с круглым бойком;
в – со вставкой из твердого сплава; г – со свинцовой вставкой;
д – с резиновым наконечником



Рисунок 56 – Киянки

При *правке металла* очень важно правильно выбрать места, по которым следует наносить удары. Силу удара необходимо соизмерять с кривизной металла и уменьшать по мере перехода от наибольшего прогиба к наименьшему. При большом изгибе полосы на ребро удары наносят носком молотка для односторонней вытяжки (удлинения) мест изгиба. Полосы со скрученным изгибом правят методом раскручивания. Проверяют правку на глаз, а при высоких требованиях к прямолинейности полосы – лекальной линейкой или на проверочной плите. Металл круглого сечения можно править на плите или на наковальне (рис. 57). Если пруток имеет несколько изгибов, то правят сначала крайние изгибы, а затем расположенные в середине.



Рисунок 57 – Наковальни

Наиболее сложной является правка листового металла. Лист кладут на плиту выпуклостью вверх (рис. 58). Удары наносят молотком от края листа по направлению к выпуклости. Под действием ударов ровная часть листа будет вытягиваться, а выпуклая выправляться. При правке закаленного листового металла наносят несильные, но частые удары носком молотка по направлению от вогнутости к ее краям. Верхние слои металла растягиваются, и деталь выпрямляется.

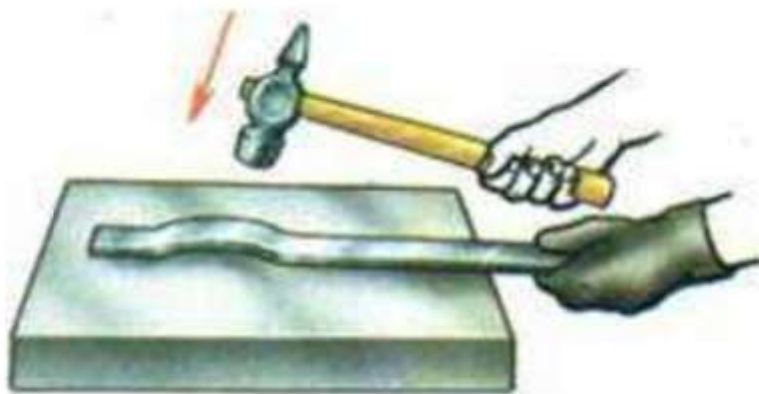


Рисунок 58 – Правка листового металла

Правка листового металла 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 (рис. 59). 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 (рис. 59, 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 (рис. 59, 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 (рис. 59, в), а очень тонкие листы проглаживают

деревянным или металлическим бруском – гладилкой, придерживая их на плите левой рукой (рис. 59, г). При правке лист периодически переворачивают.

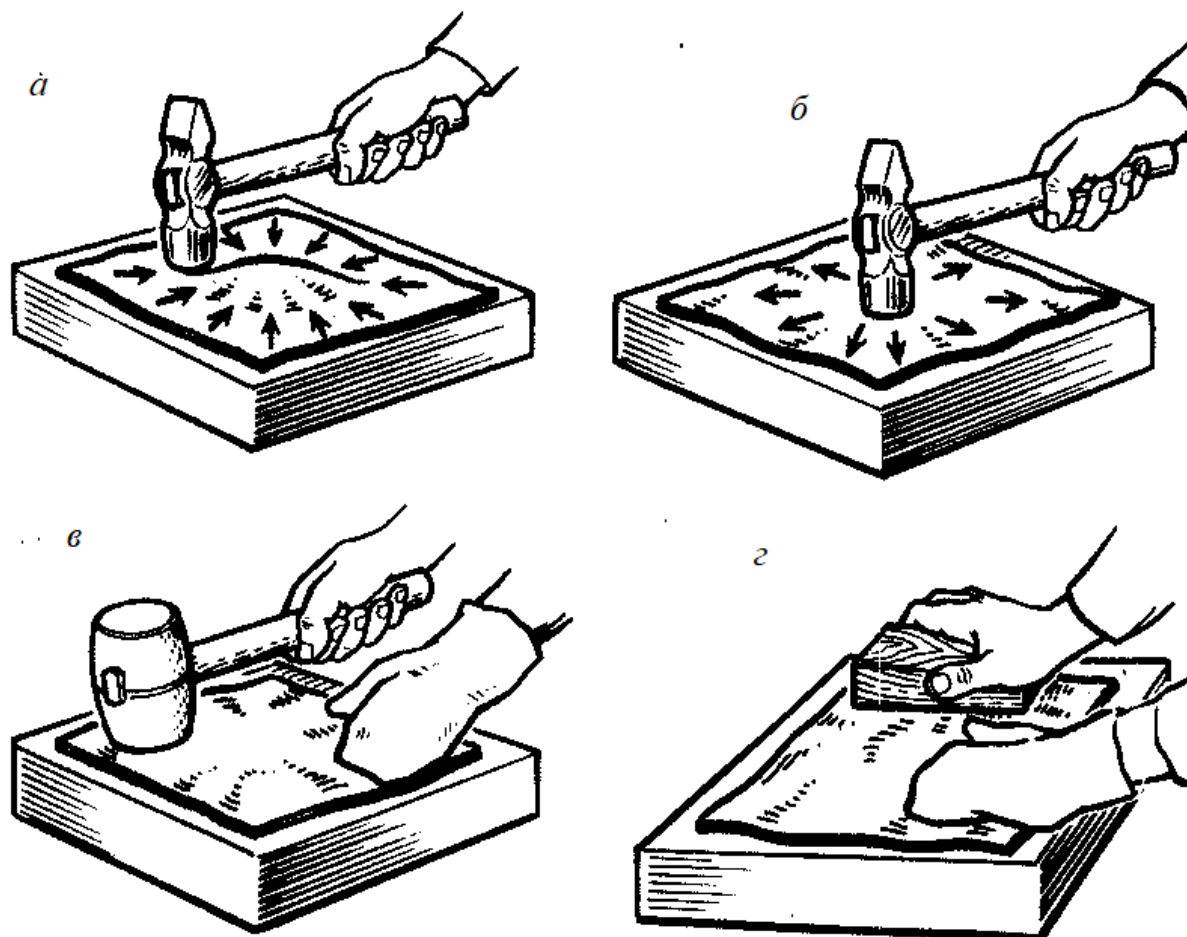


Рисунок 59 – Приемы правки листового металла;
а – правка выпуклости; б – правка волнистости по краям с ровной серединой; в – правка тонких листов киянкой; г – правка тонких листов деревянным или металлическим бруском

Валы и круглые заготовки большого сечения правят с помощью ручного винтового (рис. 60) или гидравлического пресса (рис. 61).



*Рисунок 60 – Ручной
винтовой пресс*



*Рисунок 61 – Гидравлический
пресс*

5.3.2 Гибка

По приемам работы и характеру рабочего процесса к правке металлов очень близко стоит другая слесарная операция – *гибка металлов*.

Гибкой называют операцию придания металлу определенной конфигурации без изменения его сечения и обработки металла резанием.

Гибку производят холодным или горячим способом вручную либо с использованием приспособлений и машин. Сущность ее заключается в том, что одна часть заготовки перегибается по отношению к другой на какой-либо заданный угол. Напряжения изгиба должны превышать предел упругости, а деформация заготовки должна быть пластической. Только в этом случае заготовка сохранит приданную ей форму после снятия нагрузки.

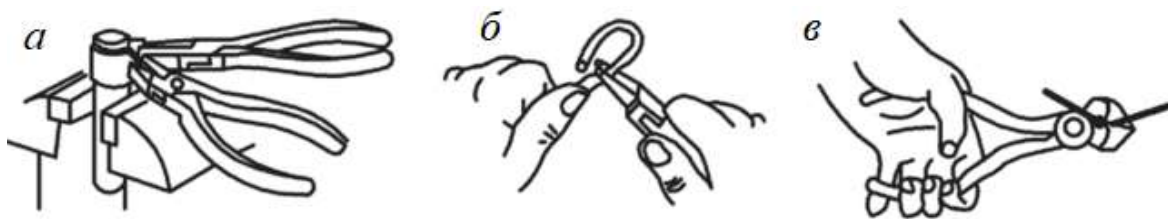


Рисунок 62 – Гибка проволоки;
а – гибка хомутика плоскогубцами в тисках;
б – гибка ушка круглогубцами;
в – отрезание проволоки острогубцами (кусачками)

Ручную гибку производят в тисках (рис. 63) с помощью слесарного молотка и различных приспособлений. Последовательность выполнения гибки зависит от размеров контура и материала заготовки.

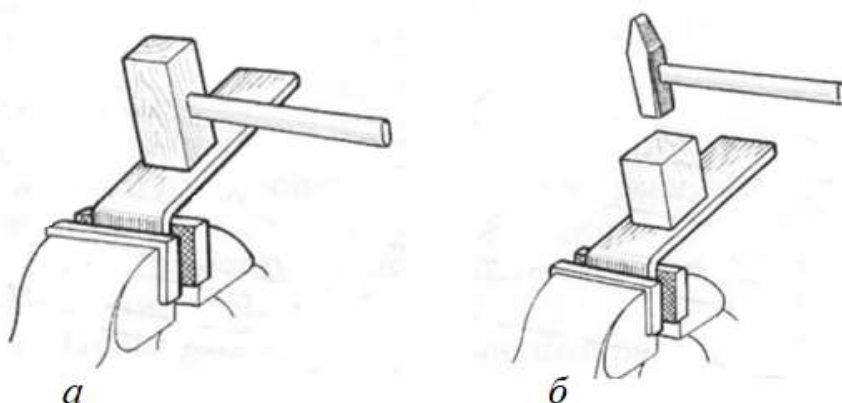


Рисунок 63 – Гибка в тисках тонколистового металла:
а – гибка заготовки киянкой; б – гибка заготовки с помощью слесарного молотка и деревянного бруска

Гибку тонколистового металла производят киянкой (рис. 62, *а*). При использовании для гибки металлов различных оправок (рис. 64) их форма должна соответствовать форме профиля детали с учетом деформации металла.

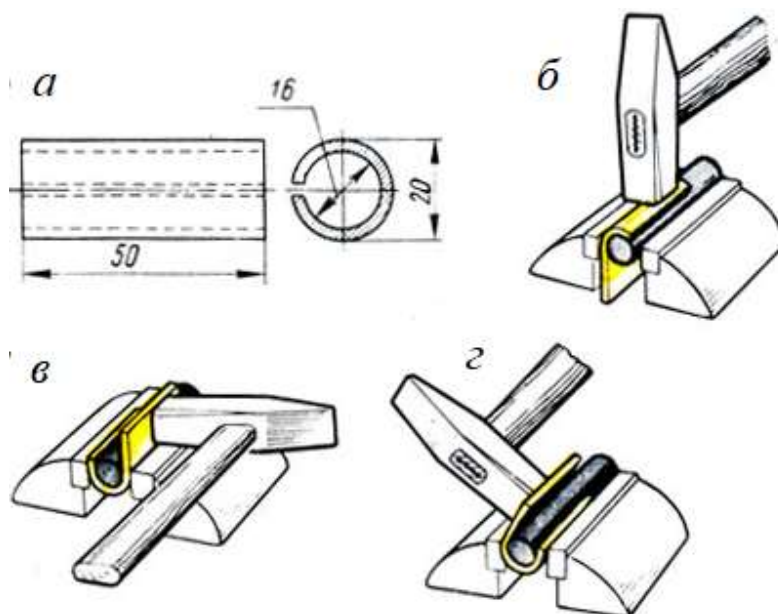


Рисунок 64 – Гибка втулки в круглой оправке
а – эскиз втулки; б, в, г – последовательность гибки

Выполняя гибку заготовки, важно правильно определить ее размеры. Расчет длины заготовки выполняют по чертежу с учетом радиусов всех изгибов. Для деталей, изгибаемых под прямым углом без закруглений с внутренней стороны, припуск заготовки на изгиб должен составлять 0,6–0,8 толщины металла.

При пластической деформации металла в процессе гибки нужно учитывать упругость материала: после снятия нагрузки угол загиба несколько увеличивается.

Изготовление деталей с очень малыми радиусами изгиба связано с опасностью разрыва наружного слоя заготовки в месте изгиба. Поэтому детали с малыми радиусами закруглений необходимо изготавливать из пластичных материалов или предварительно подвергать отжигу.

При изготовлении изделий иногда возникает необходимость в получении криволинейных участков труб, изогнутых под различными углами. Гибке могут подвергаться цельнотянутые и сварные трубы, а также трубы из цветных металлов и сплавов. Гибку труб производят с наполнителем (обычно сухой речной песок) или без него. Это зависит от материала трубы, ее диаметра и радиуса изгиба. Наполнитель предохраняет стенки трубы от образования в местах изгиба складок и морщин (гофров).

Гибка труб диаметром до 40 мм с большим радиусом кривизны в холодном состоянии показана на (рис. 65).

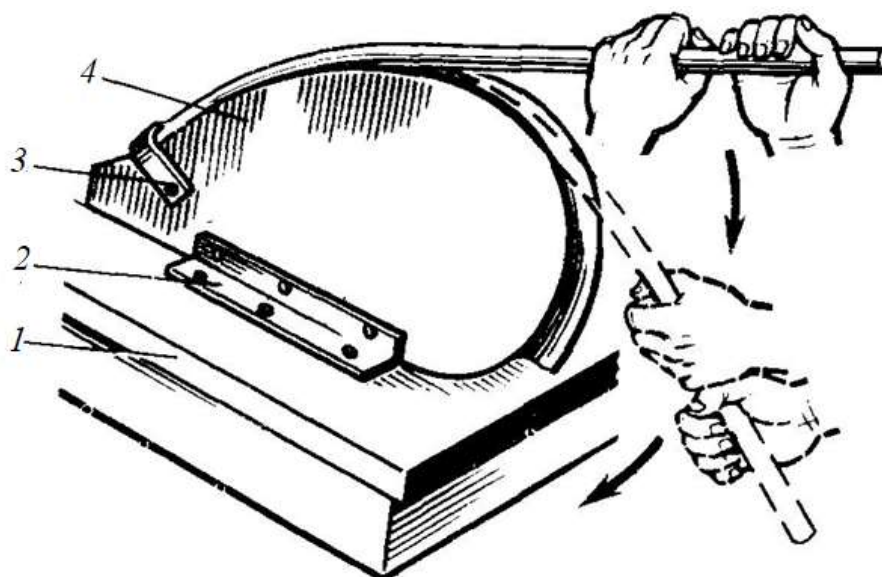


Рисунок 65 – Гибка труб в холодном состоянии в неподвижной оправке:
1 – верстак; 2 – скобки; 3 – хомутик; 4 – гибочная оправка

Гибку трубы холодным способом с наполнителем – песком осуществляют следующим образом:

- отжигают место гибки;
- изготавливают две деревянные пробки длиной, равной 2–3 диаметру трубы;
- забивают пробку в один конец трубы;
- насыпают совком сухой песок в трубу и при этом постукивают по ней для уплотнения песка;
- забивают деревянную пробку в другой конец трубы;
- закладывают конец трубы в приспособлении так, чтобы сварной шов (если труба цельнотянутая) находился сверху (рис. 66);



Рисунок 66 – Заполнение трубы песком

– взяв обеими руками трубу за длинный конец, осторожно сгибают ее на требуемый угол. После этого трубу снимают, вынимают пробки и высыпают песок.

Гибка труб без нагрева производится на ручных и приводных трубогибочных станках разных типов (рис. 67).



Рисунок 67 – Гибка труб без нагрева на трубогибочных станках:
а – ручных; б – приводных

5.4 Опиливание металлов

Опиливание – это процесс снятия припуска обыкновенными напильниками, надфилями или рашпилями и основано на ручном или механическом снятии с обрабатываемой поверхности тонкого слоя материала. Оно относится к основным наиболее распространенным операциям и позволяет получить окончательные размеры и необходимую шероховатость поверхности изделия. Опиливание производится, как правило, после операций рубки или резки для отделки поверхности обрабатываемого изделия и придания ему более точных размеров.

Различают следующие виды опиления поверхностей: плоских и криволинейных, угловых, параллельных, сложных и фасонных.

Опиливание подразделяется на предварительное (черновое) и окончательное (чистовое и отделочное), выполняемое различными напильниками.

Выбор напильника зависит от вида материала и вида опиления, величины снимаемого слоя и обрабатываемой детали.

Напильники представляют собой режущие инструменты в виде стальных закаленных брусков различного профиля с насеченными на рабочих поверхностях зубьями (рис. 68). Этими зубьями напильник срезает небольшие слои металла в виде стружки (опилок). Напильники бывают различной длины (за длину принимается насеченная часть напильника).

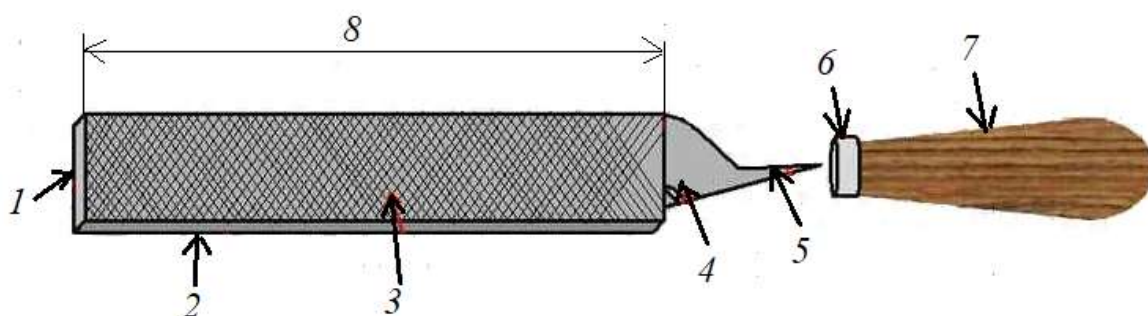


Рисунок 68 – Устройство напильника:
1 – нос; 2 – ребро; 3 – грань; 4 – пятка; 5 – хвостовик;
6 – кольцо; 7 – ручка; 8 – длина

Насечка напильников (рис. 69) бывает одинарной (простой) и двойной (перекрестной). Напильники с одинарной насечкой срезают металл широкой стружкой, равной всей длине зуба, поэтому работа ими требует больших усилий.

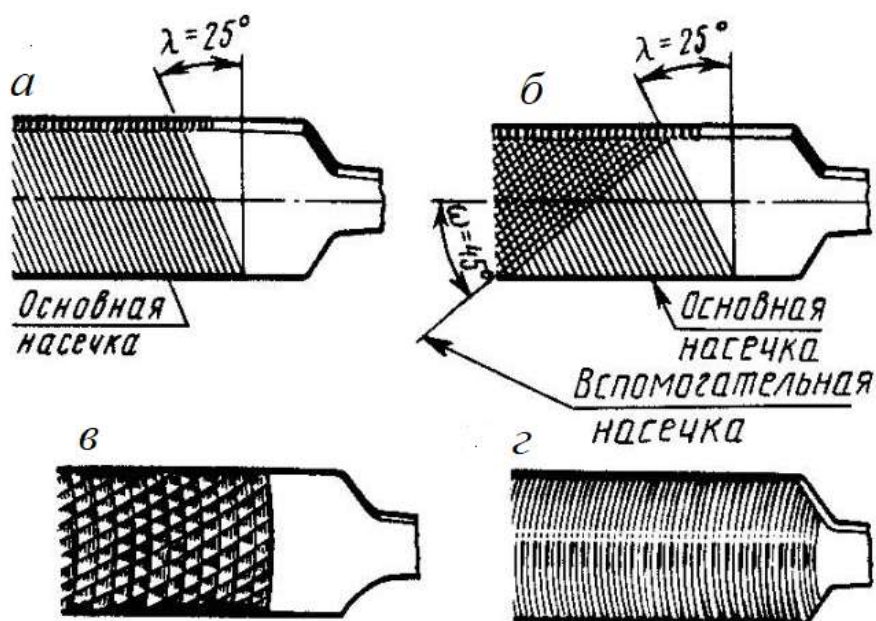


Рисунок 69 – Виды насечек: а – одинарная (простая);
б – двойная (перекрестная); в – рашпильная (точечная); г – дуговая

Напильники делятся на обыкновенные (рис. 70), специальные (рис. 71), рапили и надфили. К обыкновенным относятся напильники плоские (тупоносые и остроносые), квадратные, трехгранные, полукруглые и круглые.

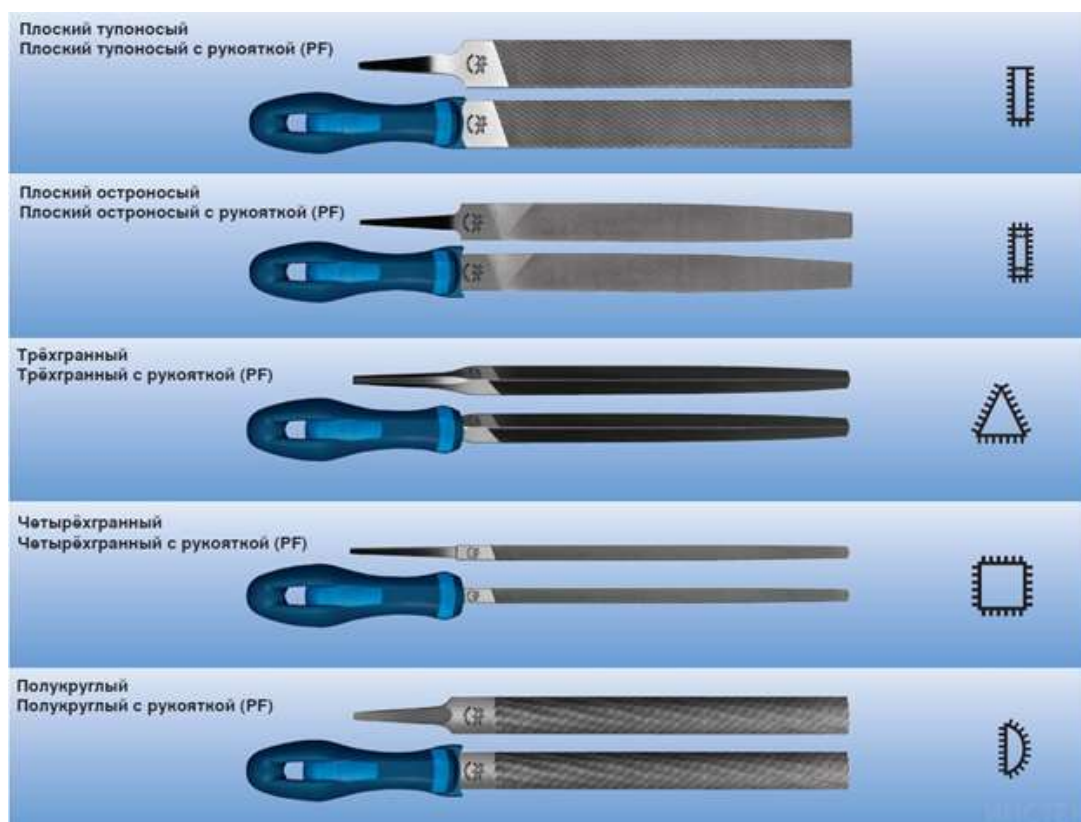


Рисунок 70 – Классификация напильников обыкновенных

Форму напильников (рис. 70) выбирают в зависимости от конфигурации обрабатываемого места. *Плоские* напильники используют для опилования плоских, криволинейных выпуклых и наружных сферических поверхностей; *квадратные* напильники – для опилования квадратных и прямоугольных отверстий; *трехгранные* – для обработки трехгранных поверхностей, заточки пил, а также для опилования плоских поверхностей, расположенных под острым углом; *ножовочные* – для опилования кромок острых углов, а также для выполнения узких канавок; *ромбические* – для обработки очень сложных контуров изделий; *круглые* – для выполнения полукруглых и круглых отверстий; *овальные* – для опилования овальных отверстий; *полукруглые и*

линзовые – для обработки криволинейных и вогнутых поверхностей.

