

**Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации**

**Технологический институт-филиал ФГБОУ ВО
Ульяновский ГАУ**

С.Н. Петряков
В.А. Фрилинг
А.А. Хохлов

**ТЕХНОЛОГИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
МЕТАЛЛОВ**
(лабораторный практикум)



Димитровград - 2019

УДК 601
ББК 39.3
П - 31

Петряков, С.Н. Технология механической обработки металлов: лабораторный практикум / С.Н. Петряков, В.А. Фрилинг, А.А. Хохлов - Димитровград: Технологический институт – филиал УлГАУ, 2019.- 238 с.

Рецензенты: Глушенко Андрей Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация мобильных машин и технологического оборудования» ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ
Ротанов Евгений Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Естественнонаучные и технические дисциплины», ПКИУПТ (филиал) ФГБОУ ВО «МГУТУ ИМ. К.Г.РАЗУМОВСКОГО (ПКУ)»

В учебном пособии рассмотрены лабораторные работы по двум разделам: «Токарное дело» и «Слесарное дело». В каждой работе приведены краткие теоретические сведения, необходимые для выполнения заданий и лучшего усвоения основ дисциплины «Токарное и слесарное дело»

Лабораторный практикум предназначен для подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Утверждено
на заседании кафедры «Эксплуатация
транспортно-технологических машин и комплексов»
Технологического института – филиала
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ,
протокол № 1 от 4 сентября 2019г.
Рекомендовано
к изданию методическим советом Тех-
нологического института – филиала
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ
Протокол № 2 от 10 октября 2019г.

© С.Н. Петряков, В.А. Фрилинг, А.А. Хохлов., 2019

© Технологический институт – филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ,
2019

ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА

Тема 1 – Изучение основных узлов и органов управления токарных станков

Основные части и узлы токарного станка

Токарные станки предназначены для получения из заготовок различных деталей, имеющих форму тел вращения. Если на станке имеется устройство для нарезания резьбы, то такой станок называется токарно-винторезным. На рисунке 1 изображен общий вид токарно-винторезного станка модели 1К62, указаны основные части, узлы и органы управления. Станина 4 - массивное чугунное основание, на котором смонтированы все основные узлы станка. Верхняя часть станины имеет две плоские и две призматические направляющие, по которым могут перемещаться подвижные узлы стайка. Станина установлена на двух тумбах.

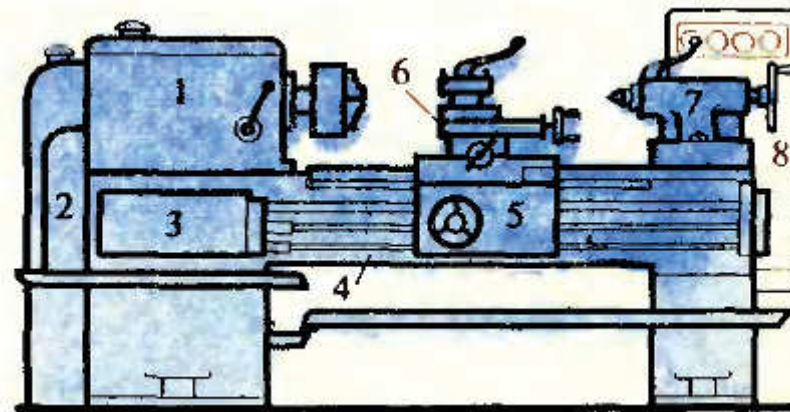
Передняя бабка 2 - чугунная коробка, внутри которой расположен главный рабочий орган станка — шпиндель, представляющий собой полый вал, на правом конце которого крепятся приспособления, зажимающие заготовку, например патрон. Шпиндель получает вращение от расположенного в левой тумбе электродвигателя через клиноременную передачу и систему зубчатых колес и муфт, размещенных внутри передней бабки. Механизм (т. е. система зубчатых колес и муфт), который позволяет изменять числа оборотов шпинделя, называют коробкой скоростей. Суппорт 6 - устройство для закрепления резца, обеспечения движения подачи, т. е. перемещения резца в различных направлениях. Движения подачи суппорт получает от ходового винта и ходового вала. Фартук 5 - система механизмов, преобразующих вращательное движение ходового винта и ходового вала в прямолинейное движение суппорта. Коробка подач 3 - механизм, передающий вращение ходовому винту и ходовому валу и изменяющий величину подачи. Вращательное движение в коробку подач передается от шпинделя с помощью реверсивного механизма и гитары со сменными зубчатыми колесами.

Гитара 2 предназначена для настройки станка на требуемую подачу подбором соответствующих сменных зубчатых колес.

Задняя бабка 7 предназначена для поддержания правого конца длинных заготовок в процессе обработки, а также закрепления сверл, зенкеров и разверток.

Электропривод станка получает электроэнергию от сети промышленного тока. Общее включение станка производится пакетным выключателем, расположенным на специальном щите. Электрооборудование станка размещается в шкафу 5.

Включение и выключение электродвигателя, пуск и остановка станка, управление механизмами станка осуществляют соответствующими кнопками, рукоятками, маховичками. В качестве режущего инструмента при работе на токарно-винторезном станке используют различные типы резцов, а также сверла, зенкеры, развертки, метчики, плашки.



1 - передняя бабка с коробкой скоростей, 2 - гитара сменных колес, 3 - коробка подач, 4 - станина, 5 - фартук, 6 - суппорт, 7 - задняя бабка, 8 - шкаф с электрооборудованием

Рисунок 1 – Токарно-винторезный станок 1К62

При работе на токарном станке применяют различные приспособления для закрепления заготовки: различной конструкции патроны, планшайбы, цанги, центры, хомутики, люнеты, оправки. К станку прилагается комплект ключей и других принадлежностей. Для контроля точности обработки токарь использует

штангенциркули, микрометры, предельные калибры, шаблоны, угломеры и другие измерительные инструменты.

Тема 2 - Классификация режущего инструмента

Классификация токарных резцов

Для токарной обработки применяются разнообразные по конструкции резцы. В зависимости от направления движения подачи различают правые и левые резцы (рисунок 1).

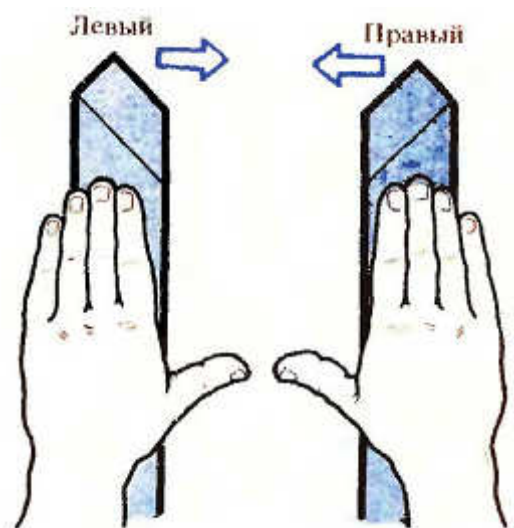
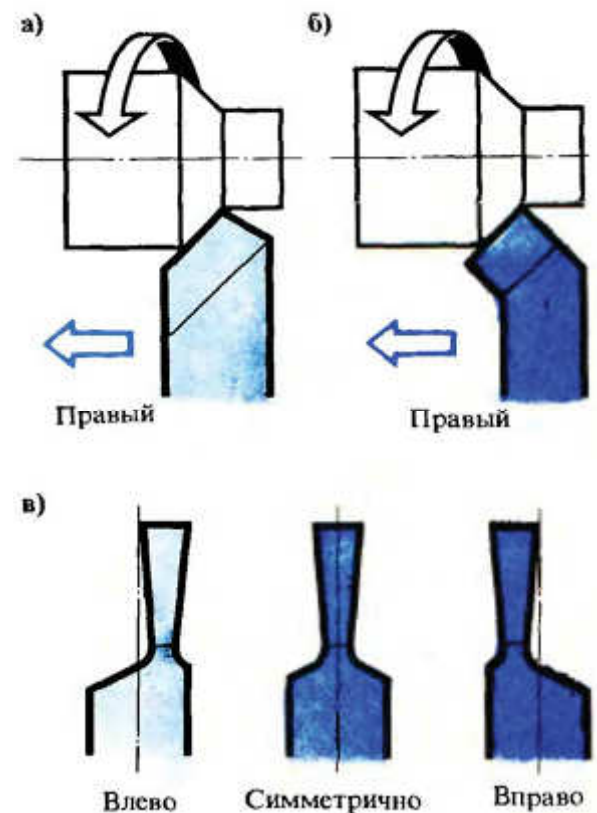


Рисунок 1 – Правый и левый резцы

По форме и расположению головки относительно стержня резцы могут быть прямые, отогнутые и с оттянутой головкой (рисунок 2, а, б, в).