К специальным напильникам относятся: ножовочные, ромбические (мечевидные), плоские с овальными ребрами, овальные, а также напильники брусовки (рис. 71) и др.

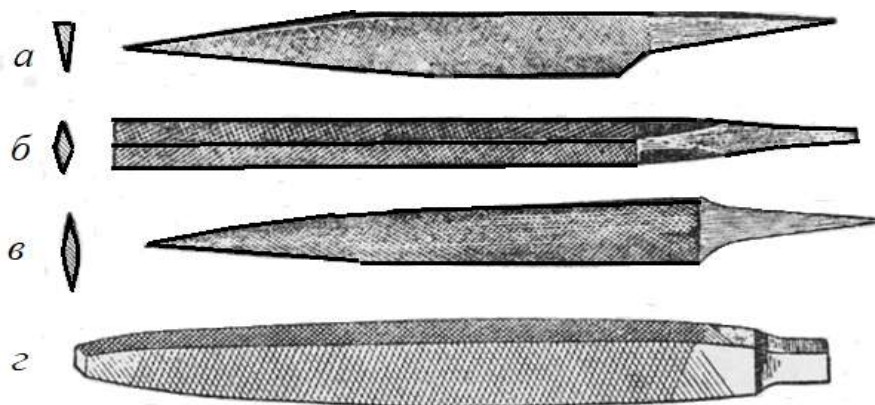


Рисунок 71 – Специальные напильники:

а – ножовочный; б – ромбический; в – овальный; г – напильник брусовка

По числу насечек, приходящихся на 1 см длины, напильники делятся на шесть классов:

- 1-й класс – напильники драчевые (крупная насечка); применяются для грубого чернового опилования;
- 2-й класс – напильники личные (мелкая насечка); применяются для чистовой обработки поверхностей;
- 3-й, 4-й, 5-й и 6-й классы – напильники бархатные с мелкой и очень мелкой насечкой; применяются для подгонки деталей, для отделки, доводки и шлифования поверхностей.

Напильники-брусовки имеют всего один класс. Это драчевые с очень крупной насечкой напильники, применяемые для самого грубого опилования.

Рашипи (рис. 72) – напильники с особым видом насечки (очень крупной), называемой рашпильной (рис. 73). Подразделяются они на плоские тупоносые, плоские остроносые, полукруглые, круглые (рис. 74).

Рашпиль может применяться для обработки дерева, мягких и отделочных листовых материалов. Основным его назначением считается опилование. Инструмент необходим для быстрого, ка-

чественного и простого удаления неровностей с какой-либо поверхности.

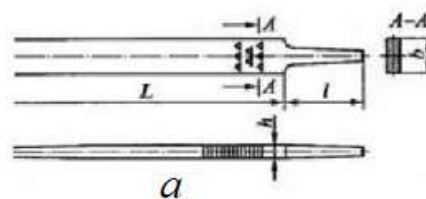


Рисунок 72 – Рашпили

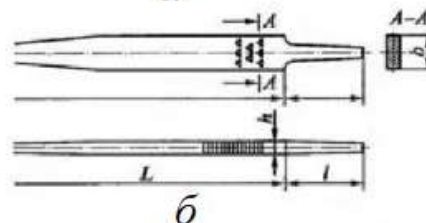


Рисунок 73 – Насечка рашпиля

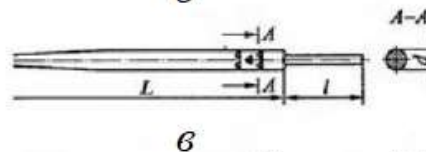
Плоские тупоконечные (а)



Плоские остроконечные (б)



Круглые (в)



Полукруглые (г)



Рисунок 74 – Виды рашпелей

Отличиями рашпиля можно считать следующие особенности:

- используется для грубой обработки материала;
- имеет высокую производительность;
- наличие массивной основной части, что позволяет передавать больше усилий.

Рашпили по металлу так же, как и другие типы, в зависимости от насечек на рабочей поверхности делятся на следующие виды:

- с крупной насечкой в количестве 8–12 штук на 1 см^2 ;
- средние – 12–18 элементов на 1 см^2 ;
- мелкие – 18–22 элементов на 1 см^2 .

Надфиль—это маленький напильник для работы с мелкими деталями. Бывают двух видов (рис. 75):

– прямые одноконцевые (рис. 76) надфили имеют насечку на одном конце и длинный цилиндрический хвостовик, предназначенный для установки специальных ручек. Можно работать без них, но это менее удобно;

– изогнутые двухконцевые позволяют использовать оба конца с насечкой, а роль ручки выполняет их средняя часть. За рубежом такие надфили изготавливаются в широком ассортименте, а в нашей стране они распространены мало.

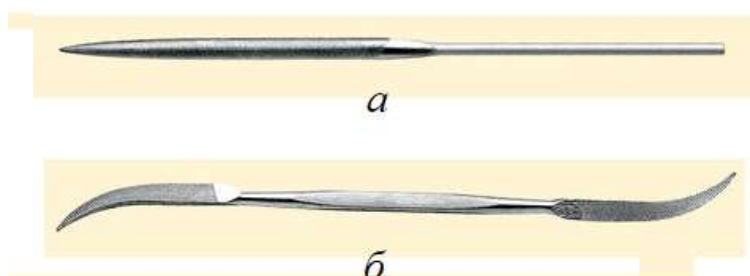


Рисунок 75 – Виды надфилей:
а – прямой одноконцевой; б – изогнутый двухконцевой



Рисунок 76 – Прямые одноконцевые надфили

Поперечные сечения надфилей повторяют сечения напильников. Длина надфиля – это его рабочая часть. Размерный ряд в (мм): 80, 120, 160. Вид насечки – только двойная, а на боковой стороне полотна прямоугольного сечения – одинарная. Размер насечки измеряется так же, как у напильников, количеством зубьев на 1 см длины полотна, но она мельче. Существует 10 номеров насечки – от № 00 (20 зубьев на 1 см) до № 8 (112 зубьев на 1 см). *Алмазные надфили* предназначены для обработки материалов с большой твердостью, например закаленных высокоуглеродистых сталей и т. п. Роль насечки выполняет покрытие из тонкого слоя порошкообразных природных или синтетических алмазов. В качестве связующего материала используется никель.

При опиливании заготовку закрепляют в тисках, при этом опиливаемая поверхность должна выступать над уровнем губок тисков на 8–10 мм. Чтобы предохранить заготовку от вмятин при зажиме, на губки тисков надевают нагубники из мягкого материала. Рабочая поза при опиливании металла аналогична рабочей позе при разрезании металла ножовкой (рис. 77, 78). Правой рукой берут за ручку напильника так, чтобы она упиралась в ладонь руки, четыре пальца охватывали ручку снизу, а большой палец помещался сверху. Ладонь левой руки накладывают несколько поперек напильника на расстоянии 20–30 мм от его носка (рис. 79). Перемещают напильник равномерно и плавно на всю длину. Движение напильника вперед является рабочим ходом. Обратный ход – холостой, его выполняют без нажима. При обратном ходе не рекомендуется отрывать напильник от изделия, так как можно потерять опору и нарушить правильное положение инструмента.

Опиливание поверхности обычно заканчивается ее отделкой, которая производится различными способами. В слесарном деле поверхности отделывают личным и бархатным напильниками, бумажной или полотняной абразивной шкуркой, абразивными брусками.

Отделка напильниками производится поперечным, продольным и круговым штрихами (рис. 80).

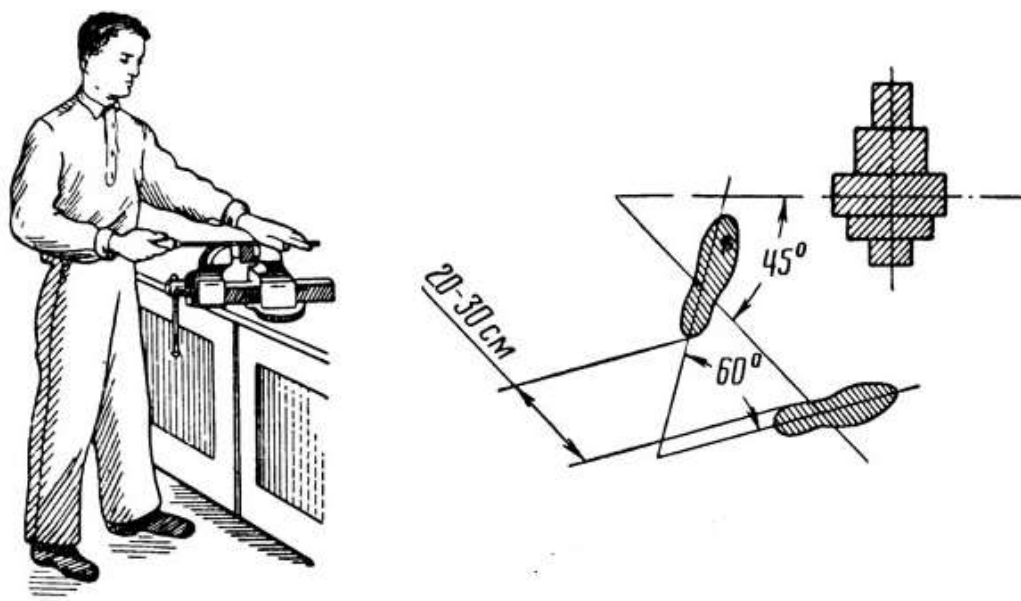


Рисунок 77 – Рабочая поза при опиливании металла

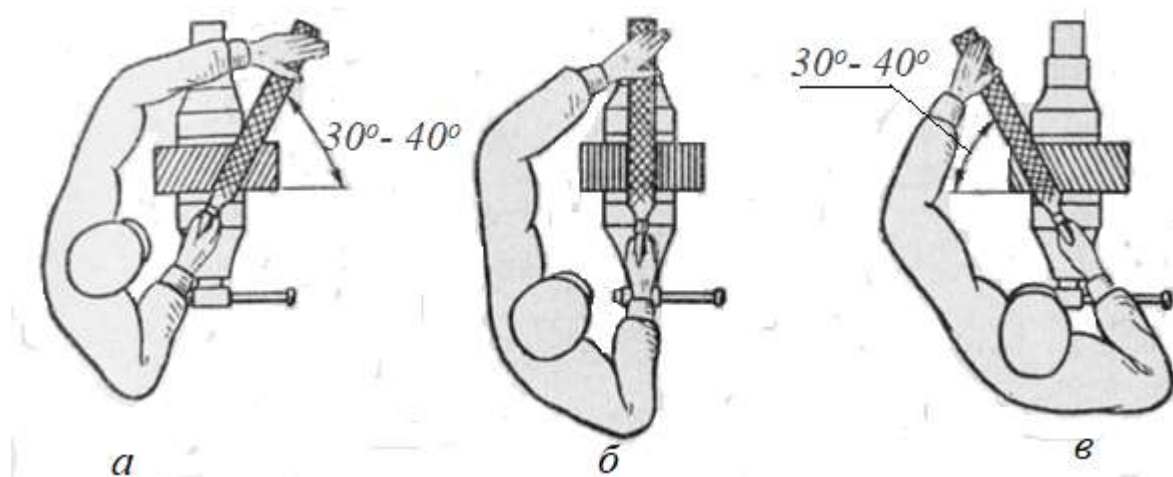


Рисунок 78 – Опиливание:
а, б, в – последовательное положение работающего

После отделки напильником поверхность обрабатывают абразивными брусками или абразивной шкуркой (мелкими номерами) всухую или с маслом. В первом случае получают блестящую поверхность металла, во втором – полуматовую. При отделке меди и алюминия шкурку следует натирать стеарином.

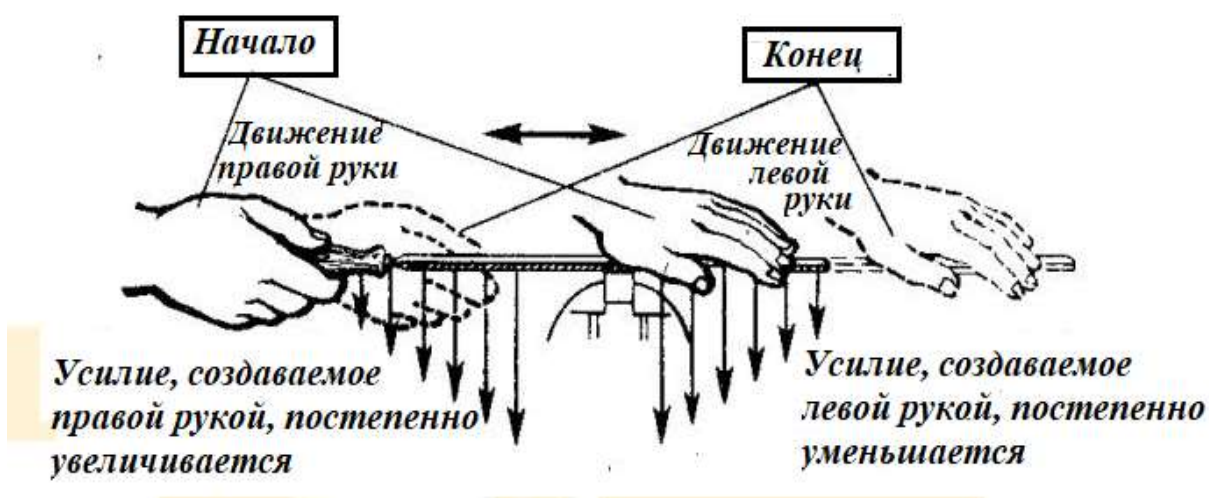


Рисунок 79 – Движения рук при опиливании

Улучшение условий и повышение производительности труда при опиливании металла достигается применением механизированных (электрических и пневматических) напильников.

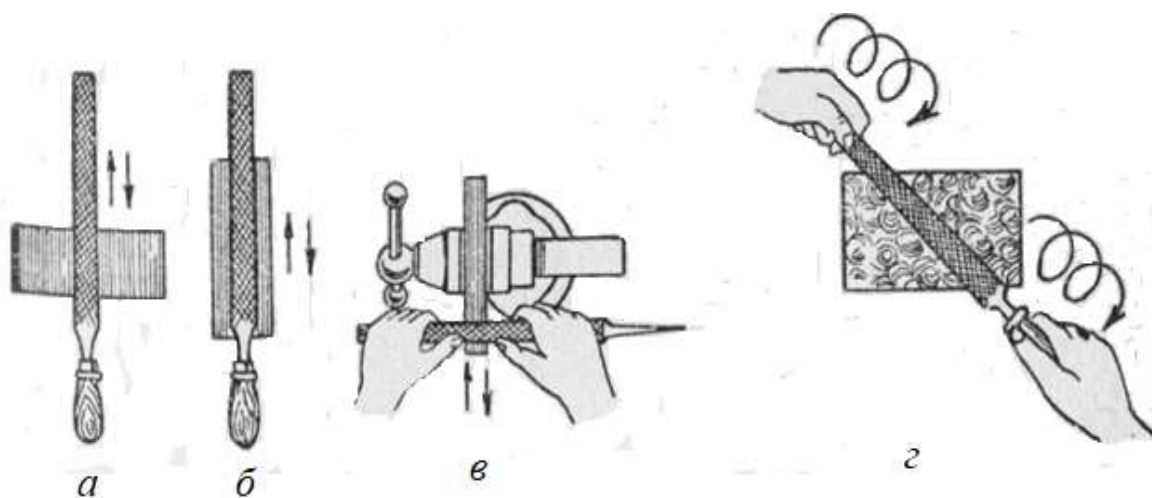


Рисунок 80 – Отделка поверхности напильником:
а – поперечным штрихом; б, в – продольным штрихом;
г – круглым штрихом

5.5 Сверление, зенкерование, зенкование и развертывание отверстий

В работе слесаря по изготовлению, ремонту или сборке деталей механизмов и машин часто возникает необходимость получения в этих деталях самых различных отверстий. Для этого производят **сверление, зенкование, зенкерование и развертывание отверстий**.

Сущность данных операций заключается в том, что процесс резания (снятия слоя материала) осуществляется вращательным и поступательным движениями режущего инструмента (сверла, зенкера и т. д.) относительно своей оси. Эти движения создаются с помощью ручных (коловорот, дрель) или механизированных (электрическая дрель) приспособлений (рис. 81), а также станков (сверлильных, токарных и др.) (рис. 82).



Рисунок 81 – Сверление отверстий электрической дрелью



Рисунок 82 – Сверление отверстий на сверлильном станке

Сверление – один из видов обработки отверстий резанием специальным инструментом – сверлом. По конструкции и назначению сверла делятся на *перовые, спиральные, центровочные* и др. (рис. 83). В современном производстве применяются преимущественно спиральные сверла (рис. 84) и реже специальные виды сверл.

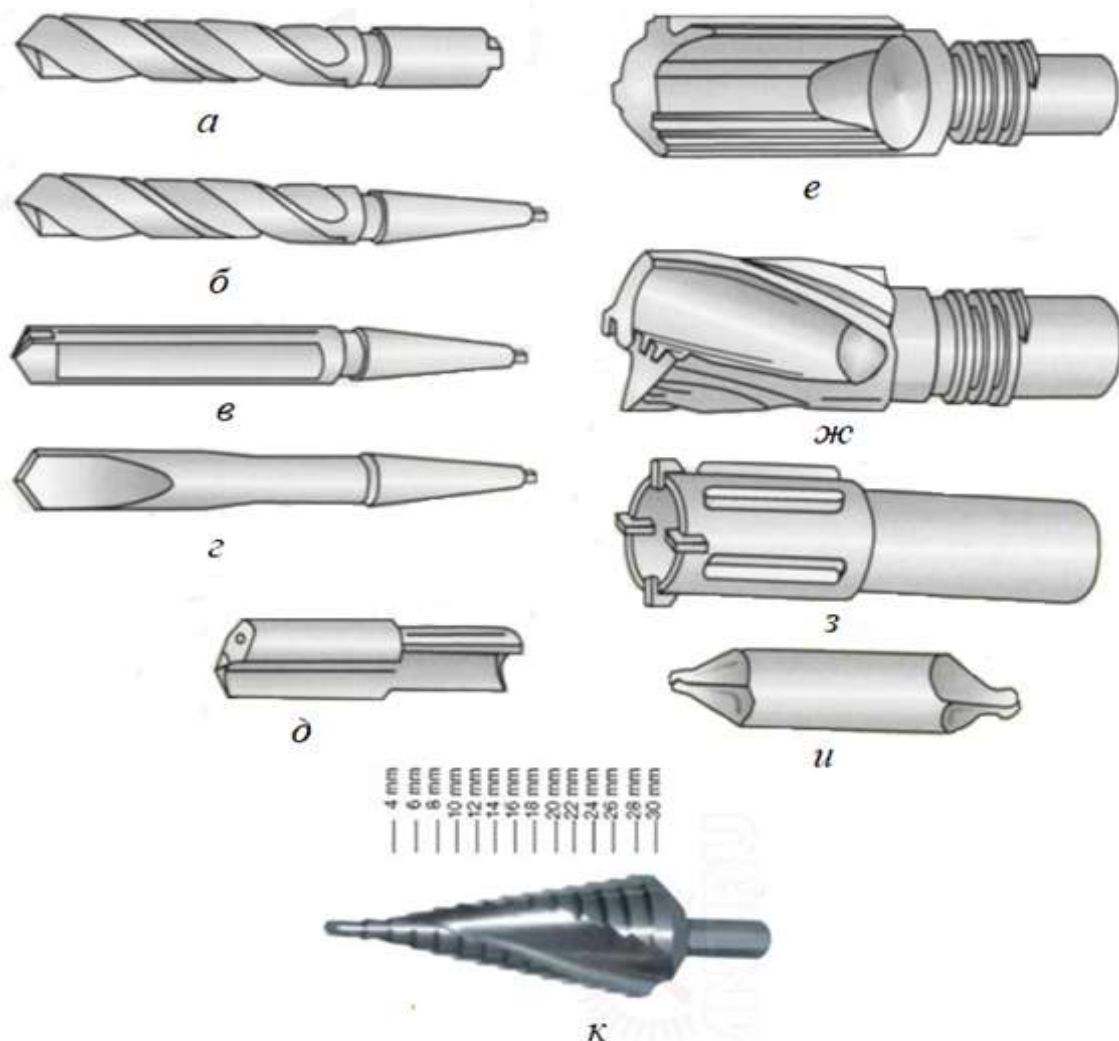


Рисунок 83 – Виды сверл:

а – спиральное с цилиндрическим хвостовиком; б – спиральное с коническим хвостовиком; в – с прямыми канавками; г – перовое; д, е, ж – для глубокого сверления (ружейное); з – для кольцевого сверления; и – центровочное; к – коническое ступенчатое

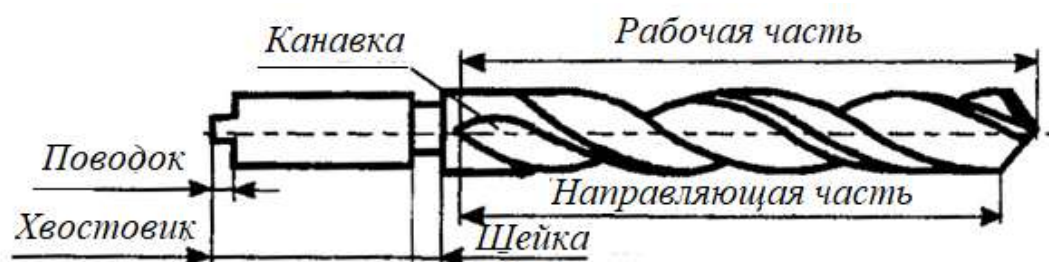


Рисунок 84 – Конструктивные элементы спирального сверла

Спиральные сверла в основном выполняются с двумя типами хвостовиков:

- цилиндрический хвостовик применяется для сверл маленького диаметра для закрепления в сверлильных патронах;
- конический хвостовик – на сверлильных станках. Сверло с коническим хвостовиком устанавливается в коническое отверстие шпинделя станка и удерживается в нем силой трения.

Сверлами обрабатывают не только глухие и сквозные отверстия в сплошном материале, но и рассверливают – увеличивают размер (диаметр) уже полученных отверстий.

Последовательность обработки отверстия и движения инструментов показаны на (рис. 85).

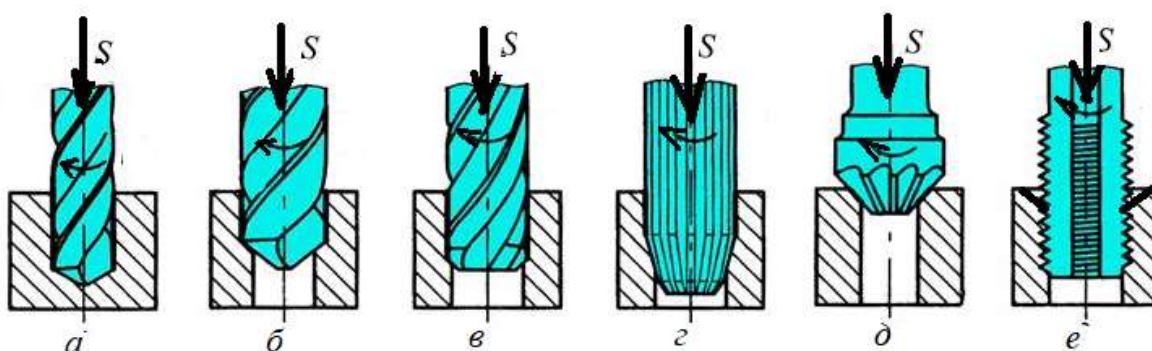


Рисунок 85 – Последовательность обработки отверстия и движения инструментов:

*а – сверление; б – рассверливание; в – зенкерование;
г – развертывание; д – зенкование; е – нарезание резьбы*

Зенкерование – это обработка отверстий, полученных литьем, штамповкой или сверлением, для придания им цилиндрической формы, повышения точности и качества поверхности. Зенкерование выполняется специальными инструментами – зенкерами (рис. 86). Зенкеры могут быть с режущими кромками на цилиндрической или конической поверхности (цилиндрические и конические зенкеры – рис. 87), а также с режущими кромками, расположенными на торце (торцовые зенкеры). Для обеспечения соосности обрабатываемого отверстия и зенкера на торце последнего иногда делают гладкую цилиндрическую направляющую часть. Зенкерование может быть процессом окончательной обработки или подготовительным к развертыванию. В послед-

нем случае при зенкерованием оставляют припуск на дальнейшую обработку.

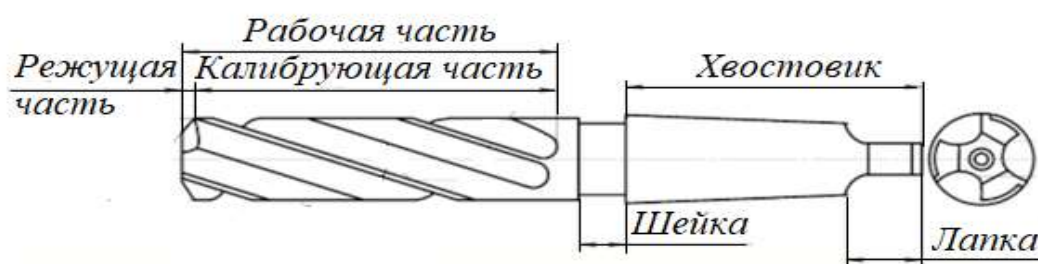


Рисунок 86 – Конструктивные элементы зенкера

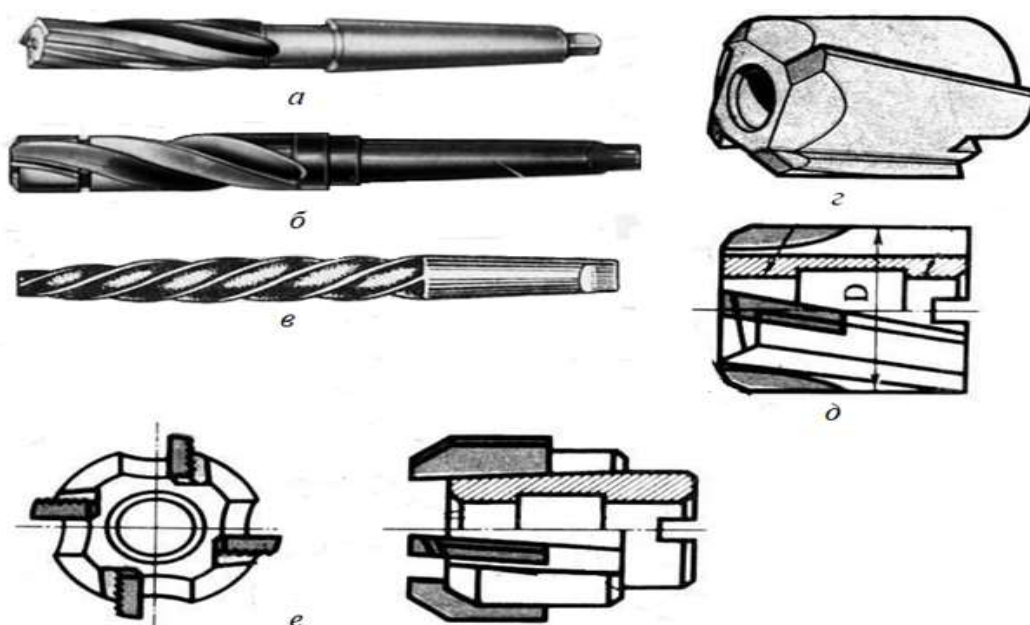


Рисунок 87 – Цилиндрические и конические зенкеры:

- а – цилиндрический хвостовой цельный быстрорежущий;
 б – цилиндрический хвостовой твердосплавный;
 в – конический хвостовой цельный; г – насадной быстрорежущий;
 д – насадной твердосплавный; е – насадной со вставными ножами*

Зенкерование – точная операция, поэтому ее нельзя проводить вручную при помощи обычной электродрели, здесь требуется специальный станок (рис. 88).



Рисунок 88 – Зенкерование отверстия на сверлильном станке

Зенкование называется обработка в верхней части отверстий фасок или цилиндрических углублений, например под потайную головку винта или заклепки (рис. 89, 90). Выполняется зенкование зенковками (рис. 90) или сверлом большего диаметра.

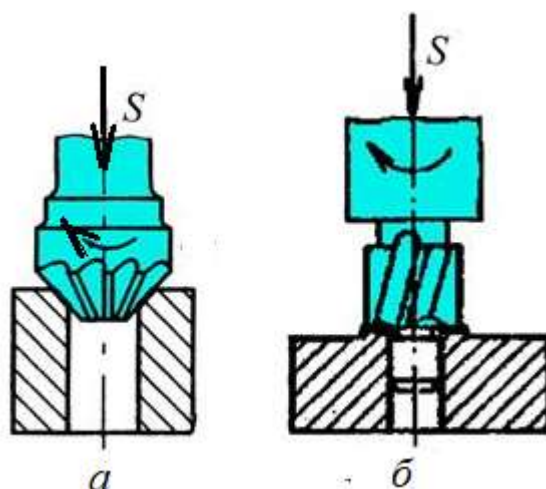


Рисунок 89 – Зенкование:

a – конической зенковкой; б – цилиндрической зенковкой (цековкой)



Рисунок 90 – Зенкование под потайную головку винта



Рисунок 91 – Зенковки:

*а – коническая; б – цилиндрическая с коническим хвостовиком;
в – цилиндрическая с цилиндрическим хвостовиком*

Развертывание – это чистовая обработка отверстий. По своей сущности она подобна зенкерованию, но обеспечивает более высокую точность и малую шероховатость обработки поверхности отверстий. Выполняется эта операция слесарными (ручными) или станочными (машинными) развертками. Развертки могут быть (рис. 92):

- в зависимости от места установки – ручные и машинные;
- по форме отверстия – цилиндрические и конические;

- в зависимости от типа фиксации в патроне – хвостовые и насадные;
- по расположению режущих кромок – с равномерным и неравномерным.

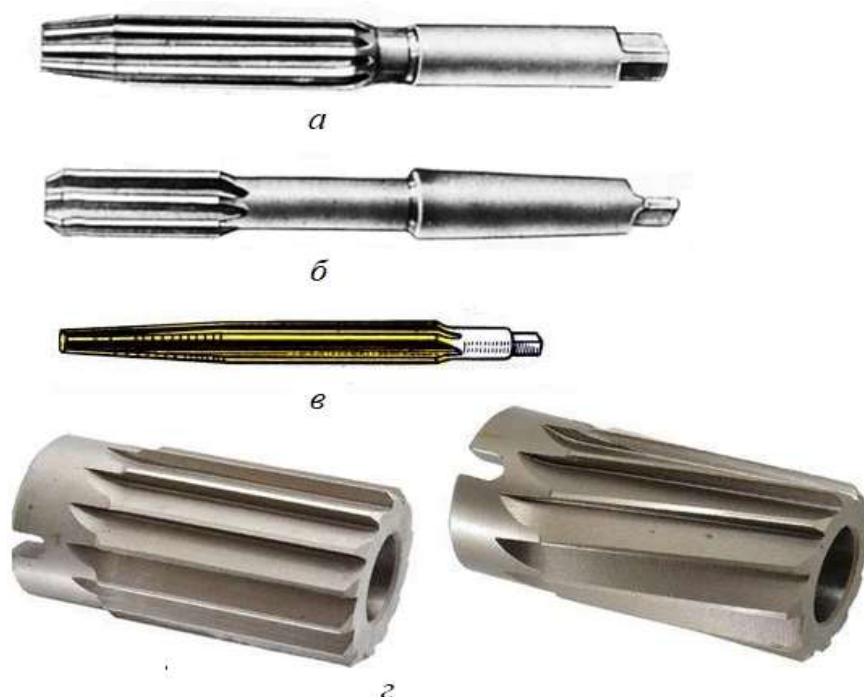


Рисунок 92 – Развертки:

а – ручная цилиндрическая хвостовая; б – машинная цилиндрическая хвостовая; в – ручная коническая хвостовая; г – машинные насадные

Ручные и машинные развертки состоят из основных частей: рабочей, шейки и хвостовика (рис. 93).

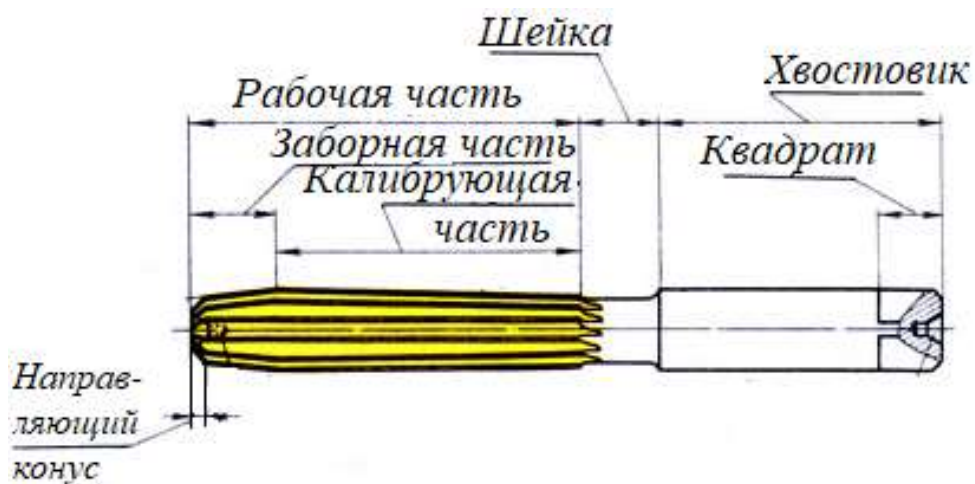


Рисунок 93 – Конструктивные элементы развертки

Обработка отверстий развертыванием выполняется в основном на сверлильных или токарных станках (рис. 94, б, в). Однако, если деталь невозможно установить на станок или отверстия расположены в труднодоступных местах, обработка производится вручную с помощью воротков (рис. 94, а), ручных или механизированных (электрических и пневматических) дрелей.

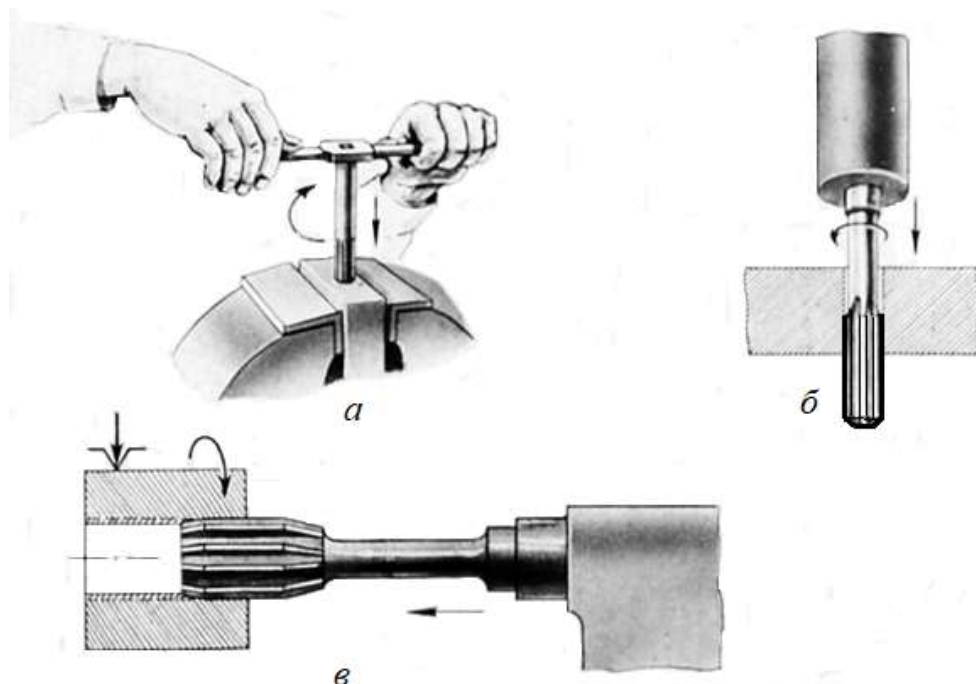


Рисунок 94 – Развертывание отверстий.
а – вручную; б – на сверлильном станке; в – на токарном станке

5.6 Нарезание резьбы

Нарезание резьбы – это образование винтовой поверхности на наружной либо внутренней цилиндрической или конической поверхностях детали.

Приемы нарезания резьбы, и особенно применяемый при этом режущий инструмент, во многом зависят от вида и профиля резьбы.

Резьбы бывают *однозаходные*, образованные одной винтовой линией (ниткой), или *многозаходные*, образованные двумя и более нитками. По направлению винтовой линии резьбы подразделяют на *правые* и *левые*.

Профилем резьбы называется сечение ее витка плоскостью, проходящей через ось цилиндра или конуса, на котором выполнена резьба.

Для нарезания резьбы важно знать основные ее элементы: шаг, наружный, средний и внутренний диаметры, форму профиля резьбы.

Шагом резьбы P называют расстояние между двумя одноименными точками соседних профилей резьбы, измеренное параллельно оси резьбы. Резьба М4 имеет шаг 0,7 мм; М6 – 1 мм; М8 – 1,25 мм; М10 – 1,5 мм; М12 – 1,75 мм; М14 – 2 мм; М16 – 2 мм; М18 – 2,5 мм; М20 – 2,5 мм; М22 – 2,5 мм; М24 – 3 мм; М27 – 3 мм; М30 – 3,5 мм.

Наружный диаметр d – наибольшее расстояние между крайними наружными точками, измеренное в направлении, перпендикулярном оси резьбы.

Внутренний диаметр d_1 – наименьшее расстояние между крайними внутренними точками резьбы, измеренное в направлении, перпендикулярном оси.

Средний диаметр – расстояние между двумя противоположными параллельными боковыми сторонами профиля резьбы, измеренное в направлении, перпендикулярном оси.

По форме профиля резьбы подразделяют на **треугольные, прямоугольные, трапецидальные, упорные** (профиль в виде неравнобокой трапеции) и **круглые** (рис. 95).

В зависимости от системы размеров резьбы делятся на **метрические, дюймовые, трубные** и др. (рис. 96).

В **метрической резьбе** угол треугольного профиля равен 60° , наружный, средний и внутренний диаметры и шаг резьбы выражаются в миллиметрах. Пример обозначения: М20×1,5 (первое число – наружный диаметр, второе – шаг).

Параметры в **дюймовой резьбе** определяются в дюймах.

Трубная резьба отличается тем, что ее исходным размером является не наружный диаметр резьбы, а диаметр отверстия трубы, на наружной поверхности которой нарезана резьба.

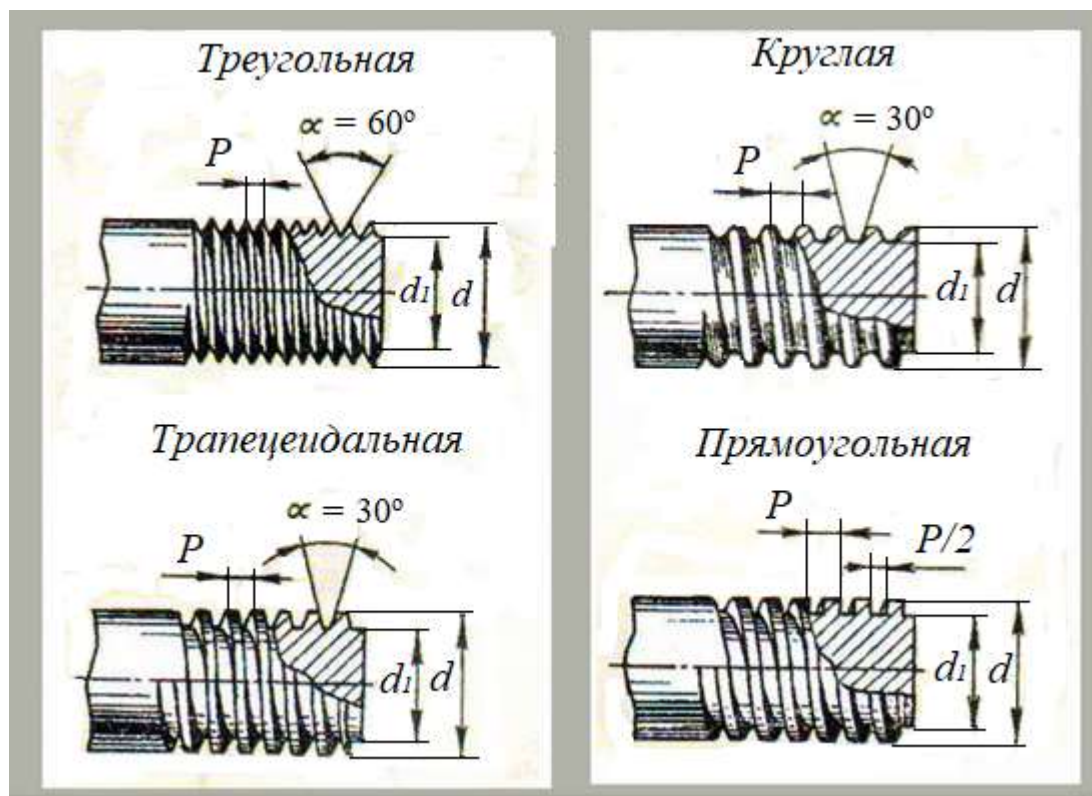


Рисунок 95 – Классификация резьбы по форме профиля

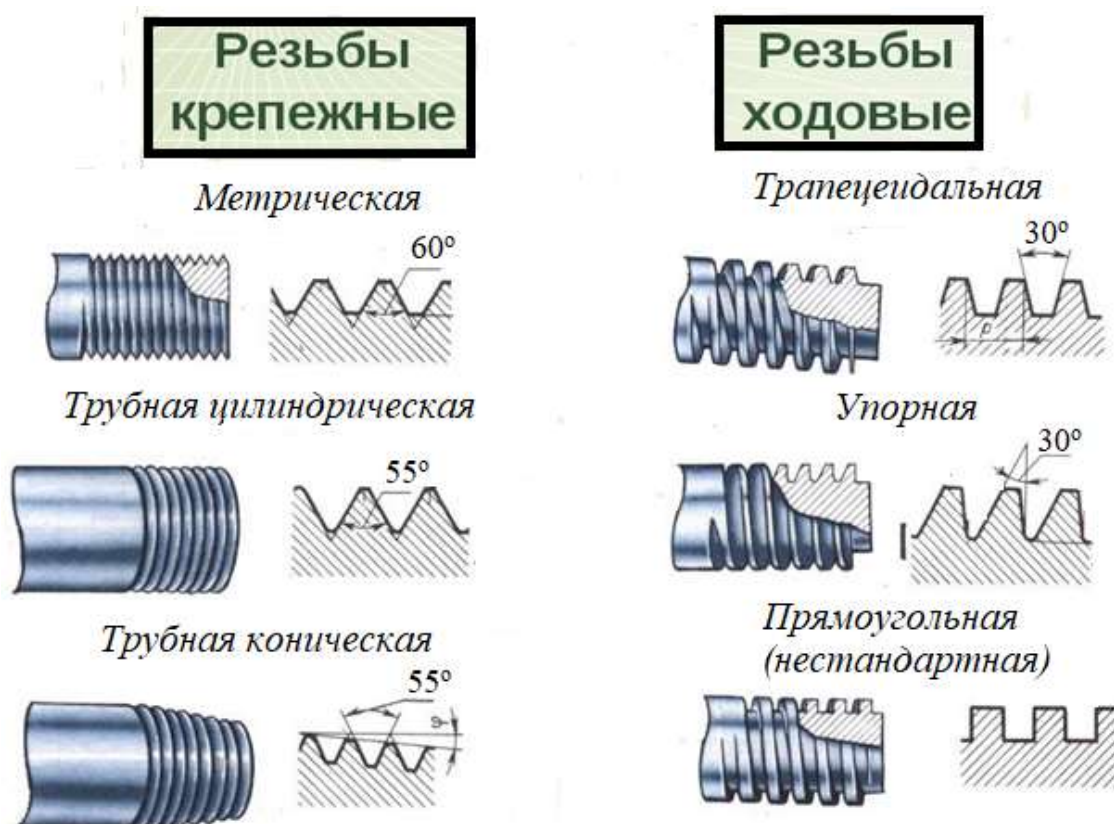


Рисунок 96 – Классификация резьбы в зависимости от системы размеров

Нарезание винтовой поверхности на болтах, валиках и других наружных поверхностях деталей можно выполнять *вручную* или *машинным* способами (рис. 97).