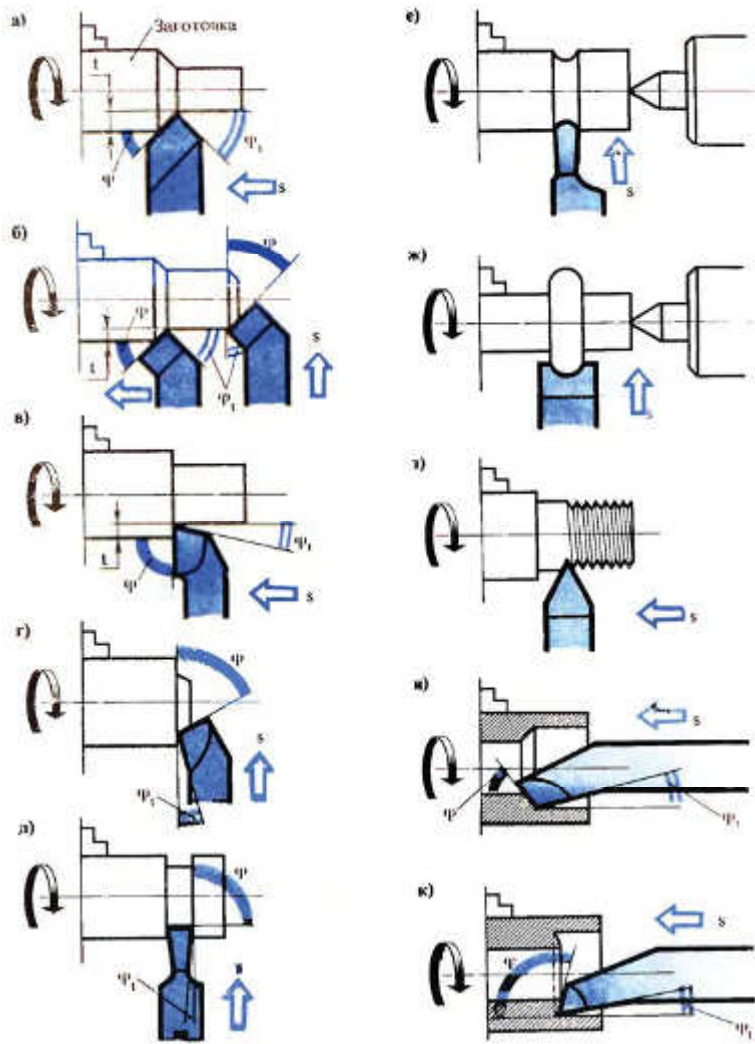
а - прямая, б - отогнутая, в - оттянутая

Рисунок 2 – Форма головки резцов

По назначению различают резцы проходные, упорные, подрезные, отрезные, прорезные, фасонные, резьбовые, расточные (рисунок 3).

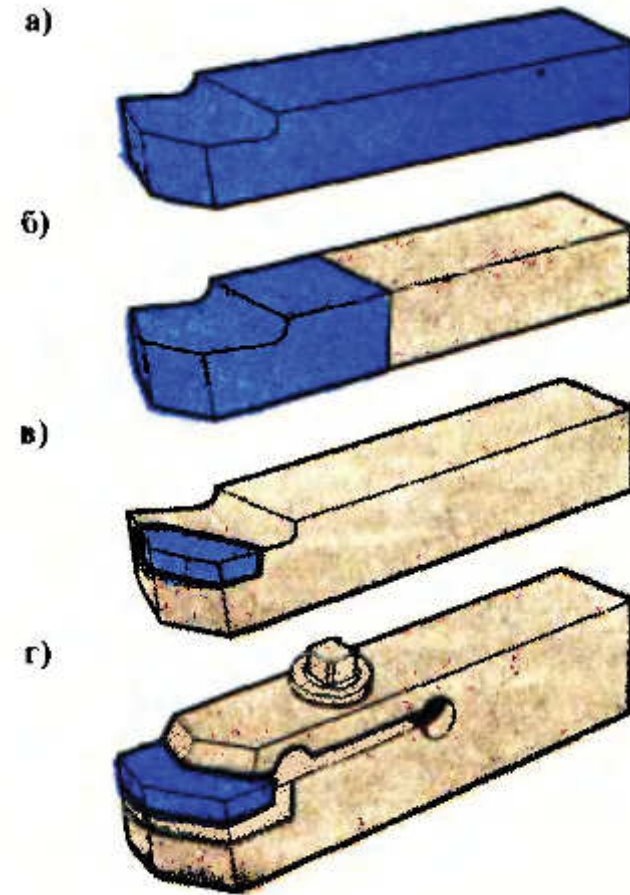
Различают также черновые резцы, служащие для предварительной обработки, и чистовые резцы, предназначенные для окончательной обработки.

Резцы могут быть (рисунок 4, а - г) цельные, выполненные из одного материала, и составные: державка из конструкционной стали, а режущая часть — из специального инструментального материала. Составные резцы бывают: сварные, с напаянной режущей пластинкой и с механическим креплением режущей пластинки.



а - проходной прямой, б - проходной отогнутый, в - упорный, г - подрезной, д - отрезной, е - прорезной, ж - фасонный, з - резьбовой, и - расточной проходной, к - расточной упорный

Рисунок 3 – Классификация резцов по назначению



а - цельный, б - сварной, в - с напаянной пластинкой, г - с механическим креплением пластинки

Рисунок 4 – Классификация резцов по способу крепления режущей части

Материалы резцов

При обработке металл оказывает сопротивление снятию стружки, т. е. сопротивление работе резца. Поэтому к материалу, из которого изготовляют резцы, предъявляют высокие требования.

Чтобы режущая часть резца могла врезаться в поверхность заготовки, твердость ее должна быть выше твердости обрабатываемого металла. В процессе обработки металл, сопротивляясь внедрению режущей части инструмента в срезаемый слой, давит на переднюю поверхность резца; эта сила давления стремится изогнуть, сломать резец.

Поэтому материал, из которого сделан резец, должен обладать достаточной прочностью.

Режущая кромка резца, испытывающая при работе ударные нагрузки, не должна выкрашиваться, поэтому материал режущей части должен быть достаточно вязким. Передняя и задняя поверхности резца, соприкасающиеся в процессе резания с металлом, подвергаются истиранию и нагреву до температуры 1000°C , в результате чего режущая часть резца изнашивается, инструмент затупляется. Следовательно, инструментальные материалы должны быть износостойкими при высокой температуре в течение продолжительного времени, т. е. обладать высокой красностойкостью.

Инструментальные материалы, применяемые для изготовления режущего инструмента, можно разделить на группы.

1. Материалы для инструментов, работающих на низких скоростях резания. К ним относятся инструментальные углеродистые стали — качественные (марки УЮ, У12 и др.) и высококачественные (марки У10А, У12А и др.) с твердостью HRC 58...64 после термической обработки. Инструмент из этих сталей сохраняет режущие свойства при температуре нагрева лишь до $200\text{...}250^{\circ}\text{C}$. В эту группу входят также инструментальные легированные стали: хромокремнистая 9ХС, хромовольфрамовая ХВ5, хромомарганцовистая ХВГ и др. После термической обработки эти стали выдерживают в процессе резания температуру нагрева до $250\text{...}300^{\circ}\text{C}$.

2. Материалы для инструментов, работающих на повышенных скоростях. К ним относятся быстрорежущие стали Р9, Р12, Р18, Р6М3, Р9К5 и др. После термической обработки эти стали приобретают высокую твердость (HRC 62...65), прочность и износостойкость. Резец, изготовленный из этих сталей, сохраняет режущие свойства при нагреве в процессе работы до температуры $600\text{...}650^{\circ}\text{C}$.

3. Материалы для инструментов, работающих на высоких скоростях. К ним относятся металлокерамические твердые сплавы, выпускаемые в виде пластинок различных размеров и форм, а также алмазы.

Для изготовления металлорежущих инструментов применяют три группы металлокерамических сплавов: вольфрамовую (ВК) титановольфрамовую (ТК) и титанотанталовольфрамовую (ТТК).

Резцы, оснащенные пластинками из твердых сплавов вольфрамовой группы, используют для обработки чугунов, цветных металлов и сплавов, ВК8 - для обдирочной обработки, ВК6 - для чистовой.

Твердые сплавы титановольфрамовой группы предназначены для обработки углеродистых и легированных сталей: для черновой обработки, а также при прерывистом резании используют резцы, оснащенные пластинками Т5КЮ для получистовой и чистовой обработки — резцы с пластинками Т15К6.

Твердые сплавы титанотанталовольфрамовой группы (ТТ7К12) используют для черновой обработки по корке стальных поковок, штамповок и отливок с раковинами и различными неметаллическими включениями, а также при работе резца с ударами. Минералокерамические материалы, предназначенные для изготовления режущего инструмента, выпускаются в виде пластин белого цвета, которые крепятся к державке инструмента. Наиболее распространенная марка ЦМ-332 (микролит) обладает высокой твердостью, теплостойкостью и износостойкостью. Хрупкость этого материала ограничивает его широкое применение. Сплав ЦМ-332 используют только для чистовой и получистовой обработки углеродистых и легированных сталей, медных и алюминиевых сплавов и чугунов.

Применение алмазных инструментов позволяет производительно и высококачественно обрабатывать самые твердые материалы.

Алмазные резцы различаются по своему назначению и методам крепления кристалла алмаза к державке. Кристалл алмаза может вплавляться в паз державки или закрепляться механическим способом.

Износ и заточка резцов

В процессе резания в результате трения стружки о переднюю поверхность резца, а задних поверхностей резца о поверхность заготовки рабочая часть резца изнашивается, режущая кромка разрушается (местное выкрашивание). Работать таким резцом уже нельзя, так как ухудшается точность обработки, качество обработанной поверхности, снижается производительность труда. Затупленный резец отдают в переточку, которую, как правило, выполняют специальные рабочие — заточники, однако токарь должен уметь и сам затачивать инструмент. К наиболее простым заточным станкам, применяемым для заточки резцов, относятся точильно-шлифовальные (точила). Основной узел точила — шпиндельная головка 1 (рисунок 5, а) — представляет собой двухскоростной электродвигатель, на обоих концах его вала (шпинделя) установлены абразивные (шлифовальные) круги 2 — один из них из электрокорунда и предназначен для заточки резцов из быстрорежущей стали, а другой из зеленого карбида кремния — для заточки резцов, оснащенных пластинками из твердого сплава.