Рисунок 97 – Нарезание резьбы вручную:

а – наружной цилиндрической; б – внутренней цилиндрической

К ручным инструментам для нарезания наружных резьб относятся круглые разрезные и неразрезные **плашки** (рис. 99, а, б), а также четырех- и шестигранные пластинчатые плашки, клуппы для нарезания резьбы на трубах (рис. 99, в). Конструктивные элементы плашки показаны на рисунке 98.



Рисунок 98 – Конструктивные элементы плашки



а



б



в

Рисунок 99 – Плашки:
а – круглая; б – разрезная; в – клуппы

Для крепления плашек используются плашкодержатели (рис. 100). Установка плашек в плашкодержателе показана на рис. 101.

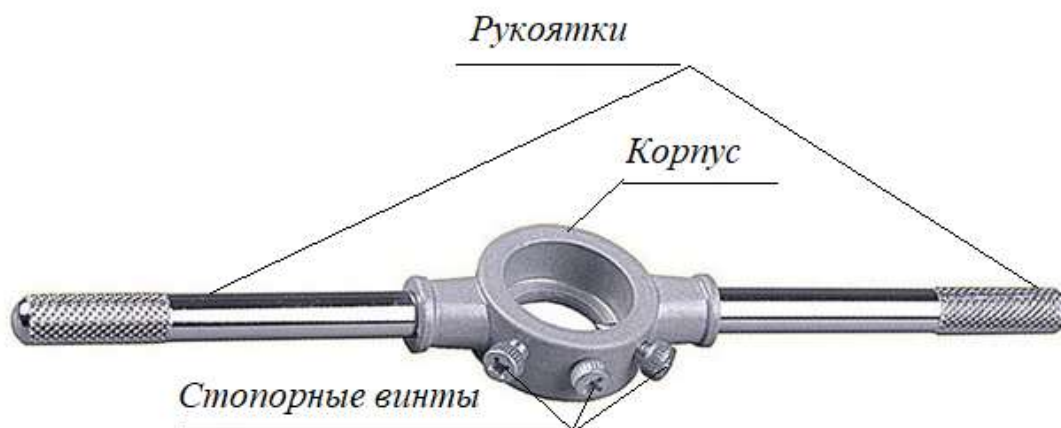


Рисунок 100 – Плашкодержатель



Рисунок 101 – Установка плашки в плашкодержателе

Круглая плашка используется также для машинного нарезания резьбы (рис. 102, 103).

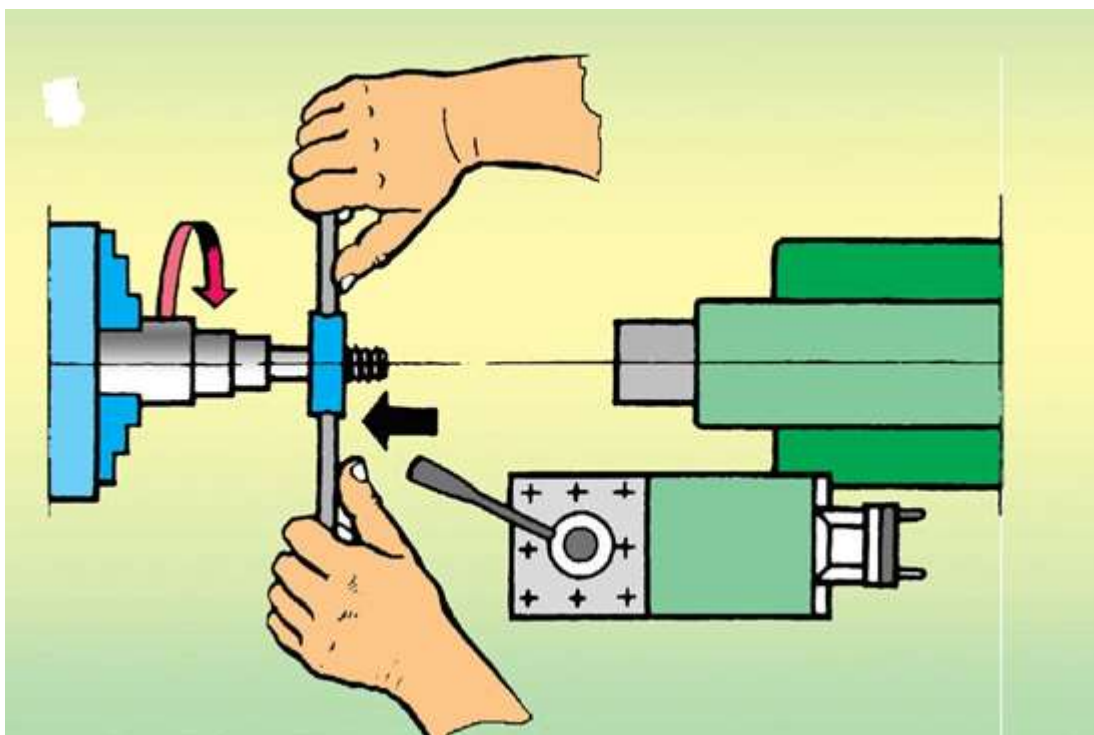


Рисунок 102 – Нарезание резьбы плашкой на токарном станке

Нарезание наружной резьбы машинным способом может производиться на токарных станках резьбовыми резцами

(рис. 104), гребенками, резьбонарезными головками с радиальными, тангенциальными и круглыми гребенками, вихревыми головками, а также на сверлильных станках резьбонарезными головками, на фрезерных станках резьбонарезными фрезами и на резьбошлифовальных станках одноконтурными и многоконтурными кругами.

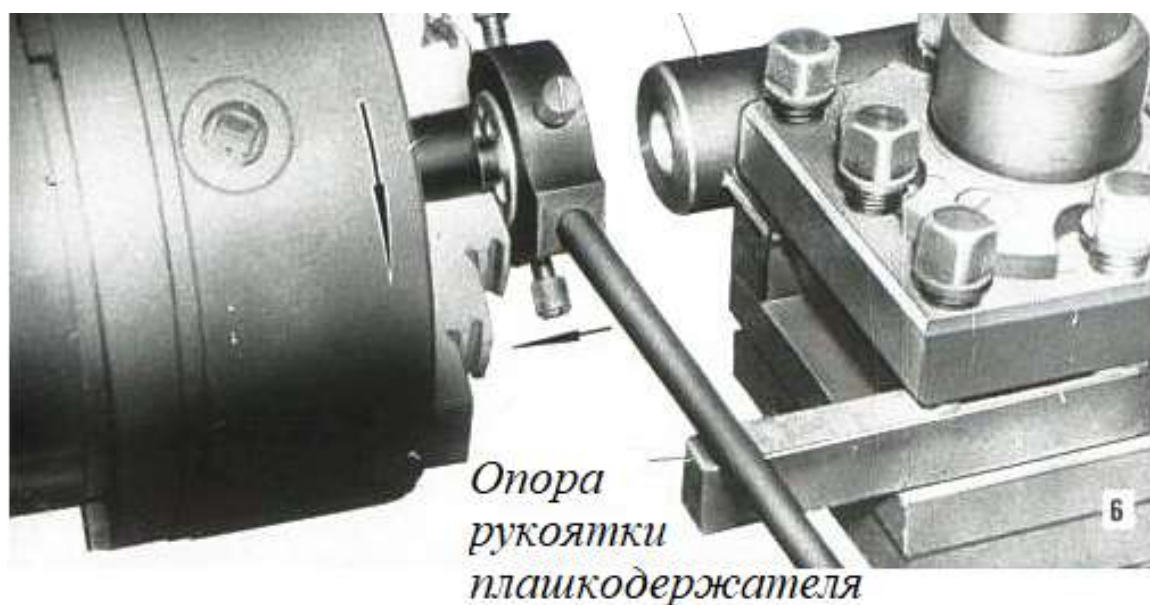


Рисунок 103 – Нарезание резьбы плашкой с применением упора-втулки, закрепленного в резцедержателе



Рисунок 104 – Нарезание наружной резьбы машинным способом

Нарезание резьбы в отверстиях выполняют метчиками (рис. 105) вручную (рис. 97, б) и машинным способом (рис. 111, 112).

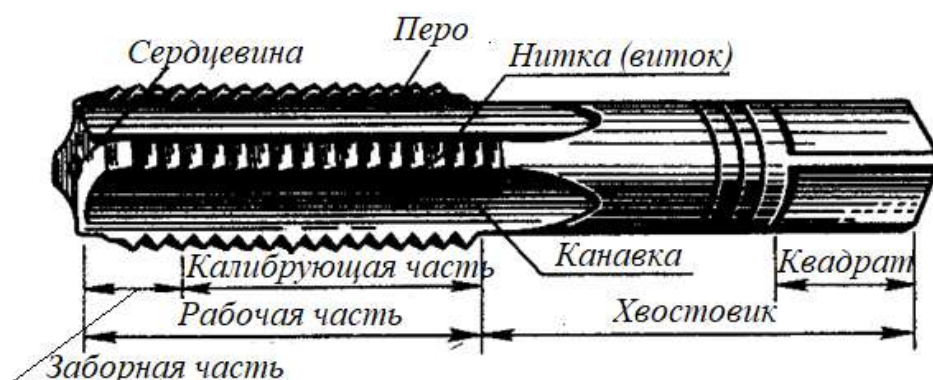


Рисунок 105 – Конструктивные элементы метчика



Рисунок 106 – Комплект метчиков:

а – черновой; б – полуцистовой (средний); в – чистовой

Различают цилиндрические и конические метчики (рис. 107, а, б). Ручные метчики бывают одинарные, двух- и трехкомплектные. Обычно используют комплект, состоящий из

трех метчиков: чернового, обозначенного одной черточкой или цифрой 1; среднего, обозначенного двумя черточками или цифрой 2; и чистового, обозначенного тремя черточками или цифрой 3 (рис. 106).

При цилиндрической конструкции метчиков все три инструмента комплекта имеют соответствующие диаметры. У чистового метчика полный профиль резьбы, диаметр среднего метчика меньше нормального на 0,6 глубины нарезки, а диаметр чернового метчика меньше диаметра резьбы на полную глубину нарезки. У чернового метчика длина заборной части равна 4–7 ниткам, у среднего – 3–3,5 и у чистового – 1,5–2 ниткам.

При конической конструкции метчиков все три инструмента комплекта имеют одинаковый диаметр и полный профиль резьбы с различной длиной заборных частей. Резьба в пределах заборной части делается конической и дополнительно срезается по вершинам зубьев на конус. В конических метчиках заборная часть равна: у чернового метчика – всей длине рабочей части, у среднего – половине этой длины, у чистового – двум ниткам.

Конические метчики применяют обычно для нарезания сквозных отверстий. Глухие отверстия нарезаются цилиндрическими метчиками.

Гаечные метчики (рис. 107, в) служат для нарезания метрической резьбы в гайках за один проход вручную или на сверлильных и резбонарезных станках. Они выполняются однокомплектными, имеют длинную режущую часть (12 витков). Хвостовик у них также длинный, что дает возможность нанизывать на него гайки при нарезании. Изготавливают также гаечные метчики с изогнутым хвостовиком (рис. 107, з), закрепляемые в специальных патронах на гайконарезных автоматах. Они дают возможность гайкам автоматически сбрасываться по мере нарезания.

Плашечные метчики (рис. 107, д) отличаются от гаечных наличием большого заборного конуса и предназначаются для предварительного нарезания резьбы в плашках за один проход.

Маточные метчики (рис. 107, е) применяют для зачистки резьбы в плашках после нарезания плашечным метчиком, а также для зачистки резьбы в плашках, находящихся в работе. В маточных метчиках канавки делают с правой спиралью.

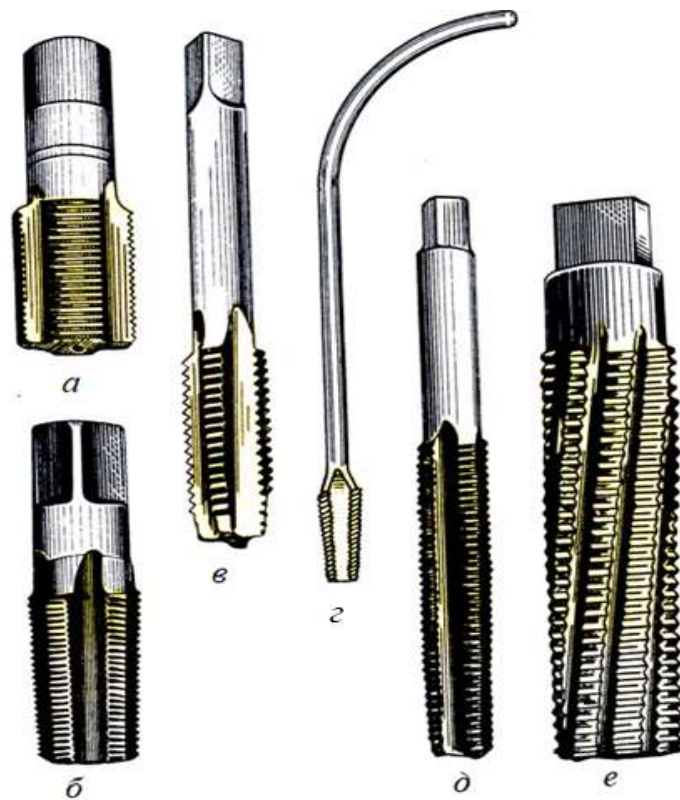


Рисунок 107 – Виды метчиков:

*а – цилиндрический; б – конический; в – гаечный;
г – с изогнутым хвостовиком; д – плашечный; е – маточный*

Специальные метчики составляют большую группу, в которую входят не нормализованные конструкции метчиков: бесканавочные (рис. 108, *а*), комбинированные (рис. 108, *б*), метчик-сверло (рис. 108, *в*), с винтовыми канавками (рис. 108, *г*), метчик-протяжка (рис. 109, *а*).

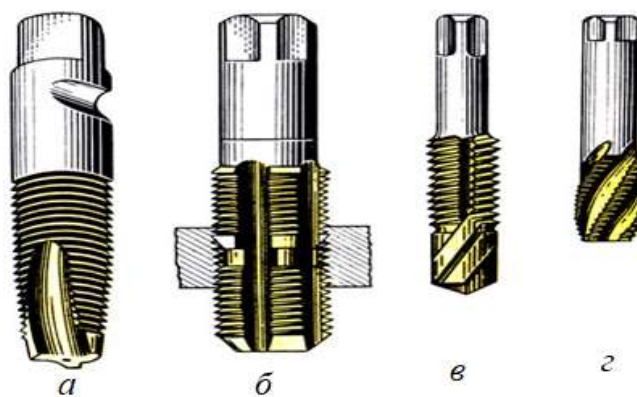


Рисунок 108 – Специальные метчики:

*а – бесканавочный; б – комбинированный;
в – метчик-сверло; г – с винтовыми канавками*

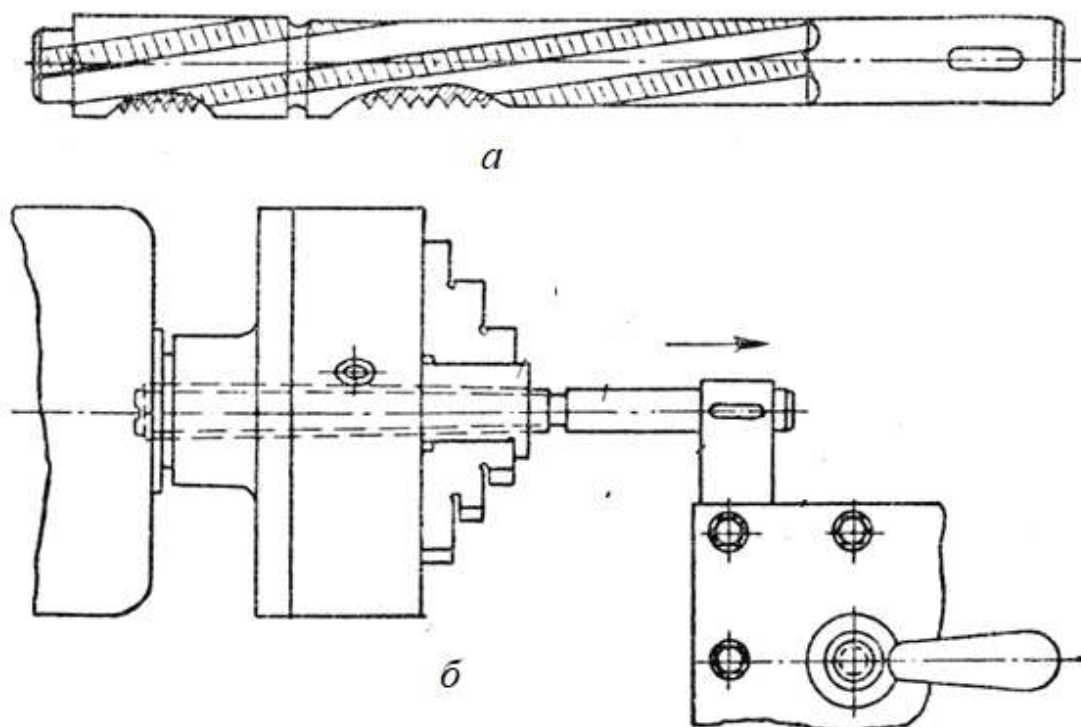


Рисунок 109 – Метчик-протяжка:
*а – метчик-протяжка; б – схема нарезания
 внутренней трапецидальной резьбы метчиком-протяжкой*

На хвостовик ручного метчика, заканчивающийся квадратной головкой, надевается вороток с постоянным или регулируемым квадратным отверстием (рис. 110).



Рисунок 110 – Вороток для закрепления метчика

Машинные метчики применяются для нарезания внутренней резьбы на токарных (рис. 111) и сверлильных (рис. 112)

станках всех типов. Ими можно нарезать резьбу за один или несколько проходов. За один проход нарезают резьбу с шагом до 3 мм, а за два-три прохода – резьбу с более крупным шагом, особо длинную резьбу, а также гладкую резьбу в труднообрабатываемых материалах независимо от шага.

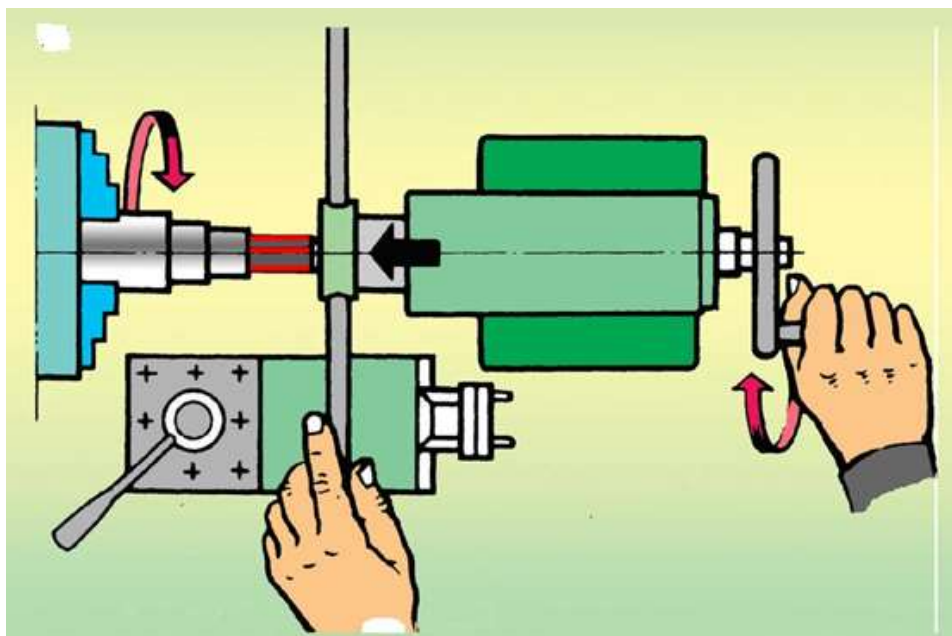


Рисунок 111 – Нарезание резьбы на токарном станке метчиком с поджатием пинолью задней бабки

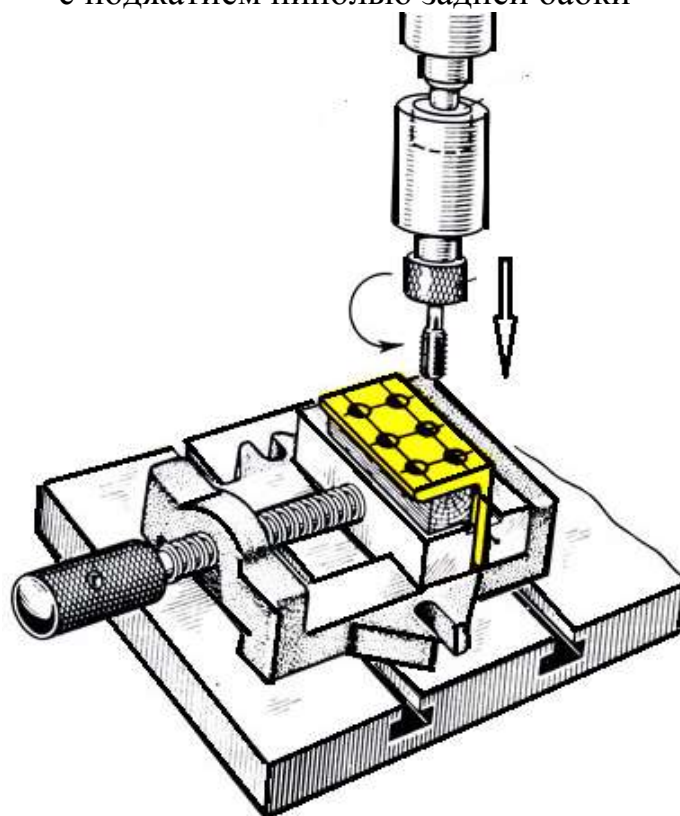


Рисунок 112 – Нарезание резьбы метчиком на сверлильном станке

5.7 Шабрение

Шабрением называется операция по снятию (соскабливанию) с поверхностей деталей очень тонких частиц металла специальным режущим инструментом – шабером (рис. 113). Цель шабрения – обеспечение плотного прилегания сопрягаемых поверхностей и герметичности (непроницаемости) соединения. Шабрением обрабатывают прямолинейные и криволинейные поверхности, вручную или на станках.



Рисунок 113 – Шабрение

За один проход шабером снимается слой металла толщиной 0,005–0,07 мм, шабрением достигается высокая точность – до 30 несущих пятен в квадрате 25×25 мм, шероховатость поверхности не более Ra 0,32.

Широкое применение шабрения объясняется особыми качествами полученной поверхности, которые состоят в следующем:

- в отличие от шлифованной или полученной притиркой абразивами шабренная более износостойка, потому что не имеет шаржированных в ее поры остатков абразивных зерен, ускоряющих процесс износа;

- шабренная поверхность лучше смачивается и дольше сохраняет смазывающие вещества благодаря наличию так называемой разбивки (соскабливанию) этой поверхности, что также

повышает ее износостойкость и снижает величину коэффициента трения;

– шабренная поверхность позволяет использовать самый простой и наиболее доступный метод оценки ее качества по числу пятен на единицу площади.

Шабрению предшествует чистовая обработка резанием.

Поверхность, подлежащую шабрению, чисто и точно обрабатывают, опиливают личным напильником, строгают или фрезеруют. На шабрение оставляют припуск 0,1–0,4 мм в зависимости от ширины и длины поверхности. При больших припусках и значительных неровностях сначала припиливают личным напильником с проверкой «на краску». При этом напильник предварительно натирают мелом для устранения скольжения по краске и засаливания насечки.

Шаберы – металлические стержни различной формы с режущими кромками. Изготавливают шаберы из инструментальной углеродистой стали У10 и У12А. Режущий конец шабера закалывают без отпуска до твердости HRC 56–64.

По форме режущей части шаберы подразделяют на плоские, трехгранные, фасонные; по числу режущих концов (граней) на односторонние и двусторонние; по конструкции – на цельные и со вставными пластинками.

Плоские шаберы применяют для шабрения плоских поверхностей – открытых, пазов, канавок и т. д.

По числу режущих концов плоские шаберы могут быть односторонними (рис. 114, а) и двусторонними (рис. 114, б). Рациональной является выпуклая форма лезвия, очерченная дугой радиусом 30–40 мм для получистового шабрения и 40–55 мм для чистового.

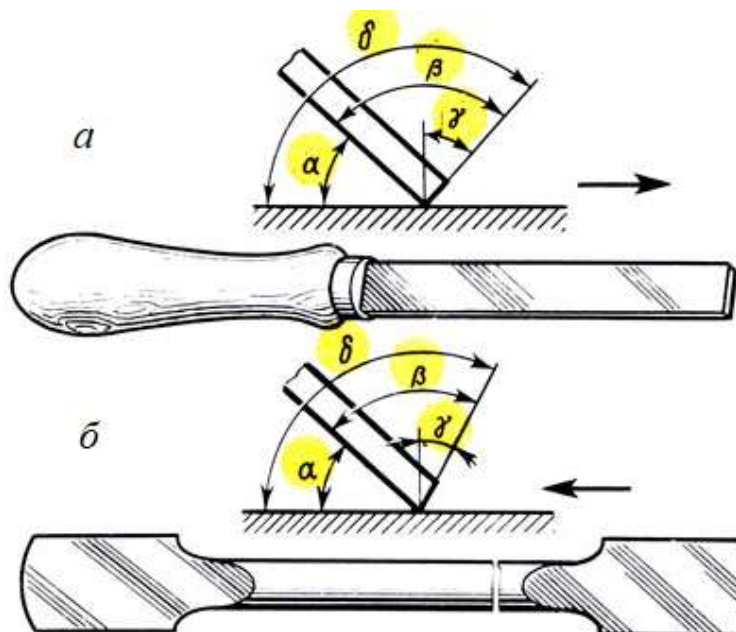


Рисунок 114 – Плоские шаберы и углы их заточек:
а – односторонний; б – двусторонний

Плоские шаберы изготавливают с прямыми (рис. 114) и изогнутыми (рис. 115) концами. Открытые плоскости шабруют шаберами с прямым концом; стенки пазов, канавок и смежных плоскостей, а также мягкие металлы (алюминий, цинк, баббит и др.) – шаберами с отогнутым концом.

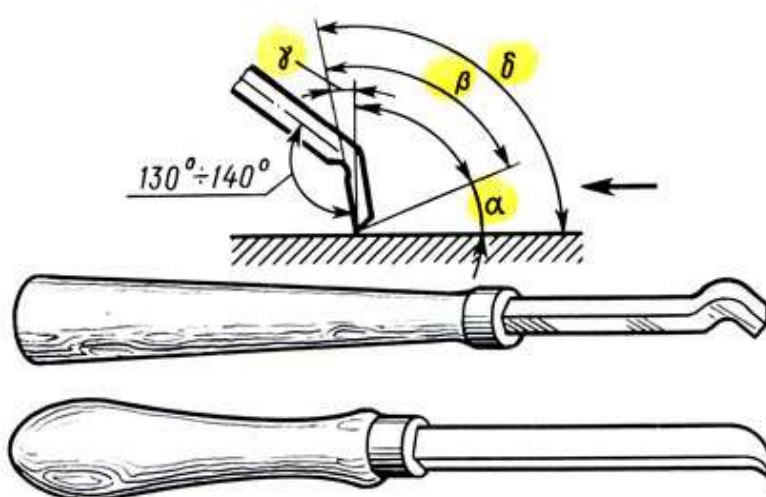


Рисунок 115 – Плоские шаберы с изогнутым концом
 и углы их заточки

Трехгранные шаберы (рис. 116) применяют для шабрения вогнутых и цилиндрических поверхностей. Трехгранные шаберы иногда изготавливают из старых трехгранных напильников. Как правило, их изготавливают только односторонними.

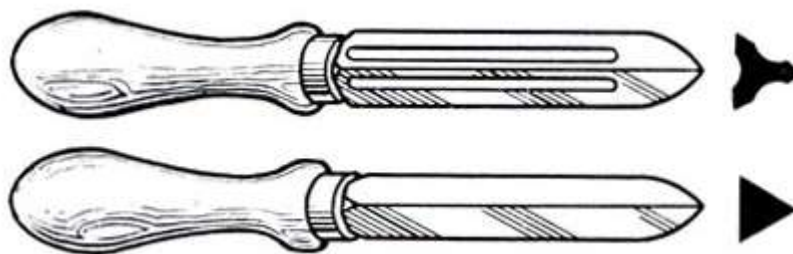


Рисунок 116 – Трехгранные шаберы и углы их заточки

Составные шаберы значительно легче целых шаберов тех же размеров. По форме режущей части они делятся на плоские, трехгранные прямые и трехгранные изогнутые (рис. 117, а, б, в). Такие шаберы при работе пружинят, а это повышает чувствительность рук шабровщика и способствует повышению точности шабрения.

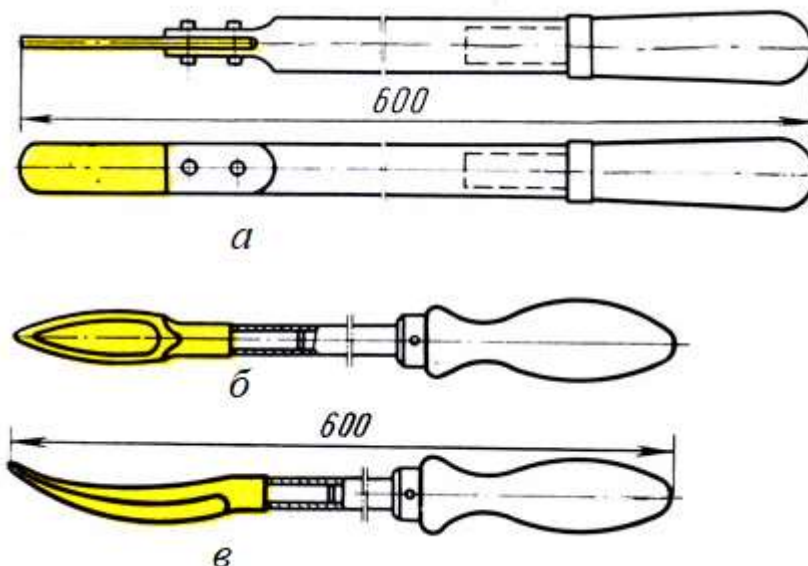


Рисунок 117 – Составные шаберы:
а – плоский; б – трехгранный; прямой; в – трехгранный изогнутый

Шабер с радиусной заточкой (рис. 118) благодаря плавности и легкости проникновения в металл значительно облегчает шабрение, так как требует приложения меньших усилий, чем

при шабрении плоским шабером. Для предварительного шабрения радиус заточки составляет 30 – 40 мм, а для окончательного 40 – 55 мм.

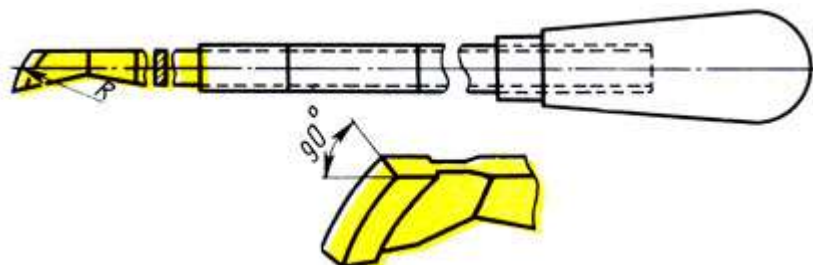


Рисунок 118 – Составной шабер с радиусной заточкой В. А. Алексеева

На рисунке 119 показан **универсальный шабер** со сменными режущими пластинками. Он состоит из корпуса 3, держателя 2, рукоятки 5, зажимного винта 4, сменной режущей пластинки 1 из быстрорежущей стали или твердого сплава. Пластина, вставленная в держатель, зажимается винтом при вращении ручки (рукоятки) шабера по часовой стрелке (для снятия пластинки ручку вращают против часовой стрелки).

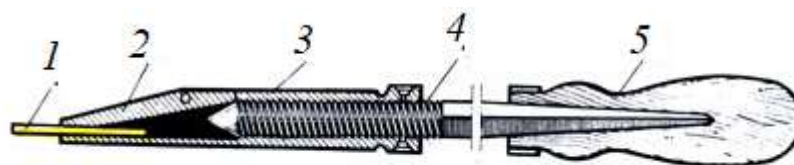


Рисунок 119 – Шабер со сменными режущими пластинками

Усовершенствованный шабер состоит из трех частей: державки, деревянной рукоятки и сменной пластинки (рис. 120). Сменная пластинка с хвостовиком типа «ласточкин хвост» вставлена в паз державки, это обеспечивает надежное ее крепление.

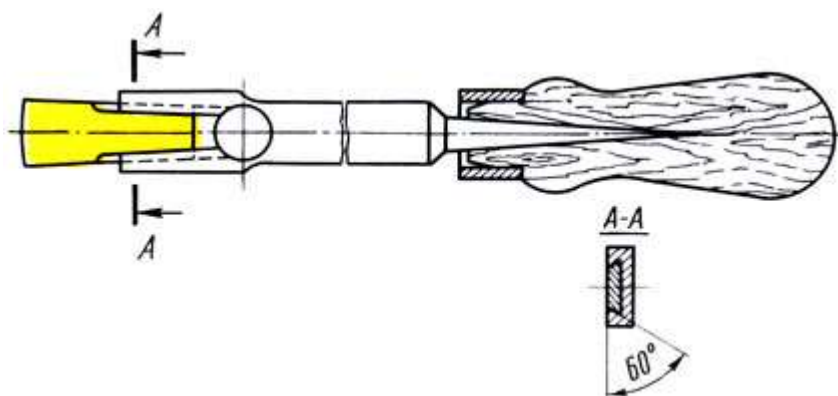


Рисунок 120 – Шабер усовершенствованный

Дисковый шабер (рис. 121) применяется для шабрения широких плоскостей. Режущая часть *1* представляет собой стальной закаленный диск, закрепленный на державке *3* гайкой *2*. Диск диаметром 50–60 мм, толщиной 3–4 мм затачивают на круглошлифовальном станке. По мере затупления его поворачивают на некоторый угол и работают не затупившимся участком. Таким образом используется весь диск шабера, что значительно экономит время на заточку, повышает производительность труда.

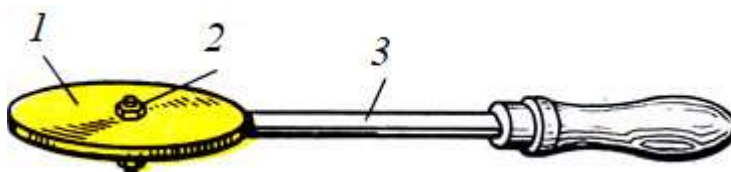


Рисунок 121 – Дисковый шабер:
1 – режущий диск; *2* – гайка; *3* – державка

Фасонный шабер (рис. 122) представляет собой набор сменных стальных закаленных пластин *7*, закрепленных на стержне *2* с рукояткой *3*. Эти шаберы предназначены для шабрения в труднодоступных местах – впадин, замкнутых контуров, желобков, канавок и других фасонных поверхностей. Торцовые грани пластинок затачивают в соответствии с формой обрабатываемых поверхностей.

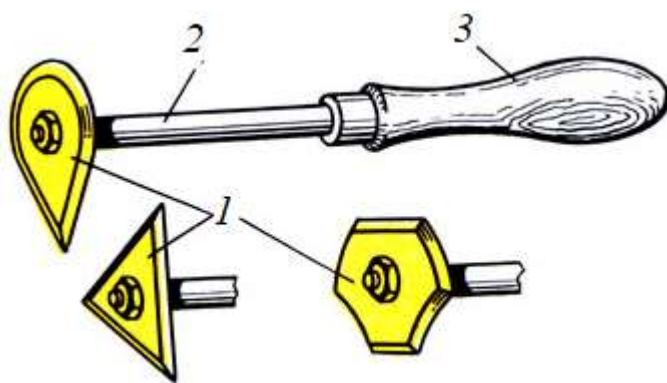


Рисунок 122 – Фасонный шабер:
1 – набор пластин; 2 – стержень; 3 – рукоятка

Для механизированного шабрения применяются **пневматические шаберы** (рис. 123) и **шабровочные головки** (рис. 124), приводимые в движение от электродвигателя с гибким валом. Более совершенным механизированным инструментом является пневматический шабер, который плавно работает при изменении направления движения и имеет возможность регулирования числа двойных ходов шабера в минуту.

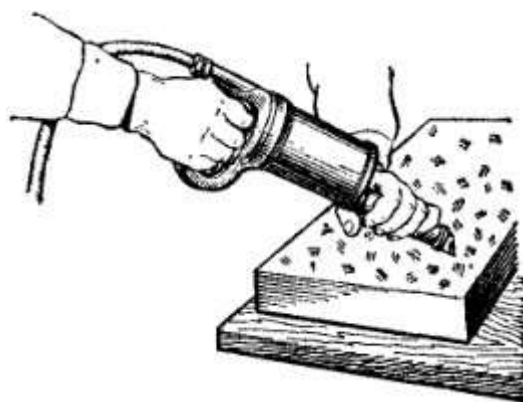


Рисунок 123 – Шабрение пневматическим шабером

Механические шаберы применяются главным образом для предварительного (чернового) шабрения, а окончательное, точное шабрение выполняют ручным методом.

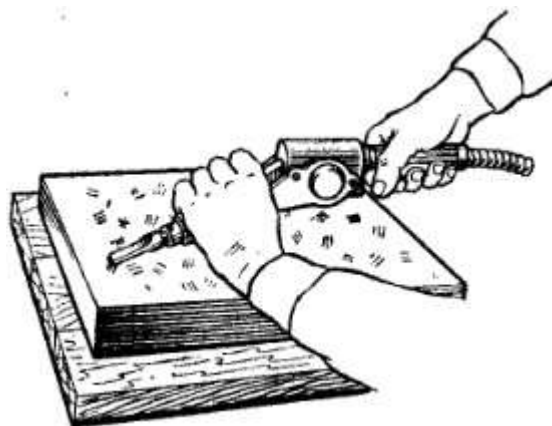


Рисунок 124 – Шабрение шабровочной головкой с приводом от гибкого вала

При шабрении используются чугунные плиты для проверки поверхностей плоских деталей, плоские и трехгранные линейки для проверки плоскостности поверхности, призмы, плиты в виде прямоугольного параллелепипеда, контрольные валики, щупы и другие инструменты для контроля качества шабрения и притирки. Кроме упомянутых инструментов применяют щетки и обтирочные материалы.

При шабрении работа ведется по краске, наносимой на проверочную плиту. Лучшими красками являются железный сурик, берлинская лазурь, индиго и голландская сажа. Перед употреблением краску растирают в мельчайший порошок и разводят на машинном масле. Краска не должна быть чересчур жидкой, и в ней нельзя оставлять сухих крупинок. Краска наносится тонким слоем на плиту или линейку кисточкой либо чистой ветошью, после чего плита или линейка накладывается на предназначенную для шабрения поверхность детали. После нескольких кругообразных движений плиты или возвратно-поступательных движений линейки по детали либо детали на плите деталь осторожно снимают с плиты. Появившиеся окрашенные пятна на детали свидетельствуют о неровностях, выступающих на ее поверхности. Неровности удаляются шабрением. Шабрение начинают с самых выступающих мест, обозначенных светлым цветом краски. Затем следуют пятна с густой окраской. Светлые пятна не шабруются.

5.8 Шлифование

Ручное шлифование – это обработка деталей и поверхностей при помощи рук и абразивного материала, при которой снимается верхний слой обрабатываемого материала.

В настоящее время промышленность предлагает большое количество электрических машин и инструмента, предназначенных для процесса шлифования. Однако во многих случаях преимущество имеет именно ручная шлифовка, которая может обеспечить:

- хорошую равномерную обработку;
- лучший контроль над процессом;
- высокое качество работы в труднодоступных и сложных местах.

Ошкуливание шлифовальной машинкой, болгаркой, дрелью или иным электроинструментом дает качественный результат при работе на ровных поверхностях. Однако обработка углов, кромок, изогнутых мест – сложная задача для машин. В таких случаях лучше работать руками. Вручную можно легко контролировать движение и степень нажима абразивного инструмента. В результате поверхность становится идеально гладкой и ровной.

Шлифовка вручную производится для максимального улучшения адгезии лакокрасочных материалов на окрашиваемых поверхностях, особенно если осуществляется покрытие вторым слоем сверху уже имеющегося слоя. При шлифовании удаляются загрязнения поверхности, кроме того, поверхность приобретает небольшую шероховатость, что позволяет краске проникать глубже в структуру материала и создавать прочное покрытие.

При работе с загрунтованными поверхностями лучшую адгезию финишного покрытия получают путем тонкого шлифования вручную при помощи шлифовальных средств самой маленькой зернистости.

Ручная шлифовка осуществляется шлифовальной шкуркой (рис. 125), которая является специальным абразивным инструментом. Она представляет собой подготовленную основу из ткани, бумаги или металла, на которую при помощи клея нанесен

абразивный материал. Шлифовальная шкурка выпускается в виде листа, ленты, диска, круга и т. д.



Рисунок 125 – Шлифовальная шкурка

Самое известное и простое средство для ручного шлифования – наждачная бумага. Она состоит из тканевой или бумажной основы с наклеенным на неё слоем абразивных зёрен искусственного корунда или карбида кремния (рис. 126). Именно слой этих частиц с острыми краями снимает слой материала с обрабатываемой поверхности.

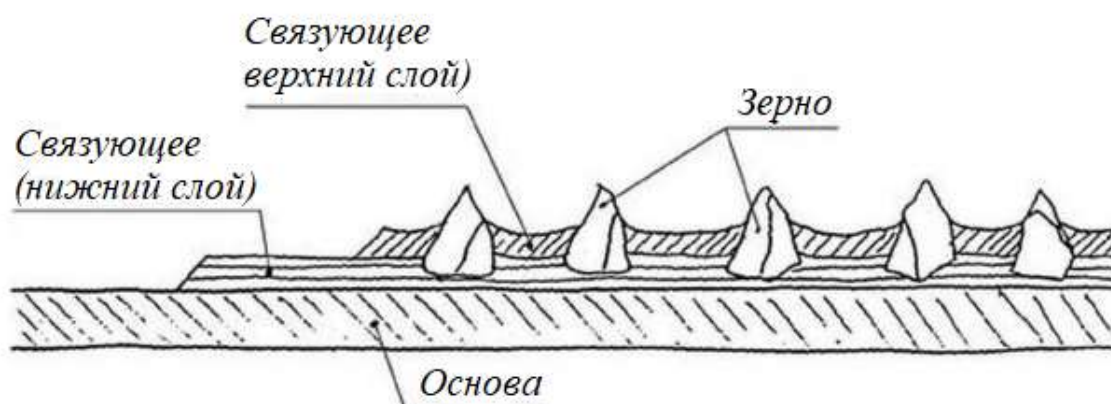


Рисунок 126 – Структура шлифовальной шкурки

Для более прочного удержания зерен поверх клея наливается второй слой. Чаще всего это смола (фенольная или любая другая). Второй слой связующего делает наждак более устойчивым к истиранию.

В процессе шлифования абразивные зёрна истираются, основа изнашивается, а зазоры между зернами забиваются частичками снятого материала и пылью. Но при этом шлифовальная шкурка имеет невысокую цену, поэтому можно приобретать этот расходный материал по мере необходимости.