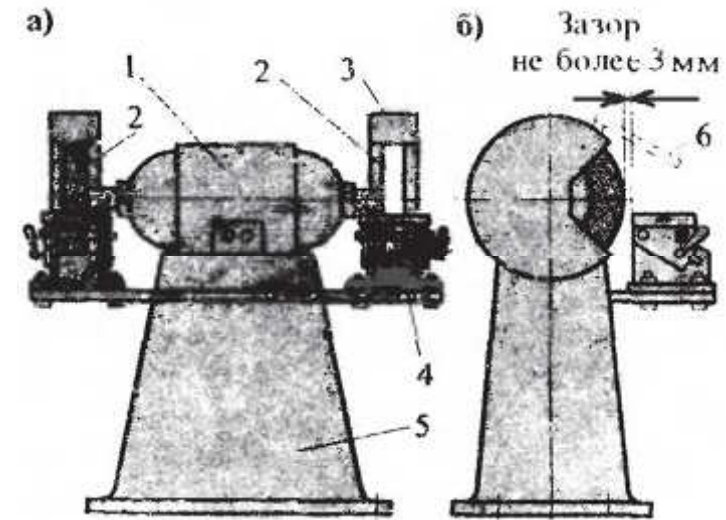
Чтобы обеспечить устойчивое положение затачиваемого резца, на станке имеется специальное приспособление — подручник 4.

Конструкция подручника позволяет регулировать положение резца и по высоте и под требуемым углом по отношению к рабочей поверхности круга. По высоте резец должен быть установлен так, чтобы верхняя точка касания затачиваемой поверхности с поверхностью круга находилась на уровне шпинделя шлифовальной головки или несколько выше ее, но не более чем на 10 мм.

При заточке вручную (рисунок 6) резец с легким нажимом прижимают затачиваемой поверхностью к вращающемуся кругу, а для того, чтобы износ круга происходил равномерно и чтобы затачиваемая поверхность получалась плоской, резец все время передвигают вдоль рабочей поверхности круга.

Сначала затачивают главную и вспомогательную задние поверхности, затем переднюю поверхность и вершину резца.

Заточка вручную на точильно-шлифовальных станках имеет следующие недостатки: трудность получения первоначальных (заданных) геометрических параметров режущей части резца, возможность появления прижогов и трещин на затачиваемых поверхностях, необходимость последующей доводки резца на универсально-заточных или специальных станках. Необходимость доводки вызывается тем, что зерна круга при заточке оставляют на режущих кромках, передней и задних поверхностях резца микронеровности, которые оказывают большое влияние на работу резца, на качество обработки.



а - общий вид, б - установка подручника; 1 - шпиндельная головка, 2 - шлифовальный круг, 3 - защитный кожух, 4 - подручник, 5 - станина,

б - регулируемый щиток

Рисунок 5 – Заточной станок для резцов

Микронеровности (зазубрины) режущей кромки копируются непосредственно на обработанной поверхности, ухудшая ее качество (чистоту обработки); в то же время, являясь источниками концентрации местных напряжений, они вызывают ослабление и выкрашивание режущей кромки. Кроме того, чем выше микронеровности на задних и передней поверхностях резца, тем

больше трение между деталью и резцом, тем быстрее изнашивается резец. Сущность доводки заключается в притирке задних и передней поверхностей на узких участках вдоль режущей кромки.

Доводка производится обычно на алмазных доводочных кругах. Геометрию резца после заточки проверяют специальными шаблонами, угломерами или приборами. Затачивать резцы может лишь рабочий, получивший инструктаж по технике безопасности.

При работе на точиле необходимо руководствоваться следующими требованиями безопасности: перед тем как приступить к заточке инструмента, убедиться в полной исправности всех механизмов и устройств станка, в том числе в наличии и исправности ограждения круга; проверить правильность установки подручника. Зазор между рабочей поверхностью круга и краем подручника должен быть не более 3 мм.

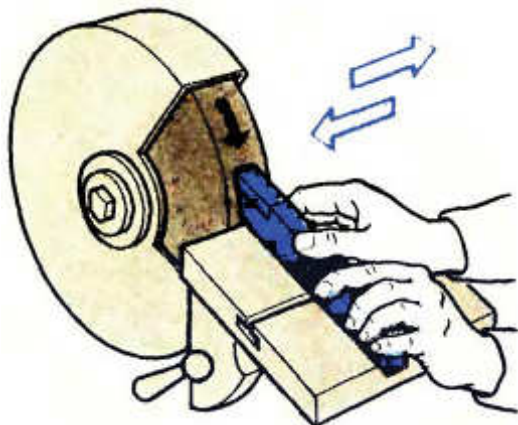


Рисунок 6 – Затачивание резца периферией плоского круга

Перестановка подручника допускается только после полной остановки круга;

Запрещается работа на станке без применения подручника и без ограждения круга; проверить направление вращения круга: круг должен вращаться на резец так, чтобы искры летели вниз, а не вверх;

установить предохранительный прозрачный экран или надеть защитные очки.

Для сохранения работоспособности резцов до естественного износа необходимо соблюдать правила ухода за ними: нельзя складывать резцы в инструментальном шкафчике беспорядочно («навалом») или так, чтобы режущие кромки касались стенки ящика); перед выключением подачи резец следует отводить от детали, это предохранит режущую кромку от выкрашивания;

периодически подтачивать резец мелкозернистым абразивным бруском непосредственно в резцедержателе, что удлиняет время работы резца; нельзя доводить заднюю грань резца до большого затупления, следует перетачивать резец до наступления разрушения режущей кромки, т. е. при ширине изношенной площадки на задней поверхности резца 1...1,5 мм; нельзя использовать резцы в качестве подкладок;

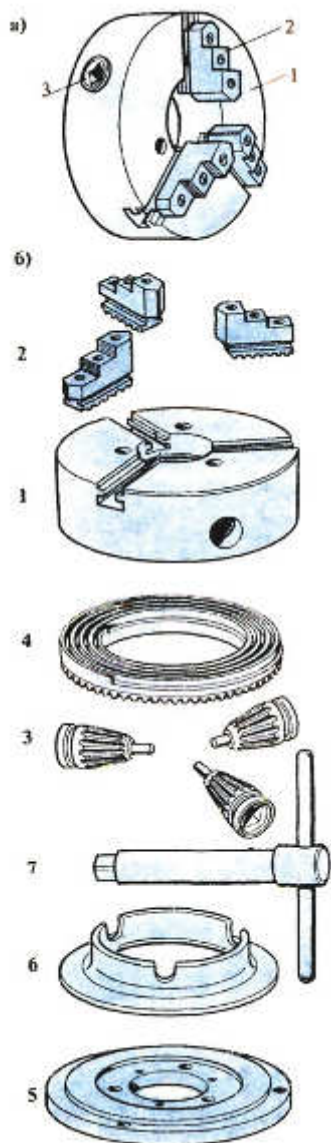
твердосплавный резец сдавать в кладовую, когда пластинка твердого сплава сточена на 3/4 длины. Если пластинка твердого сплава отделилась от державки, ее следует сохранить и сдать в кладовую.

Тема 4. Установка резцов в резцедержателе, крепление заготовки в патрон

Установка и закрепление заготовок в патронах

Трехкулачковые самоцентрирующие токарные патроны. У трехкулачкового самоцентрирующего патрона все три кулачка сходятся к центру и расходятся одновременно, поэтому они обеспечивают совпадение оси заготовки с осью шпинделя.

Наиболее распространенный трехкулачковый самоцентрирующий патрон показан на рисунке 1, а. В радиальных пазах корпуса 1 патрона расположены три кулачка. Своими спиральными выступами на подошве кулачки входят в канавки спиральной резьбы конического зубчатого колеса 3.



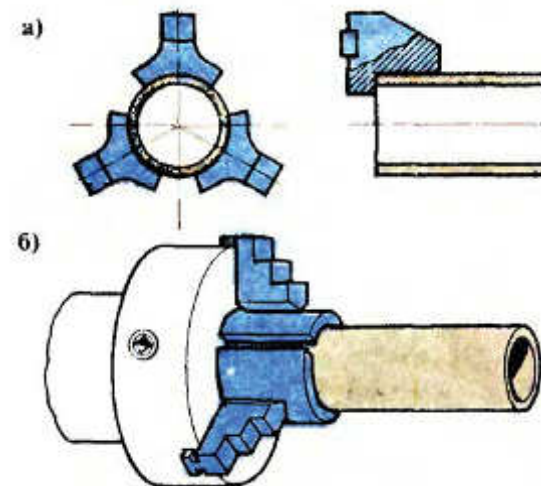
а - общий вид, б - устройство; 1 - корпус, 2- кулачки, 3 - конические зубчатые колеса, 4 - конический диск со спиральной резьбой, 5 - планшайба, 6 - промежуточный диск, 7 - ключ

Рисунок 1 – Трехкулачковый самоцентрирующий патрон

Это колесо приводится во вращение с помощью ключа 7, вводимого в гнездо одного из трех малых зубчатых колес 3, сопряженных с большим коническим диском 4 (рисунок 1,б). По спиральной резьбе большого конического колеса кулачки патрона могут одновременно двигаться к центру или от центра, т. е. зажимать или освобождать заготовку.

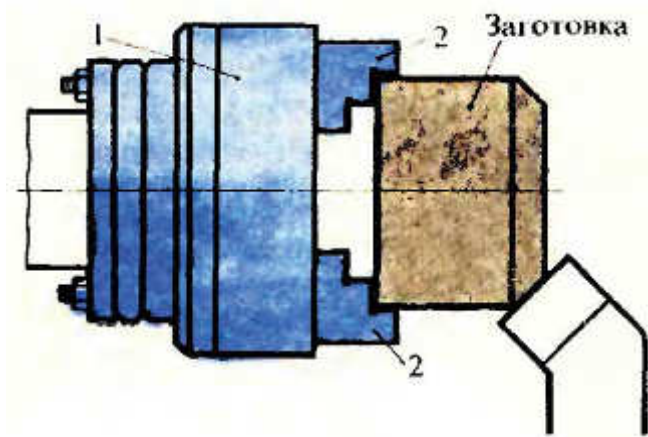
Радиусы кривизны на разных участках спиральной резьбы конического колеса различны, а радиусы кривизны спиральных выступов у кулачков одинаковы, поэтому соприкосновение выступов кулачков и витков спиральной резьбы происходит по узким площадкам. Это вызывает значительные удельные давления и приводит к ускоренному износу кулачков, что является существенным недостатком спиральных патронов.