Следует выбирать шлифовальную шкурку по зернистости, которая обозначается в цифрах. Класс зернистости соответствует сфере применения данного абразива:

- от 40 до 80 – предназначен для предварительной шлифовки и удаления старого покрытия;
- от 100 до 140 – подходит для тонкой работы и промежуточного шлифования при нанесении лаков и красок;
- от 160 до 240 – для шлифовки тонких слоев эмалевых покрытий.

Чем больше указанное на наждаке число, тем тоньше зернистость.

Кроме того, шлифовальные шкурки отличаются плотностью насыпки абразива, методом нанесения абразивных зерен, свойствами основы, клеящим материалом и, соответственно, ценой.

Вначале поверхность заготовки обрабатывают в разных направлениях крупнозернистой шкуркой, потом следует взять более мелкую наждачку. Финишную шлифовку делают уже в одном – продольном – направлении и самой мелкозернистой наждачной бумагой (деталь должна быть прочно закреплена).

Основным приспособлением для ручного шлифования является деревянный брусок, обернутый наждачной шкуркой, который профессионалы называют *шлифовальной колодкой*. Конструкция такого бруска настолько простая, что любой может изготовить его своими руками. Для быстрой смены шлифовальной бумаги удобнее применять брусок специальной конструкции, в которой имеются зажимы для удерживания наждака (рис. 127). Такую шлифовальную колодку можно купить, а при желании

можно самому сделать из любого подходящего материала (дерева, пробки, металла, пластмассы и т. д.).

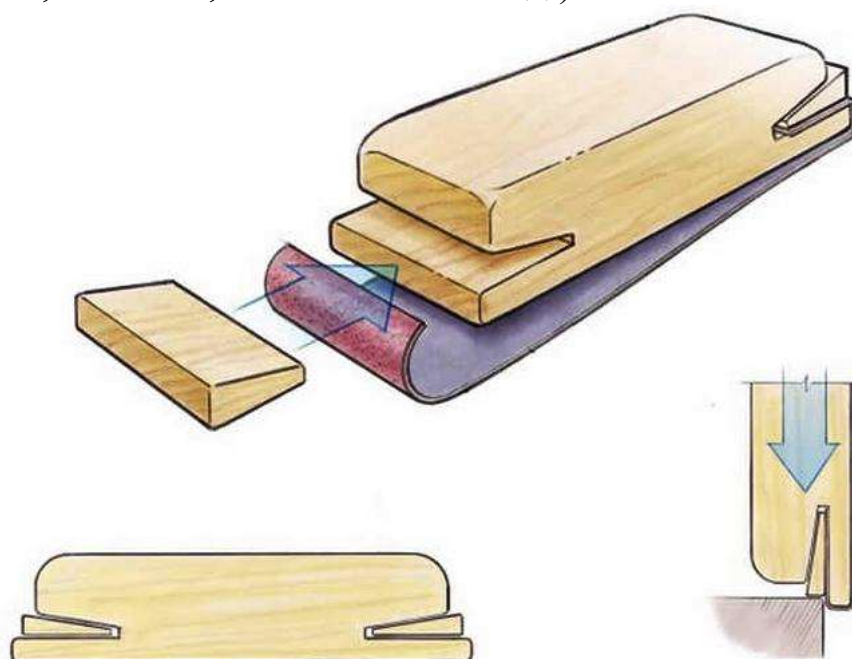


Рисунок 127 – Конструкция деревянной шлифовальной колодки

Для работы лучше выбирать колодки небольшого размера, поскольку ими удобнее пользоваться, контролируя в процессе степень зачистки. Особенно хорошо работать таким блоком при шлифовании поверхности со сложным профилем, а также для обработки труднодоступных мест (углублений, углов, стыков, кромок и т. д.).

Шлифовальные колодки различных конструкций выпускаются заводами (рис. 128).

Ручной электроинструмент для абразивной обработки поверхностей изделий носит обобщающее название *машинка шлифовальная* или шлифмашинка, хотя в эту категорию также входят устройства, которыми выполняют отрезные работы, финишную полировку и зачистку поверхностей от ржавчины и старой краски. Большинство шлифмашинок – электрические, хотя в промышленном производстве также применяют и пневматические.

Основная область применения ручных шлифмашинок – это обработка абразивным инструментом плоских и изогнутых поверхностей изделий из металла, дерева, камня и пластика.



Рисунок 128 – Шлифовальные колодки, выпускаемые заводами

Существует шесть основных видов шлифовальных машинок, которые отличаются друг от друга движением абразивного материала и конструкцией рабочего органа. Пять из них предназначены для полировки, шлифовки и других подобных работ, а один может также работать отрезными кругами. Изображения основных видов ручного электроинструмента представлены на рисунке 129.



Рисунок 129 – Виды шлифовальных машинок

У *орбитальных (эксцентрикковых)* шлифовальных машинок рабочее основание имеет круглую форму. Во время шлифования оно одновременно вращается и совершает возвратно-поступательные движения. Это происходит вследствие применения в приводе машинки орбитального механизма с двумя валами. Первый вал является осью диска шлифовальной подошвы и сдвинут относительно его геометрического центра на несколько миллиметров (т. е. расположен эксцентрично), поэтому, поворачиваясь вокруг него, диск совершает круговые возвратно-поступательные движения. А вращение диску передается через второй вал, который проходит через геометрический центр окружности и в процессе движения обегает по круговой орбите осевой вал. Орбитальные шлифмашинки позволяют получить самое высокое качество шлифовки и даже полировать лакокрасочные покрытия (рис. 130).



Рисунок 130 – Шлифование эксцентрикковой (орбитальной) шлифмашинкой

Вибрационные шлифовальные машинки также называются *плоскошлифовальными* (рис. 131). В этом электроинструменте рабочим органом является плоский прямоугольник (подошва, платформа), который с помощью эксцентрикового механизма совершает возвратно-поступательные движения по поверхности шлифуемого материала. В этом виде шлифмашинки в качестве рабочего инструмента используют прямоугольные листы шлифовальной бумаги, которые с помощью зажимов или липкой по-

верхности фиксируются на эластичное основание подошвы. Частота колебаний подошвы в таких машинках достигает 10–12 тысяч в секунду, а амплитуда – 1–2 миллиметров. Плоскошлифовальные машинки используют для финишной шлифовки различных материалов, а их производительность напрямую зависит от площади основания, а также частоты и амплитуды ее движений.



Рисунок 131 – Шлифование плоскошлифовальной машинкой

Конструктивная особенность вибрационных шлифовальных машинок не позволяет обрабатывать ими стыки и углы, поэтому для таких целей используют их разновидность – *дельта-шлифмашинки* (рис. 132). Рабочая поверхность этого шлифовального электроинструмента выполнена в форме треугольника с выдвинутым вперед острым углом, что дает возможность обрабатывать сопряжения поверхностей без мертвых зон. Дельта-шлифмашинки, в основном, предназначены для обработки в труднодоступных местах после основного шлифования, поэтому многие модели выпускаются в аккумуляторном варианте.



Рисунок 132 – Шлифование дельта-машинкой

Ленточные шлифмашинки (рис. 133) свое название получили от используемого в них инструмента – непрерывной абразивной шлифленты, натянутой на два валика, один из которых является ведущим. Валики имеют небольшой диаметр, поэтому рабочая часть шлифовальной ленты немногим меньше половины длины ее окружности. Ленточные шлифовальные машины имеют большую линейную скорость движения абразивной ленты и высокую производительность. Поэтому их чаще всего применяют при подготовке изделий к чистовому шлифованию или покрытию лакокрасочными материалами. Кроме обработки металла и древесины, такие машинки используют при строительных работах для удаления старой краски и ржавчины, а также выравнивания загрунтованных и шпаклеванных поверхностей. Одна из интересных особенностей этого инструмента – предусмотренная конструкцией возможность закрепления машинки на верстаке вверх шлифовальной лентой. Для этого в ней предусмотрены выступы или отверстия, а в комплект поставки некоторые производители включают специальные струбины. В таком варианте эта шлифовальная машинка может использоваться в качестве мини-гриндера для заточки слесарного инструмента, сверл и ножей.



Рисунок 133 – Шлифование ленточными шлифмашинками

Угловая шлифовальная машинка (рис. 134) в народе называется «болгарка» или просто УШМ. У этого электроинструмента шпиндель, на который крепятся отрезные или шлифовальные круги, расположен под углом 90° к оси электропривода. Помимо отрезных работ УШМ предназначена для грубой шлифовки металла, сварных швов и удаления старых покрытий. Для этой шлифовальной машинки выпускаются различные лепестковые круги и щетки, а также шлифкруги из войлока и фибры. Основным предназначением угловых шлифовальных машин является работа по металлу, поэтому все они имеют высокую скорость вращения электродвигателя (обычно более 10 000 об/мин). С такими параметрами даже при наличии регулировки числа оборотов невозможно качественно шлифовать мягкие материалы – только проводить обдирку и зачистку от старых покрытий.



Рисунок 134 – Шлифование угловой шлифмашиной

Угловую шлифмашинку используют для отрезных работ (рис. 135).



Рисунок 135 – Отрезание угловой шлифмашинкой

Существуют две основные компоновки **щеточных** шлифовальных машинок: по образу и подобию угловых и по аналогии с ленточными. В первом случае ось вращения абразивного ин-

струмента также находится под прямым углом к оси электропривода, а электродвигатель вынесен в удлиненную рукоятку (рис. 136). Основное отличие такого инструмента от УШМ – низкая скорость вращения и другое расположение направляющей рукоятки. Во втором случае шлифовальная машинка имеет такой же прямоугольный в плане корпус, но только один валик, который является приводным и имеет больший, чем в ленточной, диаметр. В качестве рабочего инструмента в щеточных шлифовальных машинках применяют валики с длинным металлическим или пластиковым ворсом, а также щетки с ламелями из наждачки. В таком варианте машинки используют для зачистки поверхностей от окислов, ржавчины и старых покрытий перед чистовой обработкой. Кроме того, на этих машинках используют круглые или конусные оправки для абразивной ткани или войлока, с помощью которых можно выполнять шлифовку и полировку. Эксклюзивной областью применения щеточных шлифовальных машин является создание текстуры на древесине, которое выполняется особыми нейлоновыми щетками.



Рисунок 136 – Обработка щеточной шлифмашинкой

Прямые шлифмашинки (рис. 137) – это самый простой вид ручных шлифовальных устройств. Они предназначены для подрезки, зачистки и шлифования небольших поверхностей. Кон-

структивно такой инструмент представляет собой вытянутый корпус с электродвигателем диаметром в обхват руки, на валу которого находится шпиндель с цанговым патроном внутренним диаметром от 3 до 8 мм. В качестве абразивного инструмента для прямых шлифовальных машинок используют цилиндрические, конические и сферические наждачные камни небольшого диаметра, а также лепестковые и отрезные круги. Из-за возможности вести обработку торцом наждака эти машинки иногда называют торцевыми.



Рисунок 137 – Прямая (торцевая) шлифмашинка

Шлифованием производится обработка деталей и инструментов с использованием вращающихся абразивных или алмазных шлифовальных кругов на шлифовальных станках. Наиболее простым и распространенным шлифовальным станком является точильный станок (рис. 138). Он широко применяется как в небольших мастерских, так и на крупных предприятиях. Точильные станки бывают разных конструкций и мощности: однарные и двойные, стационарные и настольные.



Рисунок 138 – Точильный станок

Шлифовальные станки бывают круглошлифовальные, внутришлифовальные, плоскошлифовальные, бесцентровошлифовальные, заточные и специальные (резьбошлифовальные, зубошлифовальные, шлицешлифовальные и др.).

5.9 Полирование

Полирование металла – это финишный этап изготовления изделий из металла и сплавов, который заключается в снятии максимально тонкого слоя материала с поверхности детали. Назначение полирования – уменьшение коэффициента трения, повышение коррозионной стойкости и усталостной прочности металла, а также декоративная обработка поверхности. Поверхности полируют специальными полировочными пастами. Промышленностью выпускается полировочные пасты под маркой ГОИ (рис. 139). Они состоят из мелких абразивных порошков (окиси хрома, окиси железа и др.), мягких пластических веществ, составленных из воска, стеарина, керосина и других материалов.



Рисунок 139 – Пасты ГОИ

Хромовая паста ГОИ – это универсальное средство, с помощью которого производится полировка металлических и неметаллических поверхностей. Несмотря на то, что средство было изобретено в начале 1930 годов, оно применяется для полировки металлов даже сегодня.

Пасты ГОИ бывают **грубые** (темного, почти черного цвета), **средние** (темно-зеленые) и **тонкие** (светло-зеленые). Сначала полируют грубой пастой, которая делает поверхность матовой, затем средней и, наконец, тонкой доводят до зеркального блеска.

Главным соединением в формуле пасты ГОИ является окись хрома. Его концентрация влияет на зернистость вещества и, соответственно, на эксплуатационные характеристики. Чем выше процент содержания окиси хрома в пасте ГОИ, тем она грубее (варьируется от 60 до 85%). В зависимости от зернисто-

сти различают несколько разновидностей, каждой из которых присвоен индивидуальный номер:

- №1 – тонкая для окончательной полировки и придания зеркального блеска;
- №2 – тонкая для достижения равномерной матовой поверхности;
- №3 – средняя для снятия мелких неровностей;
- №4 – грубая для устранения видимых царапин.

В ручной отделке используется алмазная паста и добавки на основе оксида хрома либо железа. Ровные металлические поверхности полируются деревянным бруском, обтянутым тканью, на которую наносится полировочная паста. До зеркального состояния металлическую поверхность можно довести вручную без использования станков.

Механические методы полирования (рис. 140) подразумевают использование следующих инструментов и устройств:

- полировочный станок;
- шлифовальная машина;
- электроточило;
- бормашины с фиксаторами.



Рисунок 140 – Механические способы полирования

Изделие, которое следует обрабатывать, надо очистить от загрязнений и пыли, можно слегка смазать его промышленным маслом. Пасту нужно нанести на тряпку, слегка смоченную бензином, керосином или другим неагрессивным растворителем. Если для полировки будет использоваться шлифовальный или полировальный круг, то пасту следует нанести на него. Слой пасты следует слегка растереть на ненужном куске металла, чтобы разбить крупные комочки.

Пасту обязательно надо наносить на шлифовальный круг или тряпку (рис. 141), а не на само изделие, так как в этом случае есть риск поцарапать его еще больше. Если паста сильно загустела, а пользоваться твердым составом вам неудобно, ее можно развести машинным маслом, керосином или другим растворителем.



Рисунок 141 – Нанесение полировальной пасты на инструмент

Тряпку для полировки стоит подбирать тем более грубую, чем тверже полируемый объект, то есть для обработки металла подойдет джинса, мешковина, войлок и др.

5.10 Притирка

Притирка (рис. 142) – это отделочная обработка посредством снятия тончайших слоев металла мелкозернистыми абра-

зивными порошками в среде смазки или алмазных паст, нанесенных на поверхность инструмента (притира).

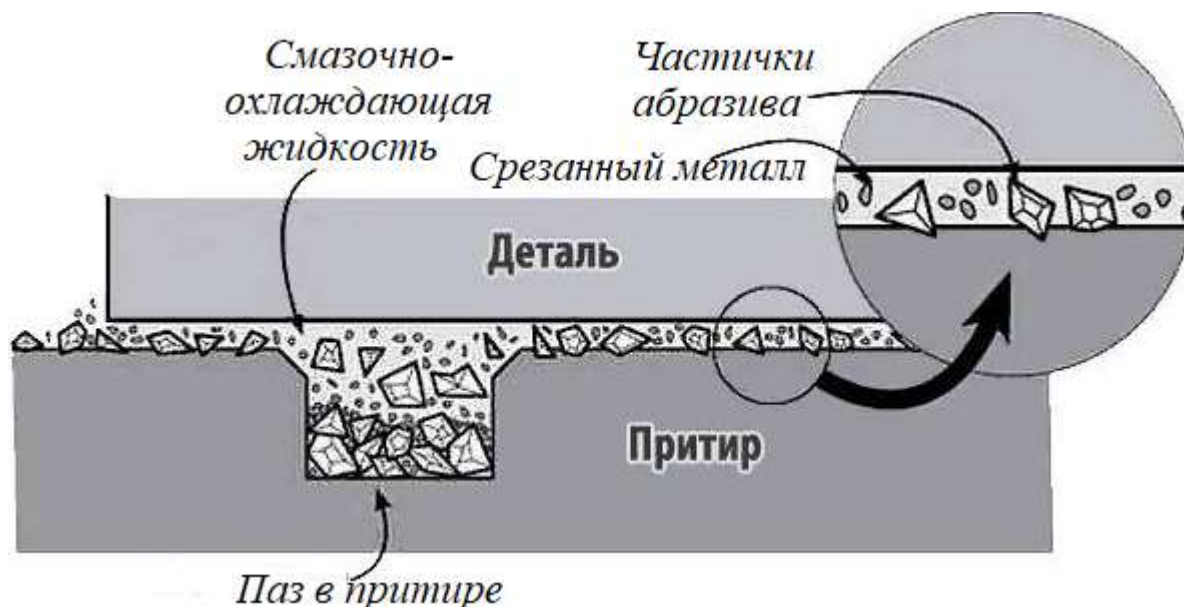


Рисунок 142 – Процесс притирки

В качестве инструмента используются притиры, изготовленные из серого чугуна перлитной структуры или другого мягкого металла. Они делятся на ручные, машинно-ручные, машинные (механические) и монтажные.

Самый распространенный вид притиров – это изготовленная с высокой точностью чугунная притирочная плита с пазами, которые служат для отвода излишков абразива и срезанных частиц металла. Перед началом притирки на нее наносят абразивный порошок, смешанный со смазочно-охлаждающей жидкостью. Твердость притирочной плиты всегда выше, чем у обрабатываемого металла. Поэтому тонкий слой абразива, которым деталь и плита отделены друг от друга, при определенном давлении на деталь во время ее возвратно-поступательного движения будет срезать микровыступы более мягкого металла.

От траектории движения детали в процессе притирки зависит равномерность распределения по ее поверхности заданной шероховатости. В зависимости от технологических особенностей такие перемещения могут быть круговыми, спиральными, по восьмерке и т. п. Соответственно, чугунные плиты, на которых предполагается доводить разнообразные по своим характе-

ристикам детали, выпускаются с различными конфигурациями пазов. Чаще всего это сетка из прямоугольников или многоугольников, но также популярны и другие (иногда весьма замысловатые) варианты (рис. 143).



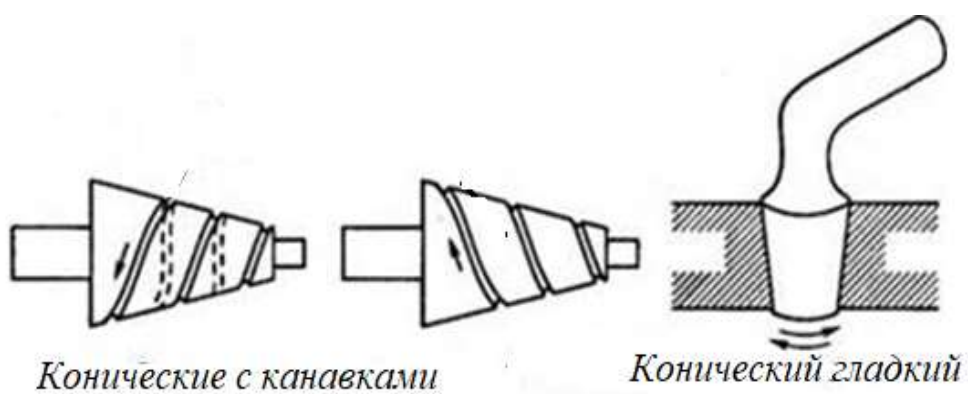
Рисунок 143 – Плоский чугунный притир

Все притирочные материалы вне зависимости от их консистенции состоят из двух компонентов: абразивные зерна и связующие вещества. Основные характеристики первых: зернистость (размер зерна в микронах); форма (многогранные, округлые, иглообразные, пластинчатые и пр.); минеральный состав (основные компоненты, добавки, примеси); абразивная способность. По своей твердости абразивные материалы делятся на три группы:

- *сверхтвердые* – алмазы природные и искусственные, эльбор, а также электрокорунд белый и нормальный. Они предназначены для притирочных работ по сверхтвердым материалам, металлокерамике, особым видам стали и сплавов цветных металлов;
- *твердые* – карбид бора и карбид кремния. Их применяют при притирке деталей из закаленной стали, твердых сталей, чугуна и сплавов цветных металлов;
- *мягкие* – электрокорунд титанистый, окиси хрома (паста ГОИ), алюминия и железа, а также известь венская. Эти абразивы подходят для обработки отдельных металлов, а также пластика, стекла и мягких керамических материалов.

Состав *связующих смесей* (связок) выбирается в соответствии с физическими свойствами материала обрабатываемой поверхности и классом необходимой шероховатости. Выделяют три основные группы связок: *твердые*, *пасты* и *суспензии*. На основе твердых связующих и сверхтвердых абразивов производятся монолитные притиры-бруски. К этой группе относят металло-силикатные, бакелитовые, электролитические и бронзовые связки. При выборе притира на основе таких связующих необходимо учитывать их твердость. Если притирочный брусок чересчур мягкий, то он подвержен быстрому износу. Если же слишком твердый – не будет происходить самозаточки абразива, и он будет быстро забиваться. К примеру, при притирке стали рекомендуют применять бруски, твердость которых в полтора-два раза ниже обрабатываемого материала.

В зависимости от конфигурации и размеров обрабатываемых поверхностей, а также задач производства, притирочные операции выполняют вручную или с использованием станочного оборудования. При этом, кроме самих притиров, могут использоваться различные приспособления и оснастка. Конструкция притирочного инструмента зависит от формы обрабатываемой поверхности и технологических особенностей конкретного вида притирки. Как правило, выделяют следующие типы притиров (рис. 144, 145): плоские (плиты, бруски, диски); цилиндрические с наружной рабочей поверхностью (гладкие и с канавками); цилиндрические охватывающие (в т. ч. регулируемые); фасонные (угловые, с пазами, с направляющими и т. п.); специальные (раздвижные, двусторонние и другие).