На рабочем месте токаря рекомендуется иметь два трехкулачковых патрона: один для обдирочных работ, второй с незакаленными кулачками — для чистовых. Для некоторых работ, например для закрепления тонкостенных заготовок, когда обычные кулачки могут вызвать прогиб стенок, применяют широкие кулачки (рисунок 2, а) или разрезную втулку (рисунок 2,б).



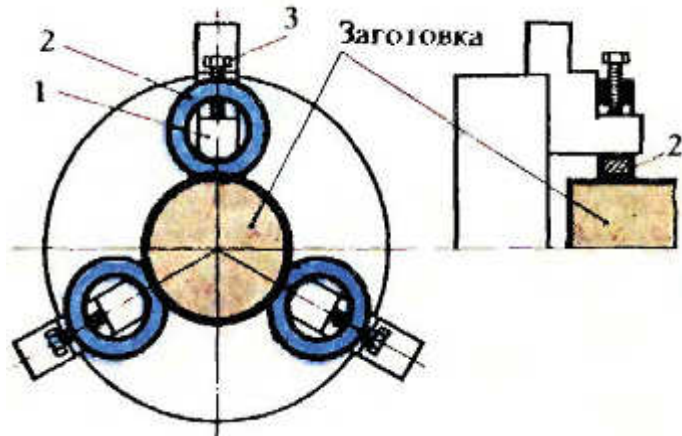
а - при помощи широких кулачков, б - при помощи разрезной втулки

Рисунок 2 – Закрепление тонкостенных заготовок в трехкулачковом патроне



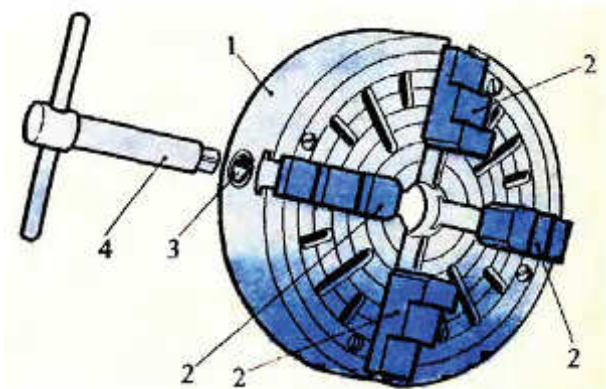
1 - корпус патрона, 2 - кулачок

Рисунок 3 – Закрепление заготовки в перевернутых кулачках патрона



1 – кулачок; 2 – кольцо; 3 - стопорный болт

Рисунок 4 – Закрепление заготовки при помощи сменных колец на кулачках патрона



1 - корпус патрона (платиайба); 2 - кулачки; 5 - гнездо винта; 4 - ключ

Рисунок 5 – Четырехкулачковый патрон

Для изготовления точных деталей применяют патроны со сменными незакаленными кулачками. Заготовки больших диаметров закрепляют в перевернутых кулачках, в этом случае уступы кулачков создают надежный упор заготовке (рисунок 3). Рабочие поверхности кулачков самоцентрирующего патрона изнашиваются неравномерно, поэтому их периодически растачивают или расшлифовывают.

Для того чтобы не повредить обработанную поверхность детали, на цельные закаленные кулачки можно закреплять сменные насадные кольца (рисунок 4), которые затем растачивают по диаметру поверхности закрепляемой заготовки.

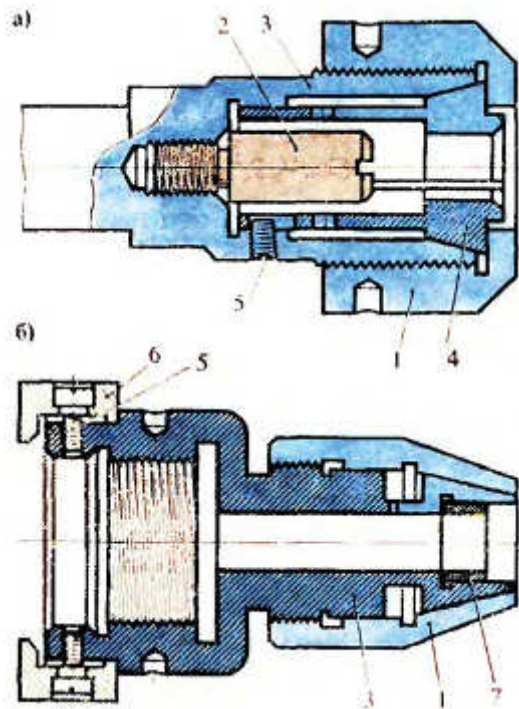
На пазах корпуса патрона и на кулачках нанесены цифры 1, 2, 3 или соответствующее количество накерненных точек. При сборке патрона кулачки в пазы вставляют поочередно и в порядке возрастающих цифр (точек).

Четырехкулачковый простой патрон. Патрон имеет четыре зажимных кулачка, которые перемещаются независимо один от другого в пазах корпуса 1 (рисунок. 5). На каждом кулачке имеется «полугайка», сопрягаемая с винтом, расположенным в пазах. Для закрепления заготовки в патроне ключ 4 вводится в гнездо винта 3.

Цанговые патроны. Заготовки диаметром до 60 мм с предварительно обработанной поверхностью целесообразно закреплять не в кулачковом патроне, а в обжимном цанговом патроне (рисунок 6, а).

Цанга 4 (тонкостенная стальная втулка с прорезями), сжимаясь, при наворачивании гайки 1 на резьбу цилиндрического участка корпуса 3 патрона входит в коническую расточку корпуса.

Цанга патрона (рисунок 6, б) изготовлена из серого чугуна (СЧ18-32).

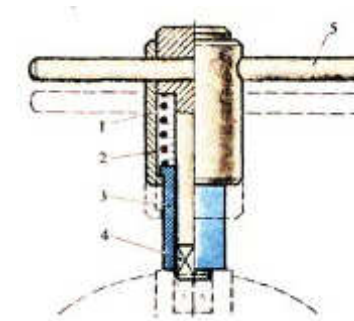


а - со вставной цангой, б - цельный чугунный; 1 - нажимная гайка,
2 - регулируемый упор, 3 - корпус, 4 - цанга, 5 - винт, 6 - фиксирующая планка,
7 - установочная втулка

Рисунок 6 – Цанговые патроны

Такой патрон прост в изготовлении и обеспечивает надежность закрепления не меньшую, чем патрон со стальной цангой. Окончательно зажимную поверхность чугунной цанги растачивают на том станке, на котором будет обрабатываться заготовка. Эксплуатация токарных патронов. При закреплении заготовки в патроне нельзя применять удлинители для рукоятки ключа. При закреплении и освобождении заготовки рукоятку ключа захватывают обеими руками (по ее концам).

Нельзя оставлять ключ в патроне, так как это может быть причиной травмы. Рекомендуется применять безопасный ключ с пружиненным рабочим стержнем (рисунок 7).



1 - неподвижная трубка, 2 - пружина, 3 - подвижная трубка,
4 - ключ, 5 - рукоятка

Рисунок 7 – Ключ с пружиненным рабочим стержнем для безопасного закрепления заготовки в патроне

При нажиме на рукоятку 5 стержень ключа полностью входит в гнездо. Если ключ оставлен в патроне и снят нажим на рукоятку, пружина 2 вытолкнет ключ из гнезда патрона.

Токарный патрон периодически разбирают, очищают и смазывают. При патроне ключ 4 вводится в гнездо винта 3.

Цанговые патроны. Заготовки диаметром до 60 мм с предварительно обработанной поверхностью целесообразно закреплять не в кулачковом патроне, а в обжимном цанговом патроне (рисунок 6, а).

Цанга 4 (тонкостенная стальная втулка с прорезями), сжимаясь, при наворачивании гайки 1 на резьбу цилиндрического участка корпуса 3 патрона входит в коническую расточку корпуса.

Цанга патрона (рисунок 6,б) изготовлена из серого чугуна (СЧ18-32). Такой патрон прост в изготовлении и обеспечивает надежность закрепления не меньшую, чем патрон со стальной цангой. Окончательно зажимную поверхность чугунной цанги растачивают на том станке, на котором будет обрабатываться заготовка. Эксплуатация токарных патронов. При закреплении заготовки в патроне нельзя применять удлинители для рукоятки ключа. При закреплении и освобождении заготовки рукоятку ключа захватывают обеими руками (по ее концам).

Нельзя оставлять ключ в патроне, так как это может быть причиной травмы. Рекомендуется применять безопасный ключ с подпружиненным рабочим стержнем (рисунок 7). При нажиме на рукоятку 5 стержень ключа полностью входит в гнездо. Если ключ оставлен в патроне и снят нажим на рукоятку, пружина 2 вытолкнет ключ из гнезда патрона.

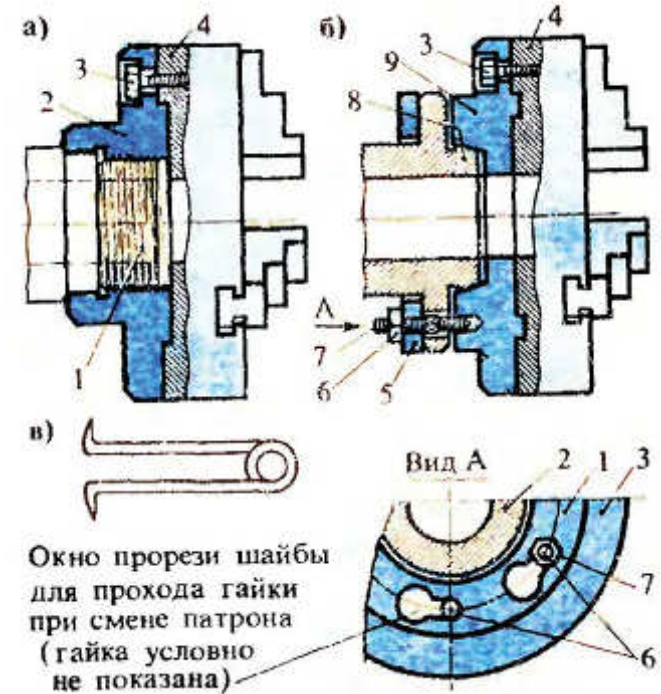
Токарный патрон периодически разбирают, очищают и смазывают. При хранении патрона в инструментальной тумбочке кулачки должны быть сведены к центру, а центральное отверстие закрыто пробкой из пенопласта. На некоторых токарных станках патрон навинчивается на резьбу шпинделя (рисунок 8,а). При этом должны соблюдаться следующие правила техники безопасности:

не допускается навинчивание и свинчивание патрона при включенном вращении шпинделя;

при навинчивании и свинчивании под патрон подкладывают деревянный брус, высота которого обеспечивает совпадение отверстия патрона с резьбой шпинделя;

резьбовой конец шпинделя и резьба в центральном отверстии патрона перед навинчиванием должны быть протерты и смазаны. Резьбу в патроне перед этим очищают проволочным очистителем (рисунок 8,в);

тяжелые патроны устанавливают и снимают с помощью кран-балки или специального съемника.



1 - резьбовой конец шпинделя, 2 - планшайба, 3 - винт, 4 - корпус, 5 - шайба, 6 - гайка, 7 - резьбовая шпилька, 8 - посадочный конус шпинделя, 9 - планшайба

Рисунок 8 – Закрепление токарного патрона на резьбе (а), на конусе (б), проволочный очиститель (в)

У современных станков планшайба патрона центрируется по наружному конусу шпинделя и притягивается к торцу фланца четырьмя винтами с гайками (рисунок 8,б). Фланцевое закрепление патрона обеспечивает высокую точность

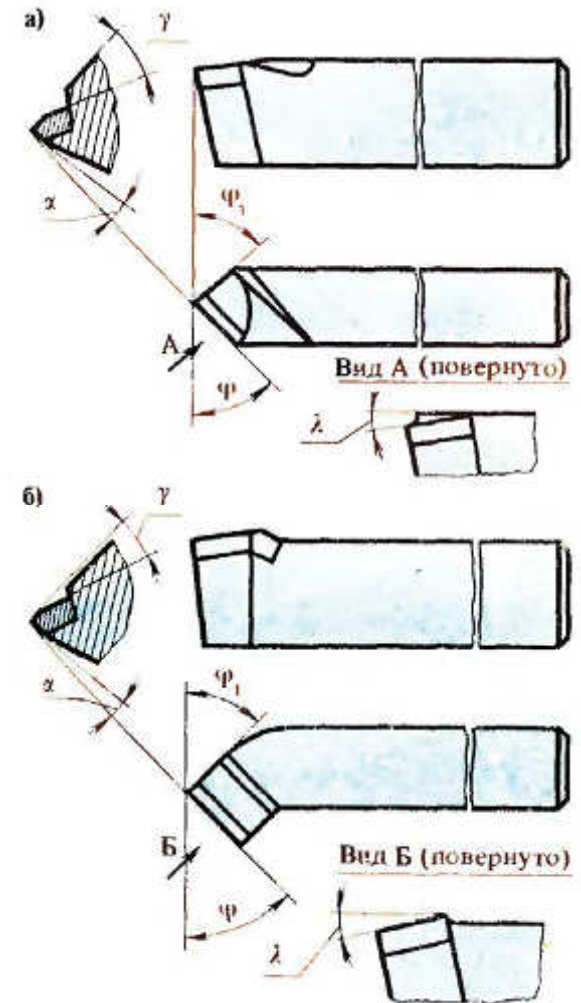
центрирования, жесткость, исключает самоотвинчивание. Для смены патрона ослабляют четыре гайки 6, а шайбу 5 поворачивают так, чтобы окна прорези шайбы были против гаек; патрон в этом случае снимается легко. Установку и закрепление патрона выполняют в обратном порядке.

Резцы для обработки наружных цилиндрических поверхностей

Для токарной обработки наружных цилиндрических поверхностей применяют проходные резцы с режущей частью из быстрорежущей стали или твердого сплава. Проходные резцы могут быть прямые (рисунок 9, а) и отогнутые (рисунок 9, б). Отогнутыми резцами можно не только обтачивать наружную цилиндрическую поверхность, но и подрезать торец детали. Проходные резцы имеют главный угол в плане $\varphi = 30...60^\circ$, углы в плане с меньшими значениями характерны для обработки жестких заготовок (отношение длины к диаметру $l/d \leq 5$).

Вспомогательный угол в плане φ_1 обычно равен $10 - 30^\circ$.

Широко применяют проходные упорные резцы с главным углом в плане $\varphi = 90^\circ$ (рисунок 9). Ими удобно обрабатывать наружные цилиндрические поверхности и подрезать уступы. Упорные резцы применяют также при обтачивании нежестких валов (отношение длины к диаметру $l/d > 12$). Такие резцы вызывают меньший прогиб заготовки. Однако у проходных резцов с главным углом в плане $\varphi = 45^\circ$ в работе участвует большая часть режущей кромки, чем у упорных резцов с углом $\varphi = 90^\circ$, поэтому стойкость упорных резцов меньше, чем проходных. Для черновых проходов применяют резцы с радиусом закругления $R = 0,5...1 \text{ мм}$, а для чистовых $R = 1,5...2 \text{ мм}$, так как чем больше радиус при вершине, тем чище обработанная поверхность. Для чистового точения целесообразно применять чистовые резцы (прямые или отогнутые) с радиусом закругления $3...5 \text{ мм}$ (рисунок 10,а, б).



а – прямой; б - отогнутый

Рисунок 9 – Проходные резцы

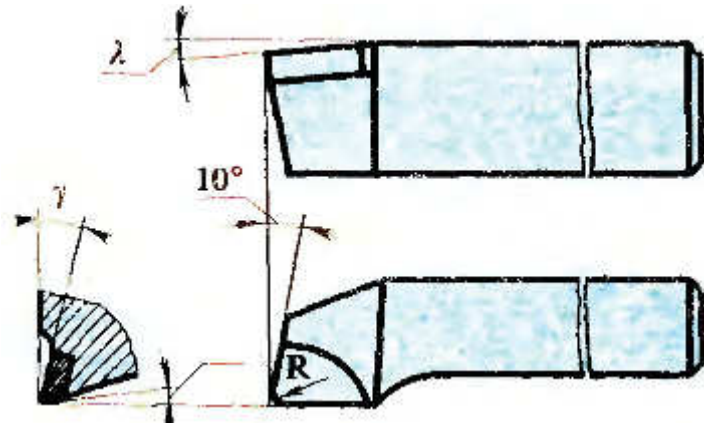
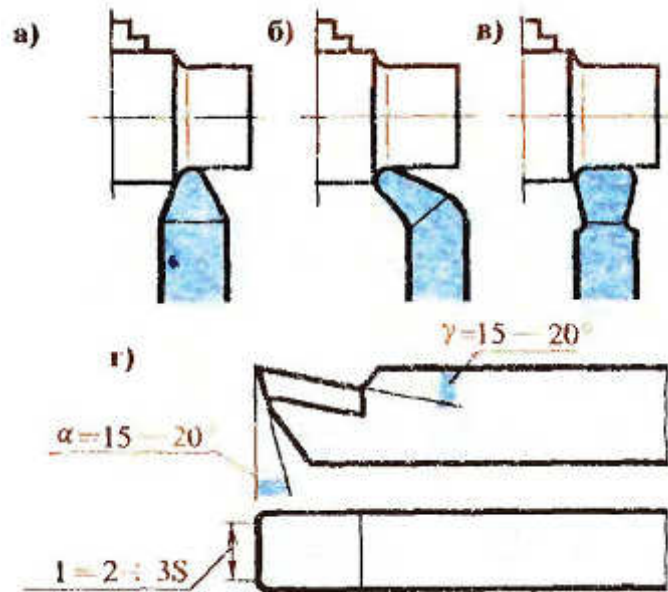


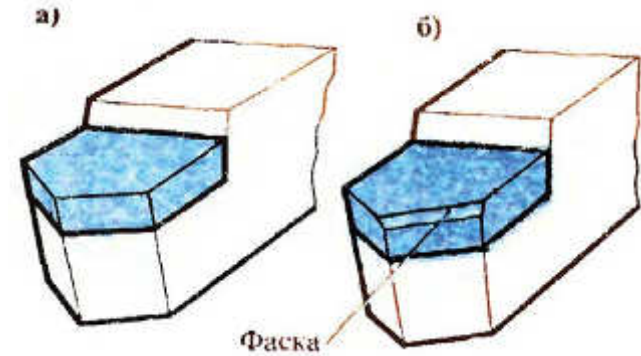
Рисунок 10 – Проходной упорный резец



а — прямой, б — отогнутый, в — широкий, г — геометрия широкого резца

Рисунок 11 – Чистовые резцы

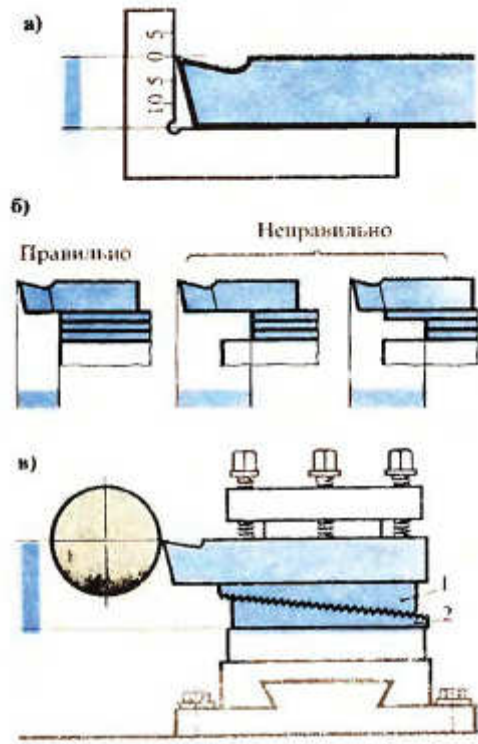
Твердосплавные резцы для обработки чугуна имеют острую кромку, а для обработки стали на кромке резца делают фаску рисунок 12 а, б). Резец устанавливают в резцедержателе таким образом, чтобы вершина его была расположена на уровне оси шпинделя, т. е. на уровне конца центра.