Цилиндрический для отверстий



Плоские

Рисунок 144 – Виды притиров

Нерегулируемый



Регулируемый

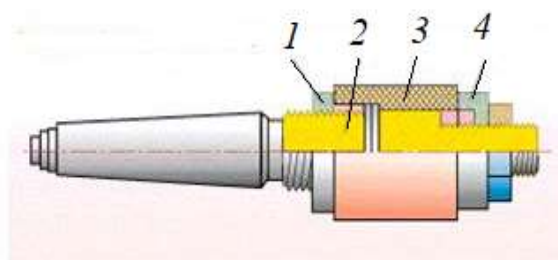


Рисунок 145 – Притиры нерегулируемые и регулируемые:
1 – гайка; 2 – коническая оправка; 3 – разрезная втулка; 4 – гайка

Ручная притирка плоских поверхностей приведена на рисунке 146.

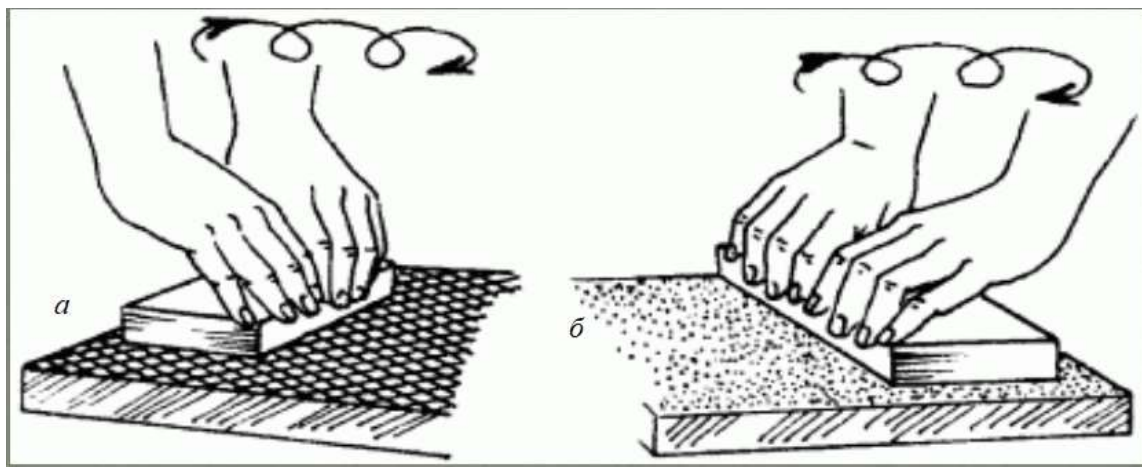


Рисунок 146 – Притирка плоских поверхностей:
а – предварительная; б – окончательная

Машинная притирка (рис. 147) используется в качестве операции доводки при серийном производстве. Ее выполняют на специализированных станках или же на сверлильном, токарном и фрезерном оборудовании, оснащённом специальным притирочным инструментом и оснасткой, которые чаще всего предназначены только для определенных видов притирок. Притирочный станок, как правило, передает вращательное или возвратно-поступательное движение одному или нескольким притирам, а деталь крепится в специальной оснастке. При массовом производстве большое количество одинаковых деталей (клапана, втулки и прочих) фиксируются в специальных приспособлениях, которые называются сепараторами, и притир обрабатывает их все одновременно.

Различные притиры требуют различных видов смазки. Для притиров из чугуна в качестве смазки нужен керосин или бензин, для притиров из мягкой стали – машинное масло, для медных притиров – машинное масло, спирт и содовая вода; при особенно высоких требованиях к качеству стальной поверхности применяют венскую известь, разведенную в спирте, или крокус в вазелине. Притирку алюминия производят трепелом, разведенным в толуоле со стеариновой кислотой или в деревянном масле.

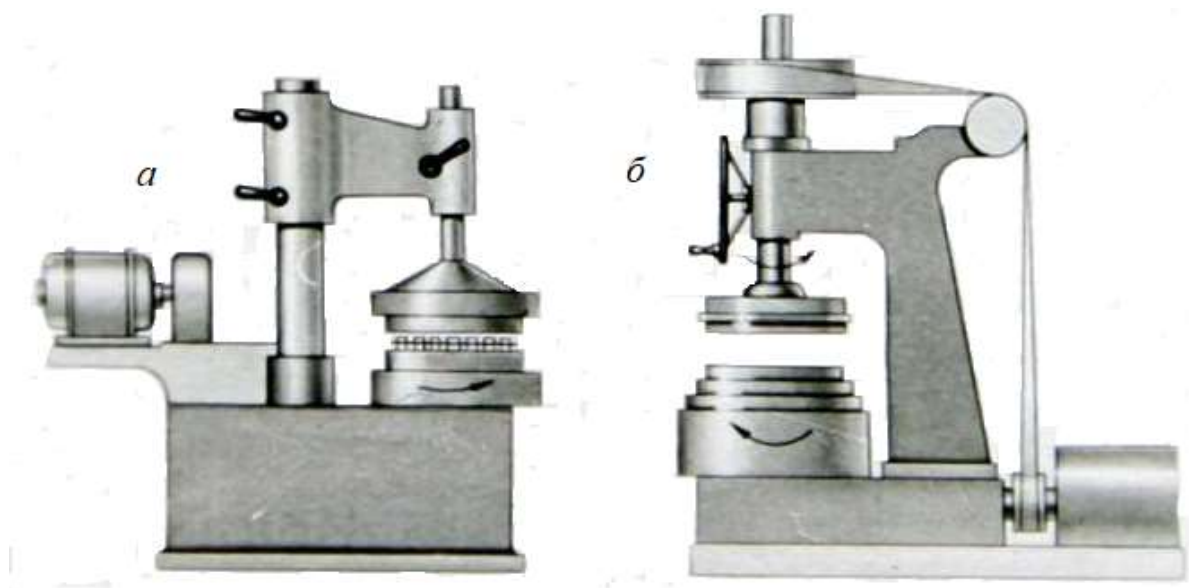


Рисунок 147 – Машинная (механическая) притирка:
а – с одним (нижним) вращающимся диском;
б – с двумя вращающимися дисками

5.11 Клепальные работы

Клепка – это операция получения неразъемного соединения материалов с использованием стержней, называемых заклепками. Заклепка, заканчивающаяся головкой, устанавливается в отверстие соединяемых материалов. Выступающая из отверстия часть заклепки расклепывается в холодном или горячем состоянии, образуя вторую головку (рис. 148).

Заклепочные соединения применяются:

- в конструкциях, работающих под действием вибрационной и ударной нагрузки, при высоких требованиях к надежности соединения, если сварка этих соединений технологически затруднена или невозможна;
- если нагревание мест соединения при сварке недопустимо вследствие возможности коробления, термических изменений в металлах и появляющихся значительных внутренних напряжениях;
- в случаях соединения различных металлов и материалов, для которых сварка неприменима.

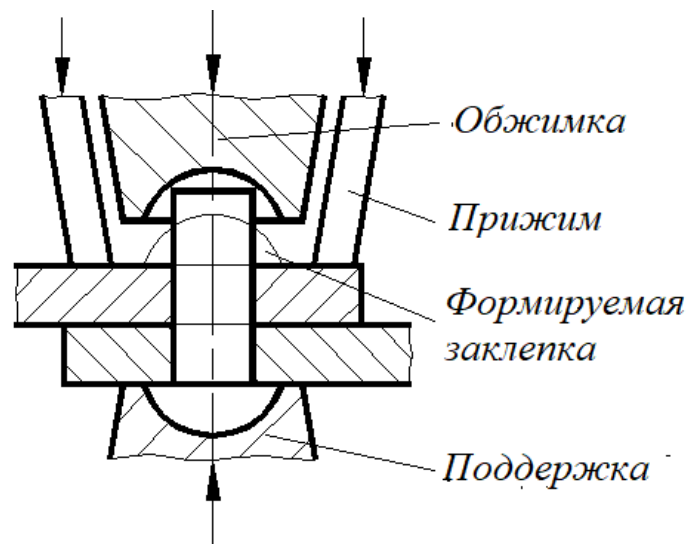
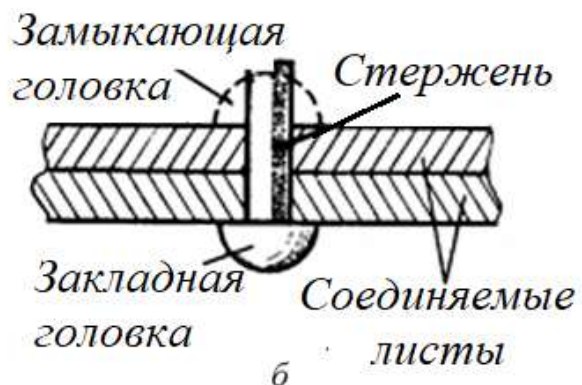


Рисунок 148 – Схема клепки

Заклепки изготавливают из углеродистой стали, меди, латуни или алюминия (рис. 149, *а*). При соединении металлов подбирают заклепку из того же материала, что и соединяемые элементы.



а



б

Рисунок 149 – Заклепки:
а – общий вид заклепок; *б* – строение заклепки

Заклепка состоит из закладной головки и цилиндрического стержня, называемого телом заклепки (рис. 149, *б*). Часть заклепки, выступающая с другой стороны соединяемого материала и предназначенная для формирования замыкающей головки, называется ножкой.

Для выполнения заклепочных соединений применяются следующие основные виды заклепок: с полукруглой головкой, с потайной головкой, с полупотайной головкой, трубчатая, взрывная (рис. 150). Кроме того, могут применяться заклепки с пло-

сконоконической, плоской, конической головкой, с конической головкой и подголовкой, с овальной головкой, разрезные и др.

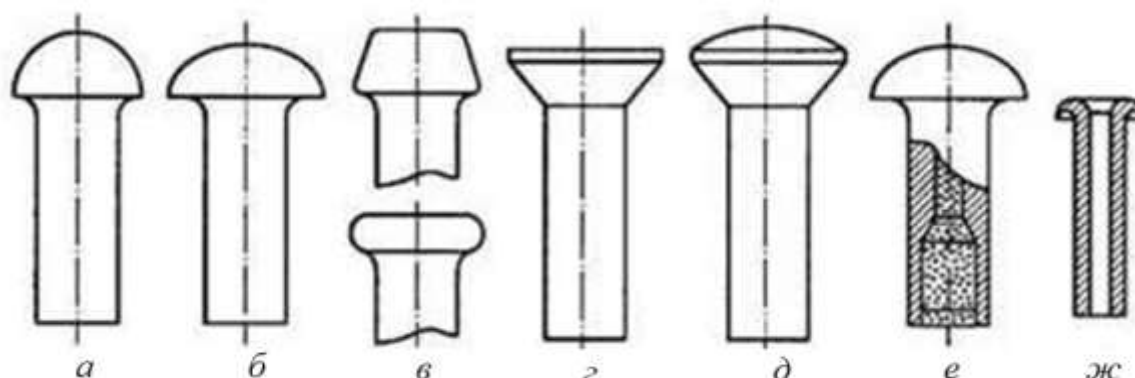


Рисунок 150 – Виды заклепок:

а, б – с полукруглой головкой; в – с цилиндрической головкой; г – с потайной головкой; д – с полупотайной головкой; е – взрывная; ж – трубчатая

Стальную заклепку диаметром до 14 мм можно расклепывать в холодном состоянии. Заклепки диаметром более 14 мм клепаются в горячем состоянии. Диаметры заклепок от 10 до 37 мм увеличиваются через 3 мм.

Заклепочные соединения бывают **внахлестку, встык с одной накладкой, встык с двумя накладками** симметрично или несимметрично (рис. 151).

С точки зрения прочности и плотности используются следующие виды заклепочных соединений: *прочные*, от которых требуется только механическая прочность; *плотные*, к которым предъявляются только требования плотности и герметичности; *прочноплотные*, от которых помимо механической прочности требуется также герметичность соединения. Последнее достигается увеличением головки и наличием подголовки заклепки, достаточно частым размещением заклепок, подчеканкой обреза соединяемых листов и головок заклепок.

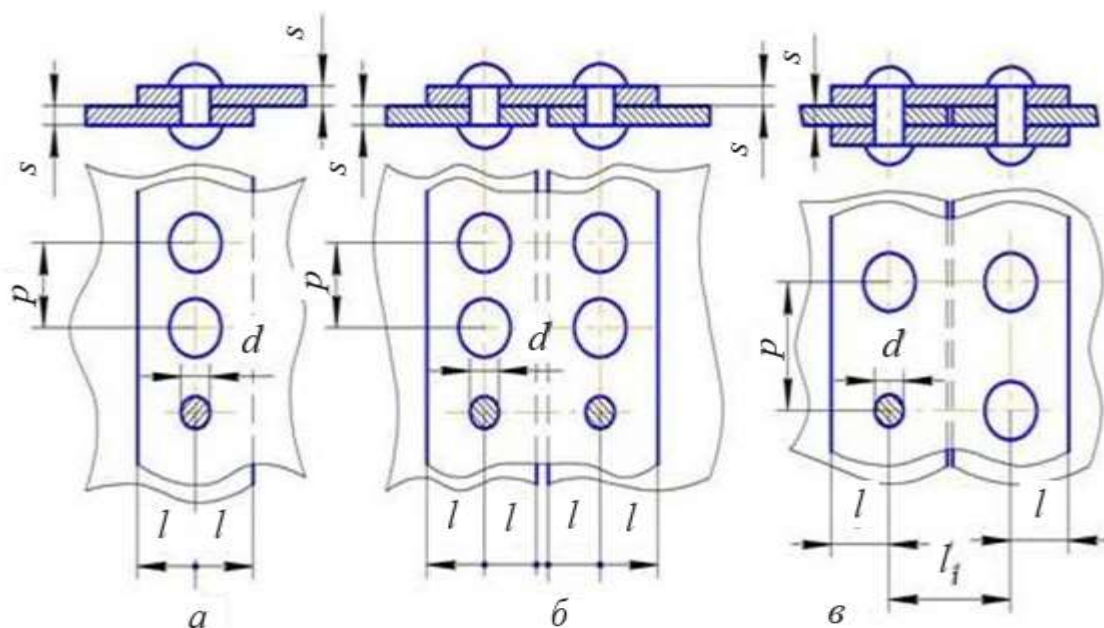


Рисунок 151 – Виды заклепочных соединений:

а – внахлестку; б – встык с одной накладкой; в – встык с двумя накладками

При клепке используются просверленные, проколотые или пробитые отверстия. При прочных, плотных и прочноплотных заклепочных соединениях используются исключительно просверленные отверстия.

Заклепочные швы делятся на **продольные, поперечные и наклонные**. Они могут быть **однорядные, двухрядные и многорядные** (параллельные и с шахматным расположением заклепок). Швы могут быть **полные и неполные**.

В зависимости от условий образования замыкающей головки различают два метода клепки: **прямой** и **обратный**. При свободном подходе к заклепке с обеих сторон применяется прямой (или открытый) метод клепки, при котором удары наносятся со стороны стержня; закладная головка при этом упирается в поддержку (рис. 152, а). При наличии условий, затрудняющих вставку заклепок со стороны поддержки, применяется обратный (или закрытый) метод клепки. Заклепки вставляются со стороны рабочего, и удары наносятся по закладной головке, стержень при этом упирается в поддержку; замыкающая головка в данном случае формируется при помощи поддержки (рис. 152, б). Примером может служить клепка в трубах, клепка фланцев в труднодоступных местах и т. п.

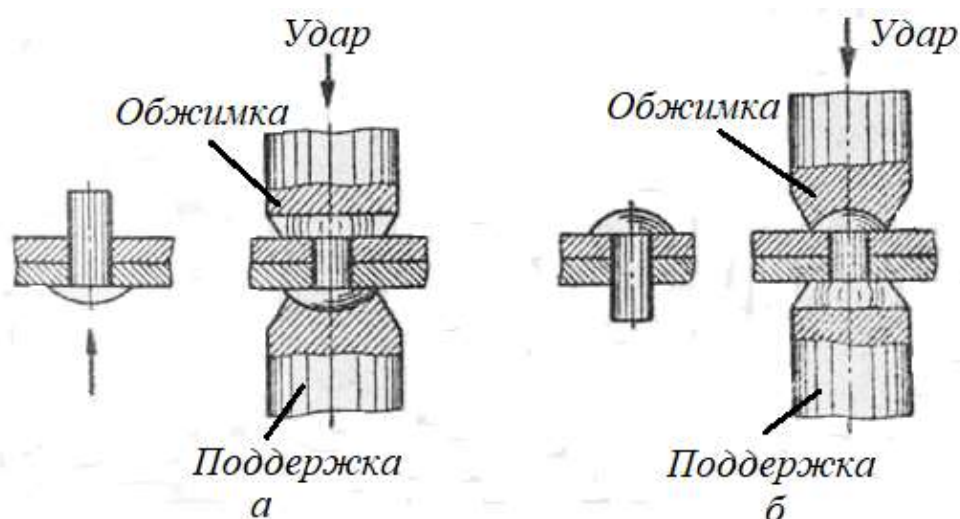


Рисунок 152 – Последовательность выполнения клепки:
а – прямым методом; б – обратным методом

Ручная клепка производится обычно на рабочем месте слесаря и выполняется в тисках или на верстаке. В ряде случаев соединения заклепками с потайной головкой выполняют на плите.

Для получения заклепочных соединений высокого качества большое значение имеет взаимная подгонка деталей. Соединяемые детали должны быть плотно подогнаны одна к другой и без напряжения ложиться на место. Плохая подгонка деталей ведет к возникновению напряжений после клепки, к образованию трещин, выпуклостей и др. (рис. 153).

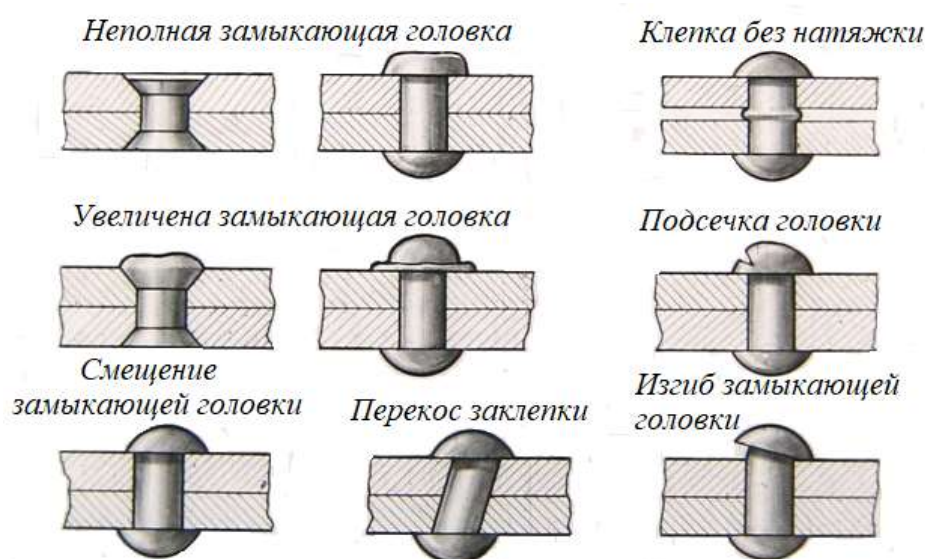


Рисунок 153 – Брак заклепочных соединений

Сверление отверстий под заклепки (рис. 154, *а*) производят по накерненной разметке. Чтобы отверстия склепываемых деталей совпадали, их сверлят в собранном виде сжатыми ручными тисочками, струбцинами или болтами. Заусенцы, образовавшиеся после сверления, снимают зенковкой или сверлом большего диаметра. Затем детали переносят к верстаку и в подготовленное отверстие вставляют заклепку (рис. 154, *б*), укладывая ее закладную головку на зажатую в тисках поддержку. После этого производят уплотнение соединяемых деталей путем осадки их ударом молотка по натяжке (рис. 154, *в*). Затем, сделав несколько прямых ударов, направленных вдоль оси заклепки с целью утолщения стержня для плотного заполнения отверстия, осадку продолжают косыми ударами молотка по окружности головки, чередуя их с прямыми ударами (рис. 154, *г*). В результате получится головка в виде грубого полушара. Окончательное формирование замыкающей головки производится ударами молотка по обжимке, установленной на образующую головку заклепки (рис. 154, *д*).

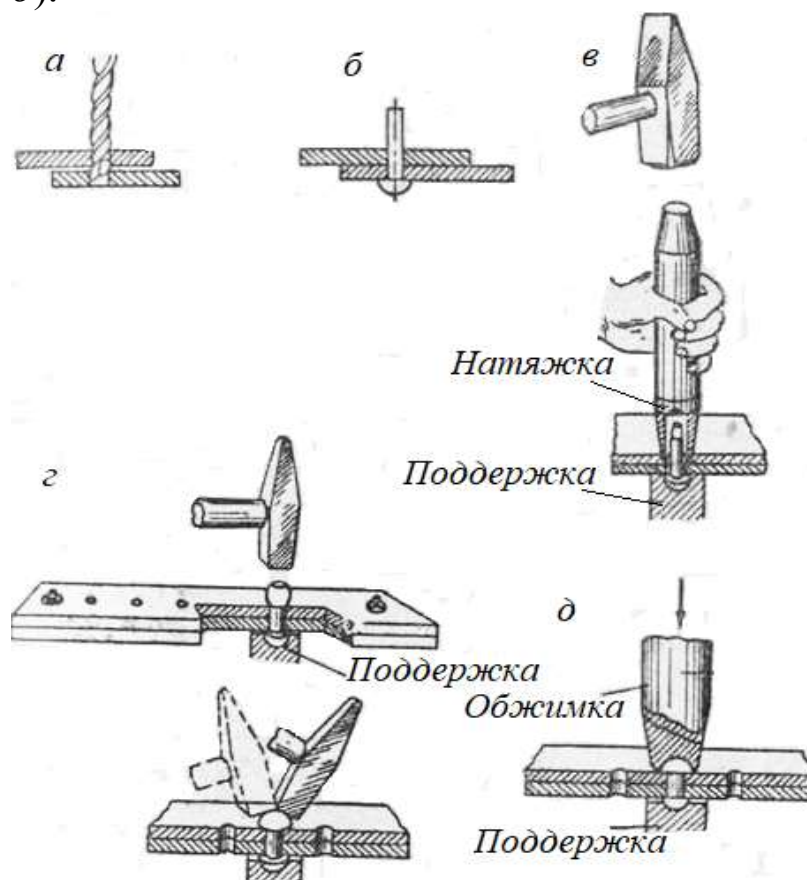


Рисунок 154 – Последовательность ручной клепки

Расклепывание потайной головки производят ударами молотка, направленными точно вдоль оси заклепки. Если заклепка при неточном ударе изгибается в сторону, ее выправляют ударами молотка с противоположной стороны. При склепывании тонкого листа с толстым заклепку вводят со стороны тонкого листа, так как в противном случае не удастся получить плотный шов, особенно если отверстие несколько больше диаметра заклепки, что часто бывает при пробивке отверстий бородкой. Сравнительно длинные листы при склепывании предварительно соединяют болтами, а заклепки ставят через два-три отверстия. После этого болты убирают и ставят заклепки в оставшиеся отверстия. Если требуется поставить всего 3–4 заклепки, сначала их ставят в крайние, а затем в средние отверстия.