а — острозаточенный, б — с фаской на режущей кромке

Рисунок 12 – Твердосплавные резцы

Установку резца контролируют угольником с делениями (рисунок 13, а), Под резец подкладывают подкладки из мягкой стали. Количество подкладок должно быть минимальным, а подошва резца должна опираться на подкладку всей поверхностью (рисунок 13, б). Применяют также регулируемые подкладки 1 и 2, с зубцами (рифленые) (рисунок 13, в).



a — контроль установки резца относительно оси центров по угольнику-шаблону,

б — установка подкладок под резец,

в — применение регулируемых рифленых подкладок (1, 2)

Рисунок 13 - Установка резцы в резцедержателе

Сдвигая или раздвигая подкладки, резец устанавливают по горизонтальной оси центра точно. Проверка установки резца по опорному центру показана на рисунок 14.

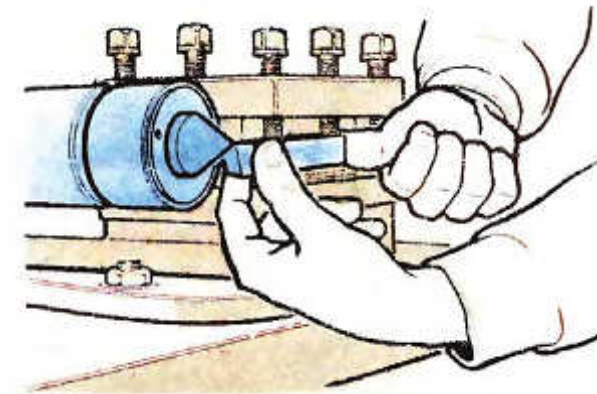


Рисунок 14 – Проверка установки резца по одному центру

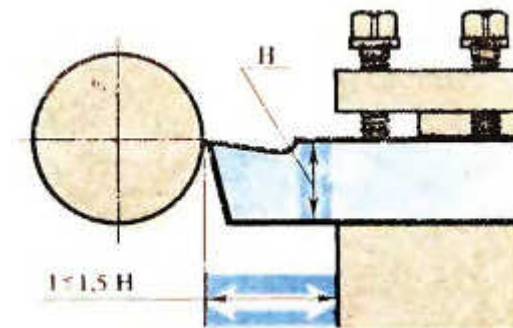
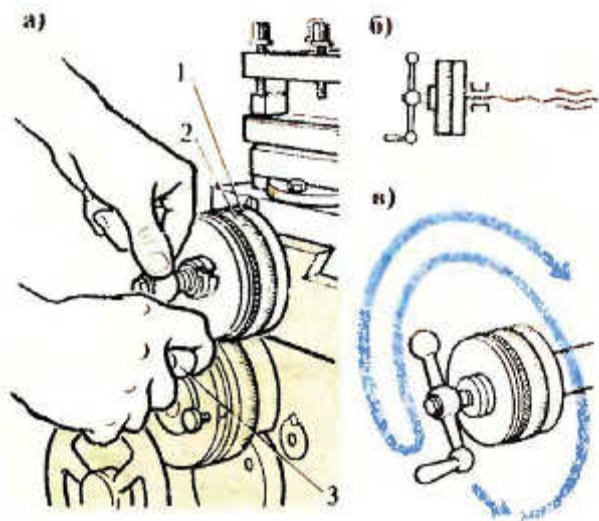


Рисунок 15 – Допустимый вылет резца

Вылет резца из резцедержателя не должен превышать полторы высоты державки, т. е. $l \leq 1,5 H$ (рисунок 15).

Тема 5 – Обработка наружных цилиндрических поверхностей

Перед началом обточки устанавливают, какая толщина слоя металла подлежит срезанию и за сколько проходов можно выполнить обработку. Резец устанавливают на глубину резания при помощи лимба, закрепленного на винте поперечной подачи (рисунок 1, а). На лимбвом кольце имеются деления



а — схема лимба, б — установка размера, в — вращение рукоятки для устранения люфта; 1 — риска на фланце суппорта, 2 — лимб поперечной подачи, 3 — рукоятка лимба

Рисунок 1 – Лимб поперечной подачи

и обозначена цена деления (рисунок 1,б). Ценой деления называется величина поперечного перемещения резца при повороте лимба на одно деление. Зная цену деления, можно врезаться резцом в заготовку на нужную глубину с высокой точностью. Например, если нужная глубина резания 2 мм, а цена деления лимба 0,05 мм, то лимб следует повернуть на $2:0,05 = 200:5=40$ делений. При цене деления 0,02 лимб нужно повернуть на $2:0,02 = 200:2=100$ делений.

Чтобы получить нужный диаметр детали, применяют метод пробных проходов. При этом резец подводят к вращающейся заготовке до соприкосновения с обрабатываемой поверхностью. Момент соприкосновения замечают по появлению на заготовке едва заметной кольцевой риски. После этого резец отводят вправо за пределы заготовки продольным перемещением суппорта. Лимбовое кольцо устанавливают в нулевое положение, затем поворотом рукоятки поперечного суппорта резец подают по лимбу вперед на величину, несколько

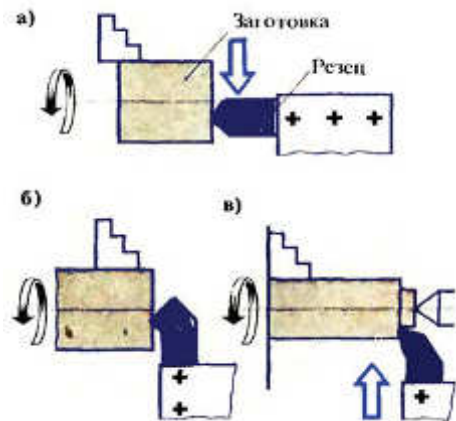
меньшую, чем требуется для получения окончательного размера. После этого, применяя ручную подачу, обтачивают участок поверхности на длину 3...5 мм. Затем резец вновь отводят вправо, станок выключают и измеряют размер обточенного участка. После измерения уточняют, насколько требуется дополнительно подать резец вперед. Этот размер устанавливают по лимбу и вновь обтачивают пробный участок. После окончательной установки резца на размер остальные заготовки партии обрабатывают по лимбу без пробных проходов.

Между винтом поперечного суппорта и его гайкой всегда имеется некоторый зазор (люфт). Чтобы люфт не вызывал погрешности при установке резца по лимбу на глубину резания, требуемый размер при наружной обточке устанавливают поворотом рукоятки только по часовой стрелке (вправо), предварительно сделав один-два оборота против часовой стрелки (рисунок 1, в). Верхняя часть суппорта также имеет лимб. У станка 1К62 цена деления лимбов поперечной подачи и верхней части суппорта — 0,05 мм. Если обработку ведут в центрах, то важным условием правильной наладки является проверка соосности опорных центров шпинделя и задней бабки, что выполняют простым соприкосновением концов центров.

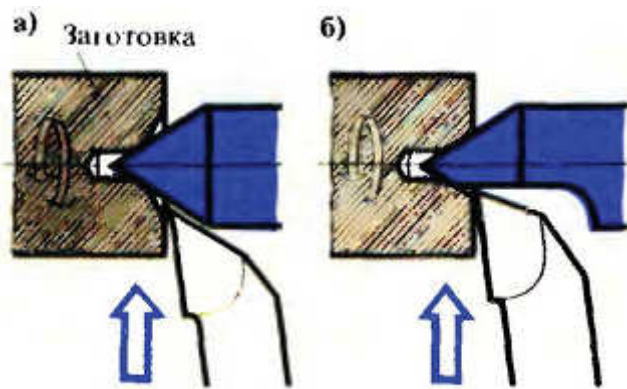
Тема 6 – Подрезание торцов

К плоским торцовым поверхностям и уступам предъявляются следующие основные требования: плоскостность (отсутствие выпуклости и вогнутости), перпендикулярность к оси, параллельность плоскостей уступов между собой. Указания о предельных отклонениях даются на чертежах условными обозначениями или текстом в технических требованиях согласно стандартам ЕСКД. Перед обработкой торцовых плоскостей заготовки закрепляют теми же средствами, что при обработке наружных цилиндрических поверхностей. На рисунке 1, а, б, в и рисунке 2, а, б показана обработка торцов при закреплении заготовок в патроне и в патроне с поджимом задним центром. При закреплении в патроне вылет заготовки должен быть по возможности минимальным (рисунок 1).

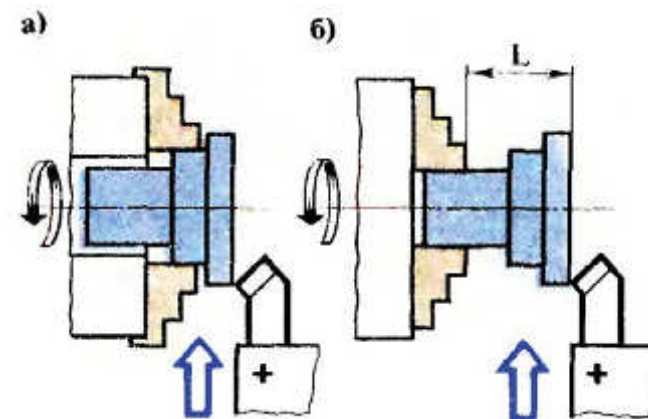
Для подрезания применяют резцы: проходной прямой, проходной отогнутый, проходной упорный (см. рисунок 1), а также специальный торцовый (подрезной) (рисунок 4).



*a — прямым проходным (закрепление заготовки в патроне),
 б — отогнутым проходным (закрепление в патроне),
 в — подрезным (закрепление в патроне и в люнетте)*
 Рисунок 1 – Способы подрезания торцов резцами



a — при зацентрировке по форме Б, б — при срезанном центре
 Рисунок 2 – Способы подрезания торца заготовки, закрепленной в центрах



a — правильный, б — неправильный
 Рисунок 3 – Вылет заготовки из патрона при подрезании торца

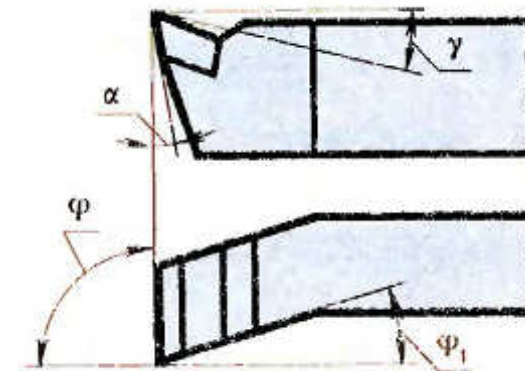


Рисунок 4 – Торцовый резец

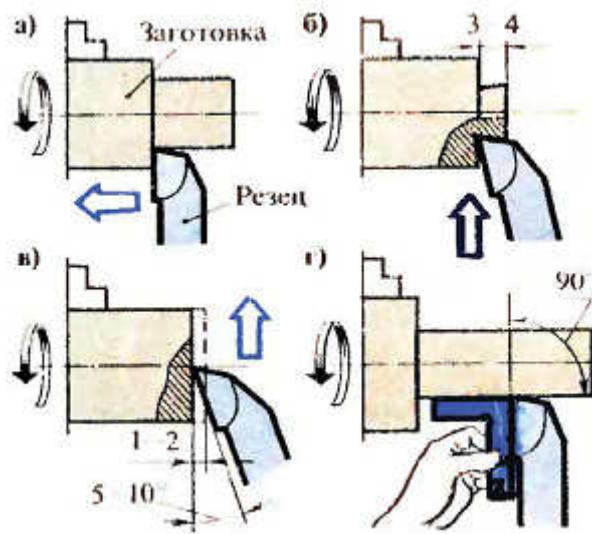


Рисунок 5 – Подрезание уступов при продольной подаче (а), при подаче к центру при большом припуске (б), при подаче от центра при малом припуске (в), установка проходного упорного резца по угольнику (г)

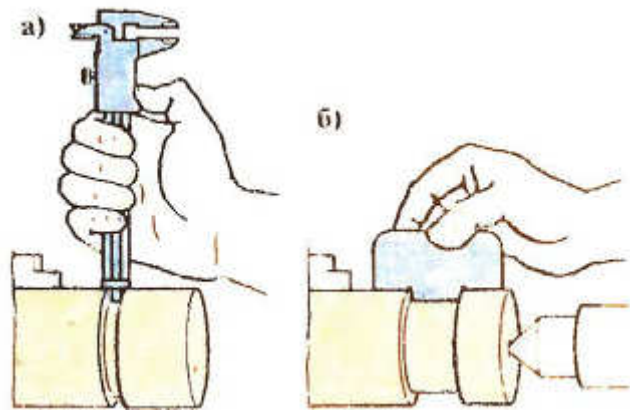
При подрезании невысоких уступов проходной упорный резец работает продольной подачей, причем подрезание уступа обычно совмещается с обтачиванием наружной поверхности (рисунок 5, а, б, в). Режущая кромка резца в этих случаях должна располагаться перпендикулярно к оси заготовки, что контролируют угольником (рисунок 5, г). Для подрезания торца такой резец устанавливают под небольшим углом ($5...10^\circ$) и подают к центру (рисунок 5, в). Если при подрезании торца проходным упорным резцом приходится срезать большой припуск, то при подаче в направлении к центру возникает сила, которая стремится углублять резец в торец заготовки. В результате торец может получиться вогнутым (см. рисунок 5, б). Чтобы этого не произошло, срезают большую часть припуска несколькими проходами продольной подачи, а чистовой проход выполняют подачей от центра. Плоскостность торца проверяют прикладыванием к нему ребра линейки или угольника. Если линейка «прокачивается» на торце, а по краям виден зазор, то имеется выпуклость, а если

между линейкой и торцом в его центральной части виден или обнаруживается щупом зазор, то имеется вогнутость. Перпендикулярность торца к наружной поверхности определяется угольником. Подлежащая подрезанию в центрах деталь должна иметь центровое отверстие по форме Б, т. е. с дополнительным конусом под углом 120° . Можно также применять срезанный центр.

При постоянном числе оборотов резец на различных участках торца работает с различной скоростью резания: чем ближе к оси заготовки (детали), тем меньше скорость резания, а вблизи К оси скорость резания становится ничтожно малой и процесс резания нарушается. Поэтому обрабатывая торцы большого диаметра, по мере приближения резца к центру (или отхода от центра) следует один-два раза переключать число оборотов, чтобы скорость резания оставалась примерно одинаковой. Это повышает производительность и стойкость резца.

Тема 7 – Отрезка заготовок

Назначение и форма канавок. На наружных поверхностях деталей часто протачивают канавки, которые необходимы в конце резьбового участка для выхода резьбового резца, для установки стопоров, в деталях типа поршень — для размещения поршневых колец и т. д. Канавки бывают прямоугольные, трапециевидные, с радиусным дном. В отдельных случаях чертежом задается точный размер канавки по ширине и особо оговаривается перпендикулярность стенок канавки к оси детали. Канавки контролируют глубиномером штангенциркуля или шаблоном (рисунок 1, а, б). Особенности конструкции и геометрии прорезных и отрезных резцов. Протачивание канавок выполняют прорезными (канавочными) резцами (рисунок 2), а отрезание — отрезными резцами (рисунок 3). На рабочей части прорезного и отрезного резца имеется режущая кромка (прямая или радиусная) и две вспомогательные кромки. Каждая вспомогательная кромка расположена по отношению к направлению поперечной по-



а — глубиномером штангенциркуля, б — шаблоном

Рисунок 1 – Контроль глубины канавки

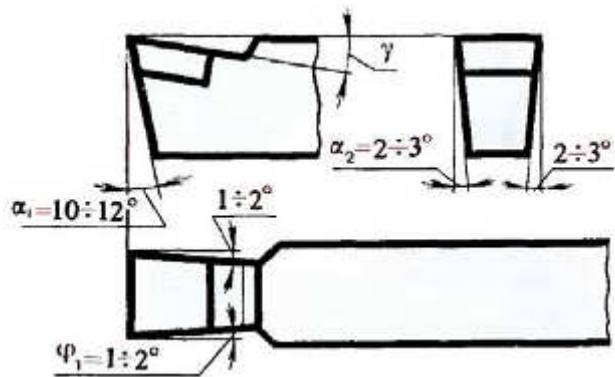


Рисунок 2 – Прорезной (канавочный) резец

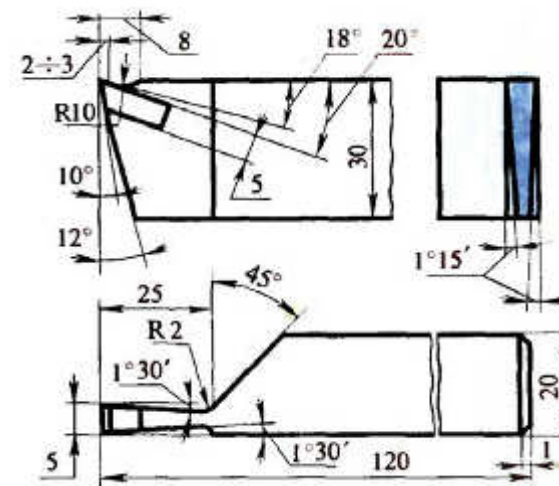


Рисунок 3 – Отрезной твердосплавный резец

дачи под небольшим вспомогательным углом в плане $\varphi_1 = 1 \dots 2^\circ$, и, кроме того, вся головка резца сужается к подошве ($\alpha = 2 \dots 3^\circ$). Это уменьшает трение вспомогательных задних поверхностей резца о стенки канавки. Отрезные резцы служат для отрезания заготовки. По принципу работы и геометрии отрезной резец не отличается от прорезного, но имеет более длинную головку. В связи с этим увеличивается возможность поломки резца, поэтому головку отрезного резца часто усиливают (рисунок 4) путем увеличения ее высоты. Менее подвержен поломке резец с режущей кромкой, расположенной на уровне оси державки (рис. 5). Прорезные и отрезные резцы бывают быстрорежущие и твердосплавные. Чтобы уменьшить возможность отлетания пластинки твердого сплава, ее впаивают во врез (см. рисунок 4). Ниже приведена ширина режущей кромки отрезного резца в зависимости от диаметра обрабатываемой заготовки.