Клепку на весу производят вдвоем: один расклепывает заклепку, а второй поддерживает ее с противоположной стороны поддержкой с лункой, соответствующей форме замыкающей головки.

Процесс односторонней клепки *заклепками с полым стержнем* (пистонами) осуществляется в следующем порядке (рис. 155, а):

1) закладную головку сердечника вводят в прорезь специального захватывающего наконечника ручных клещей или ручного пресса и вставляют в отверстия деталей (поз. 1).

2) при помощи клещей или ручного пресса сердечник протягивают сквозь пистон (поз. 2). При этом утолщенная часть сердечника раздавит стенки пистона и впрессовывает его в стенки отверстия, а при дальнейшем протягивании замыкающая головка сердечника входит в пистон и развальцовывает его (поз. 3);

3) выступающая часть сердечника срезается кусачками (поз. 4).

Соединения *заклепками с сердечником* повышенной прочности выполняют в такой последовательности (рис. 155, б):

1) пистон с сердечником вставляют в подготовленные отверстия склепываемых деталей (поз. 1);

2) ударами молотка забивают сердечник в пистон, у которого при этом отгибаются разрезанные концы, образующие замыкающую головку заклепки (поз. 2 и 3).

Клепка **взрывными заклепками** производится в тех случаях, когда из-за отсутствия доступа невозможно сделать замыкающую головку. Процесс клепки взрывными (рис. 155, в) заклепками отличается от обычной клепки. Здесь в качестве расклепывающего инструмента используется электрический нагреватель, прикладываемый к закладной головке заклепки (поз. 2). Тепло от закладной головки через стержень передается взрывчатому веществу, вызывая взрыв. Расширяющаяся при взрыве выступающая часть стержня образует замыкающую часть заклепки (поз. 3).

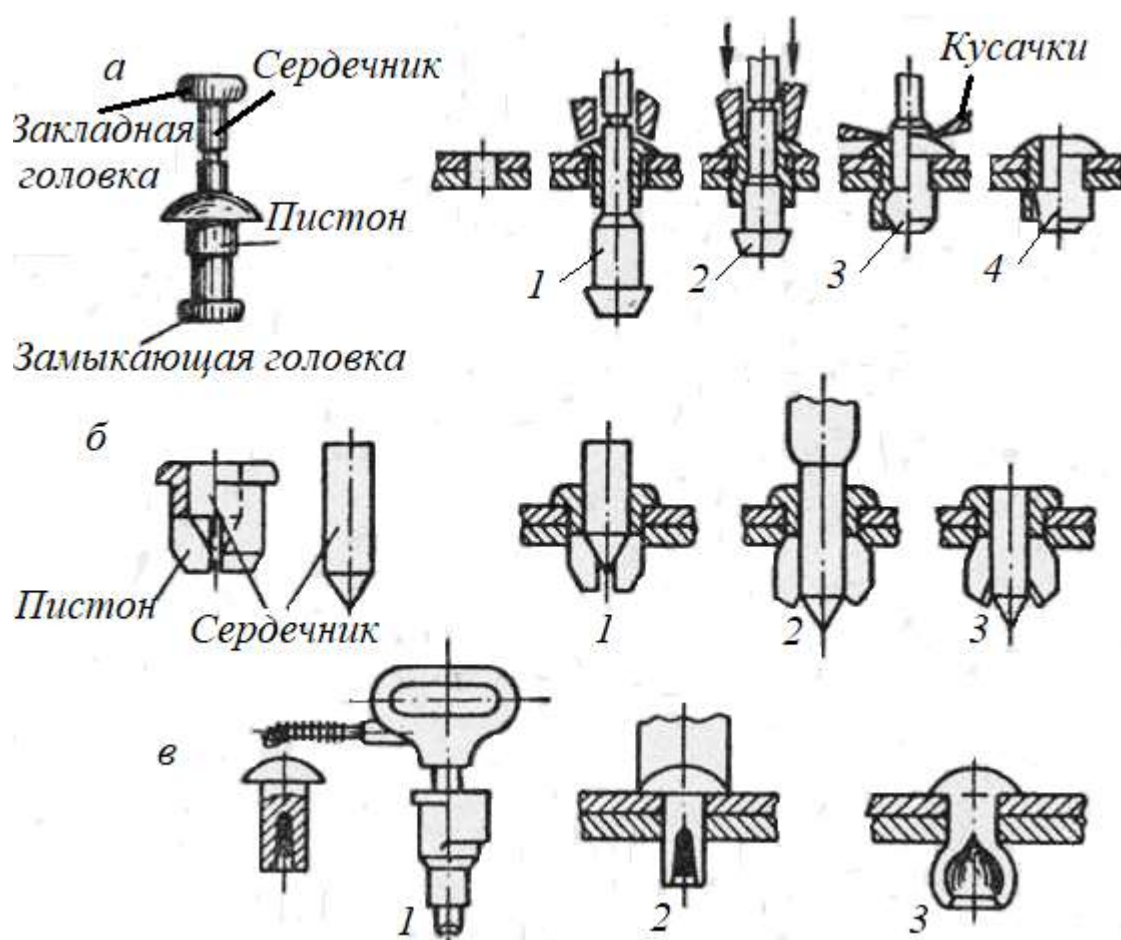


Рисунок 155 – Процессы клепки:

а – заклепками с полым стержнем; *б* – заклепками с сердечником;
в – взрывными заклепками

Механизированная клепка пневматическими многоударными молотками более производительна, чем ручная клепка. Клеп-

ку пневматическим молотком, осуществляемую двумя рабочими, следует выполнять в такой последовательности.

При прямом методе клепки в заранее подготовленное отверстие подручный вставляет заклепку и держит ее поддержкой, о которую ударяется закладная головка заклепки (рис. 156, *а*). Клепальщик или слесарь, двумя руками удерживая молоток, направляет его удары строго по оси стержня заклепки.

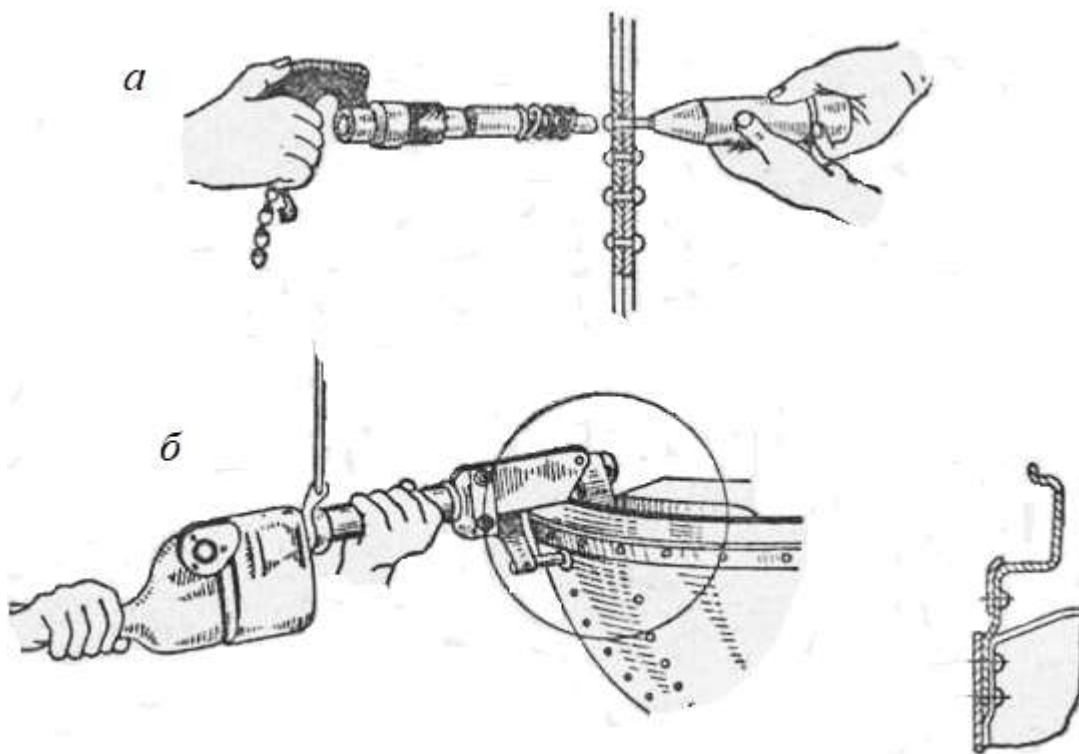


Рисунок 156 – Механизированная клепка:
а – пневматическим многоударным молотком;
б – ручным прессом

При соединении методом обратной клепки клепальщик правой рукой держит молоток, а левой вставляет заклепку в заранее просверленное отверстие. Подручный двумя руками держит поддержку, о которую ударяется стержень заклепки. Подручный должен следить за тем, чтобы стержень заклепки осаживался правильно до размера, равного половине диаметра заклепки. Для заглаживания закладных головок потайных заклепок, расклепываемых на криволинейных поверхностях при помощи обжимок с гладкими или сферическими рабочими поверхностями

ми, необходимо при клепке немного покачивать клепальный молоток из стороны в сторону.

Для устранения подсечек детали или заклепок при перекосе молотка во время клепки на плоских поверхностях рекомендуется применять специальные обжимки с шарнирной связью. Боек такой обжимки всегда, даже при установке молотка под некоторым углом к детали, располагается перпендикулярно к его поверхности и обеспечивает требуемое качество клепки.

С целью удобства и облегчения труда тяжелые молотки, прессы и подпорки подвешивают на специальных пружинных подвесках. При выполнении клепки рабочий поддерживает подвешенный пресс двумя руками (рис. 156, б); при этом одной рукой он устанавливает обжимку прессы на закладную головку, а другой – включает и выключает пресс. При клепке необходимо, чтобы ось заклепки совпадала с осью клепального инструмента. Работая переносными прессами, можно поставить за смену 2500–4000 заклепок. Переносные прессы можно устанавливать на постамент и производить на них клепку как на стационарных прессах. Склепываемые детали на стационарных прессах обычно располагают таким образом, чтобы заклепку можно было вставлять сверху. Стационарные прессы и клепальные машины (рис. 157) обеспечивают высокую прочность клепки благодаря равномерному давлению на склепываемые листы и заклепку.



Рисунок 157 – Заклепочное соединение



Рисунок 158 – Клепальные машины:
a – клепальный станок CLF LF-162-3A; *б* – станок для клепки накладок колодок грузовых автомобилей Beral 99503; *в* – станок клепальный CHAMPION C1511; *г* – клепальный станок ОДА

Требования безопасности труда при выполнении слесарных работ

6.1 Требования безопасности труда

Задача техники безопасности – предупреждение несчастных случаев, создание таких условий, которые обеспечивали бы полную безопасность труда работающего и его производительность.

Несчастные случаи чаще всего происходят в результате невнимательного отношения к выполнению инструкций по технике безопасности и правил внутреннего распорядка, а также в результате недостаточного усвоения необходимых производственных навыков и отсутствия опыта в обращении с инструментами и оборудованием.

На каждом предприятии существуют отраслевые инструкции по охране труда при выполнении слесарных работ. В данном учебном пособии приводятся обобщенные требования техники безопасности для слесаря-ремонтника.

Слесарные работы выполняют главным образом на **слесарных верстаках**, которые должны отвечать следующим требованиям:

- верстак должен иметь жесткую, прочную конструкцию и быть устойчивым;
- рабочая поверхность должна быть строго горизонтальной и покрыта листовой сталью;
- верстак должен быть оснащен выдвижными ящиками, разделенными на ячейки и располагаемыми под рабочей поверхностью, и полками для хранения инструментов, заготовок, мелких деталей и технической документации;
- на верстаке должен быть установлен защитный экран из органического стекла или металлической сетки с размером ячеек не более 3 мм, обеспечивающий защиту работающего от отлетающих частиц металла при выполнении таких операций, как, например, рубка зубилом. При использовании двухместных верстаков такие экраны необходимо устанавливать и посередине верстака;

- верстаки должны быть оборудованы светильниками местного освещения напряжением не более 220 В, которые можно регулировать по высоте и изменять угол наклона относительно зоны обработки;

- светильники должны быть защищены сетчатым ограждением и отражателями, направляющими световой поток в зону обработки;

- слесарные тиски, устанавливаемые на верстаке, должны обеспечивать надежное закрепление обрабатываемой заготовки. Для этого они снабжаются стальными сменными губками, которые должны иметь несработанную перекрестную насечку на рабочей поверхности с шагом 2–3 мм и глубиной 0,5–1,0 мм. Зазор между сомкнутыми губками слесарных тисков не должен превышать 0,1 мм. Подвижные части тисков должны перемещаться без заедания, рывков и надежно фиксировать закрепляемую заготовку;

- тиски, установленные на слесарном верстаке, должны иметь устройство, предупреждающее полное вывинчивание ходового винта из гайки.

При выполнении слесарных, сборочных и ремонтных работ применяют ручной и ручной механизированный (электрический и пневматический) инструмент, а также стационарное технологическое оборудование.

Ручной слесарный инструмент повседневного применения (молотки, чертилки, кернеры, зубила, крейцмейсели, напильники, шаберы, ножовки, ножницы, гаечные ключи и т. д.) должен быть закреплен за рабочим, который несет персональную ответственность за его техническое состояние.

Ручной слесарный инструмент для обеспечения его безопасного применения при выполнении работ должен отвечать следующим требованиям:

- молотки и кувалды должны иметь гладкую поверхность бойков (на поверхности бойков не допускаются трещины, сколы, выбоины, заусенцы);

- рукоятки молотков и кувалд должны быть изготовлены из хорошо просушенной древесины твердых лиственных пород (березы, дуба, клена, ясеня, граба) и не иметь сучков;

- рукоятки должны иметь по всей длине овальную форму в поперечном сечении, быть гладкими, без трещин;
- рукоятка молотка для предупреждения выскальзывания из рук работающего в процессе нанесения удара должна иметь коническую форму с утолщением к свободному концу;
- рукоятка кувалды к свободному концу должна несколько сужаться, так как ее насадка производится без клиньев от свободного (узкого) конца к широкому;
- ось рукоятки должна быть строго перпендикулярна продольной оси инструмента;
- клинья для крепления бойка на рукоятке молотка должны быть изготовлены из мягких сталей и снабжены насечкой, обеспечивающей удержание клина в материале рукоятки;
- напильники, шаберы и отвертки должны иметь рукоятки, выполненные из дерева или полимерных материалов (использование этих инструментов без рукояток категорически запрещено);
- при установке рукояток на заостренные части инструмента (хвостовики) напильников или шаберов необходимо в обязательном порядке применять металлические бандажные кольца;
- зубила, крейцмейсели, канавочники, бородки не должны иметь трещин, сбитых и скошенных торцов, а их рабочая часть не должна иметь видимых повреждений. Длина этих инструментов должна быть не менее 150 мм. Работу зубилом, крейцмейселем и канавочником необходимо выполнять с использованием защитных очков;
- рукоятки ручных ножниц для разрезания металла должны быть гладкими, без вмятин, зазубрин и заусенцев, а с их внутренней стороны должен быть предусмотрен упор, предотвращающий сдавливание пальцев руки;
- ручные рычажные ножницы должны быть надежно закреплены на верстаке и снабжены прижимами на верхнем подвижном ноже для обеспечения прижатия разрезаемого листа к поверхности стола (нижнего неподвижного ножа) и противовесом, обеспечивающим удержание верхнего ножа в безопасном положении;

- губки гаечных ключей должны быть строго параллельны, а их размер должен соответствовать размерам гаек и головок винтов или болтов (допускается увеличение размера зева ключа относительно размера гаек или головок винтов и болтов не более чем на 5 %).

Электроинструмент, применяемый при выполнении слесарных, сборочных и ремонтных работ, должен отвечать следующим требованиям:

- ручной электроинструмент должен подключаться к сети напряжением не более 42 В (в тех случаях, когда подключение инструмента к сети невозможно, допускается его подключение к сети напряжением до 220 В. При этом необходимо предусмотреть защитное отключение или наружное заземление корпуса);

- при работе электроинструментом, подключенным к сети напряжением 220 В, обязательно использование средств электрозащиты: резиновые коврики, диэлектрические перчатки и т. п.);

- кабели и провода для обеспечения их целостности (защита от излома и истирания) должны подводиться к электроинструменту через эластичную трубку длиной не менее пяти диаметров кабеля, которая устанавливается в корпус электроинструмента;

- рабочие органы электроинструментов, за исключением электрических дрелей (сверлильных машин), должны иметь защитные кожухи;

- в случае обнаружения неисправностей электроинструмента работа с ним должна быть немедленно прекращена;

- разборка и ремонт электроинструмента, штепсельных разъемов и проводов разрешается только персоналу, осуществляющему обслуживание электроинструмента (самостоятельный ремонт категорически запрещен).

Ручной пневматический инструмент, применяемый при выполнении слесарных работ, должен отвечать следующим требованиям:

- рабочая часть инструмента не должна иметь повреждений (трещин, выбоин, заусенцев) и должна быть правильно заточена;

- боковые грани инструмента не должны иметь острых ребер;
- хвостовая часть инструмента, устанавливаемого в присоединительное устройство, должна плотно прилегать к стенкам устройства и обеспечивать надежное центрирование инструмента;
- на хвостовой части инструмента не должно быть повреждений;
- сверлильные машинки, виброзубила, гайковерты и другие пневматические инструменты должны быть снабжены виброгасящими устройствами;
- инструмент должен быть оборудован глушителями выхлопов воздуха и не должен допускать попадания отработанного сжатого воздуха на работника, загрязняя зону его дыхания;
- ударные инструменты должны быть оборудованы устройствами, не допускающими вылета рабочего инструмента.

При работе *с пневматическим инструментом* следует соблюдать следующие меры безопасности:

- перед присоединением воздушного шланга к инструменту его необходимо продуть, направляя струю воздуха в зону, в которой не наблюдается присутствие людей;
- шланг к инструменту следует присоединять при помощи штуцера, ниппеля или стяжных хомутов;
- крепление шланга к инструменту или к соединительной трубке проволокой категорически запрещено;
- шланг пневматического инструмента к централизованной сети разводки сжатого воздуха присоединяют, используя вентиль, обеспечивающий перекрытие подачи сжатого воздуха (подсоединение шланга непосредственно к магистрали централизованной подачи сжатого воздуха категорически запрещено);
- отсоединяя шланг от пневматического инструмента, необходимо сначала перекрыть вентиль, соединяющий шланг с централизованной магистралью подачи сжатого воздуха;
- следует проверить работу пневматического инструмента на холостом ходу до установки рабочего инструмента, включив его на непродолжительное время;

- начинать работу пневматическим инструментом можно только после того, как рабочий инструмент (сверло, зубило) плотно прижат к обрабатываемой поверхности;
- ремонт пневматического инструмента на рабочем месте не допускается;
- при выполнении работ с применением пневматического инструмента не допускается натягивание и перегибание воздухоподводящих шлангов.

6.2 Правила производственной санитарии

Производственная санитария предусматривает создание условий, обеспечивающих необходимую температуру в производственных помещениях, хорошую вентиляцию, достаточную освещенность рабочих мест, отсутствие сквозняков, наличие вспомогательных и бытовых помещений.

Температура производственных помещений должна поддерживаться в пределах 16–20 °С.

Вентиляция производственных помещений должна обеспечивать создание комфортных условий труда за счет поддержания необходимого температурного режима, удаления вредных газов, паров и пыли. Вентиляция может быть приточной и вытяжной.

Одним из показателей требуемого санитарного состояния помещения является его **освещенность**. Оптимальная освещенность на рабочем месте должна обеспечивать снижение нагрузки на глаза, облегчая работу и уменьшая возможность травматизма. Освещение может быть как естественным (дневное освещение), так и искусственным (электрическое освещение). Предпочтительным является естественное освещение.

Во время работы необходимо соблюдать **общие правила гигиены**:

- работник, приступающий к работе, должен быть здоров, опрятно одет; волосы необходимо заправить под головной убор (берет, косынку);
- по окончании работы следует привести в порядок рабочее место, спецодежду убрать в специальный шкаф;
- каждый рабочий участок или мастерская должны быть оснащены аптечкой.

Помимо общих правил гигиены большое значение имеет *личная гигиена* работника. Под *личной гигиеной* понимаются меры, направленные на сохранение здоровья, предупреждение и устранение условий, которые могут привести к нарушению здоровья.

Для сохранения здоровья и предупреждения заболеваний необходимо:

- отводить на сон не менее 8 ч в сутки;
- в процессе работы время от времени менять рабочую позу;
- после окончания рабочего дня мыть в душе с мылом все тело.

Список рекомендуемой литературы

1. Макиенко, Н. И. Общий курс слесарного дела : учебник для ПТУ / Н. И. Макиенко. – Москва : Высшая школа, 1983.

2. Мирошин, Д. Г. Слесарное дело : Практикум для СПО / Д. Г. Мирошин – Москва : Юрайт, 2020 – 247 с.

3. Муравьев, Е. М. Слесарное дело : учебное пособие / Е. М. Муравьев. – Москва : Машиностроение, 1990.

4. Покровский, Б. С. Общий курс слесарного дела : учебное пособие / Б. С. Покровский, Н. А. Евстигнеев. – 7-е изд., стереотип. – Москва : Издательский центр «Академия», 2015. – 80 с.

5. Ткачева, Г. В. Слесарные работы. Основы профессиональной деятельности : учебно-практическое пособие / Г. В. Ткачева, А. В. Алексеев, О. В. Васильева. — Москва : КноРус, 2020. – 131 с.

6. Чумаченко, Ю. Т. Материаловедение и слесарное дело : учебник / Ю. Т. Чумаченко, Г. В. Чумаченко. – 2-е изд., стереотип. – Москва : КНОРУС, 2020. – 294 с.