Диаметр заготовки, мм . . .	до 30	30—40	40—60	60—80	80—100
Ширина режущей кромки, мм . . .	3	3—4	4—5	5—6	6—8

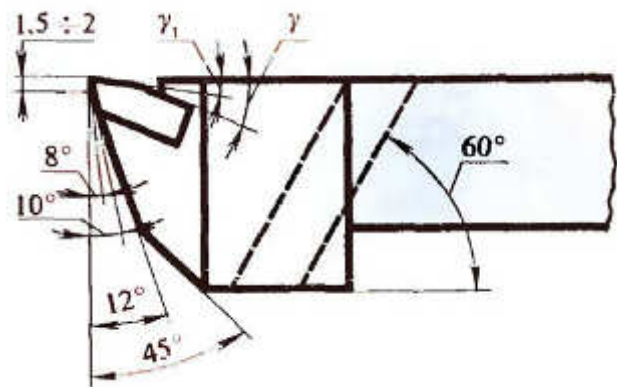


Рисунок 4 – Усиленный отрезной резец

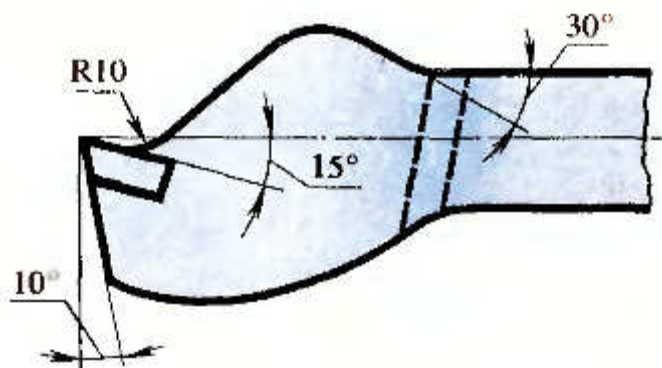


Рисунок 5 – Отрезной резец с режущей кромкой, расположенной на уровне оси державки

Правила работы при отрезании. Как было указано, отрезание на токарном станке вызывает определенные трудности, так как оттянутая головка отрезного резца ослаблена и при большой нагрузке может сломаться. Для предупреждения поломок резца и повышения его стойкости необходимо соблюдать ряд правил.

➤ Резец устанавливать по возможности точнее по центру заготовки. Если режущая кромка ниже центра, то при приближении резца к оси образуется стерженек, который может обломить режущий клин резца (рисунок 6, а). При установке выше центра резец, приближаясь к оси заготовки, упрется задней поверхностью в поверхность резания и сломается (рисунок 6, б).

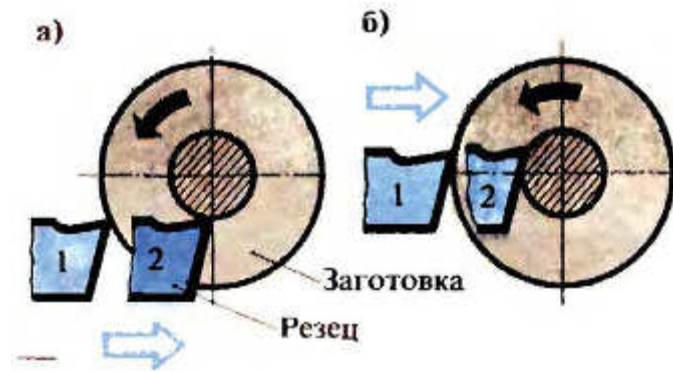
➤ Державку прямого отрезного резца устанавливать строго перпендикулярно к оси заготовки, чтобы боковая поверхность головки резца не терлась о стенки прорезаемой канавки.

➤ Отрезание выполнять по возможности ближе к кулачкам патрона. Расстояние места отрезания от кулачков патрона должно быть 3...5 мм.

➤ Рекомендуется выполнять отрезание, совмещая поперечную подачу с приемом «в разбивку», т. е. с небольшим продольным перемещением на 1—2 мм в обе стороны. Правой рукой токарь осуществляет поперечную подачу, а левой рукой с помощью рукоятки продольной подачи производит «разбивку». Такой способ предотвращает забивание прорезаемой канавки стружкой и облегчает процесс резания (рисунок 7, а).

При отрезании заготовок большого диаметра резец не следует подавать до оси заготовки, так как часто под действием собственного веса отрезаемая заготовка отламывается раньше, чем режущая кромка дойдет до оси, и иногда защемляет резец. В этих случаях резец выводят из канавки, не доводя режущую кромку резца на 2...3 мм до оси, затем, остановив станок, отламывают заготовку.

➤



а — при установке ниже центра, б — при установке выше центра,

1, 2 — положения резца

Рисунок 6 – Положение отрезного резца в конце отрезания

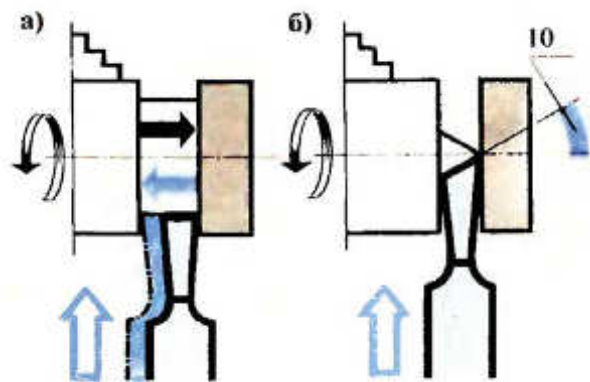


Рисунок 7 – Схемы отрезания «вразбивку» (а), резцом со скошенной режущей кромкой (отрезание с подрезанием торца) (б)

Детали большого веса отламывают не на станке, а в стороне. Если деталь стальная, отламывают ее после остывания (нагретый металл имеет большую вязкость и труднее ломается). 6. При отрезании заготовок небольшого диаметра, когда к торцу изготавливаемой детали предъявляются невысокие требования, применяют отрезные резцы со скошенной режущей кромкой (рисунок 7, б). При

отрезании таким резцом торен отрезаемой заготовки получается относительно чистым и не требуется чистового подрезания.

➤ При тяжелых отрезных работах (большой диаметр, твердый материал, неравномерный припуск) применяют изогнутый отрезной резец, режущая кромка которого расположена снизу (рисунок 8), и отрезают заготовку при обратном ее вращении. Преимущества этого способа указаны в таблице 1.

➤ Если обрабатывается партия заготовок и вытачивание канавки или отрезание являются самостоятельными работами, то перед началом этих работ закрепляют каретку на станине и подтягивают клинья суппорта, чтобы предотвратить вибрации.

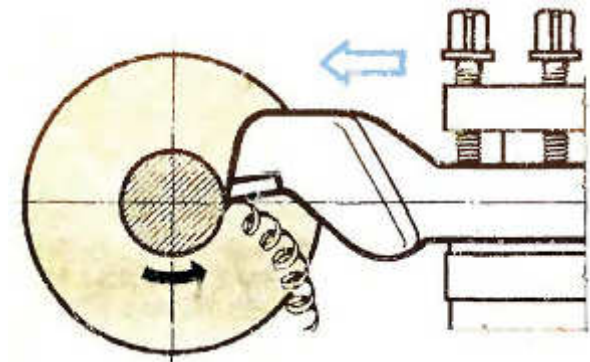
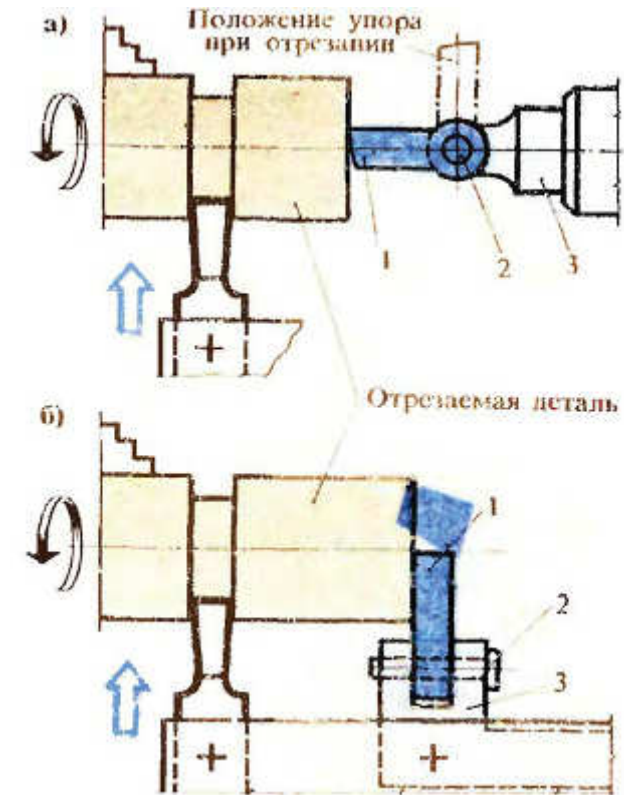


Рисунок 8 – Отрезной резец, работающий при обратном вращении шпинделя

Таблица 7.1 - Преимущества работы изогнутым отрезным резцом при обратном вращении

Прямое вращение	Обратное вращение
Сила, действующая со стороны резца на заготовку, стремится приподнять ее; если между шпинделем и подшипником имеется зазор, то шпиндель приподнимается	Сила, действующая со стороны резца на заготовку, направлена вниз т. е. прижимает шпиндель к подшипнику
Стружка удерживается на резце, завивается на заготовку, что вызывает необходимость удалять ее крючком или периодически выводить резец из канавки	Стружка направлена вниз и падает непосредственно в корыто под действием собственного веса
При наличии выступов или твердых включений на заготовке удар принимается резцом, что может привести к поломке оттянутой головки его или выкрашиванию твердосплавной пластинки резца	Выступы или твердые включения, ударяя о резец, вызывают некоторый отжим изогнутой державки, что амортизирует удар и предохраняет резец от поломки. Кроме того, амортизации способствуют зазоры между прилегающими деталями суппорта



а - закрепленного в пиноли задней бабки, б - закрепленного в резцедержателе;

1 - упор (в положении при установке заготовки), 2 - шарнир, 3 - основание

Рисунок 9 – Применение при отрезании откидных упоров

9. Для отрезания заготовок из пруткового материала с соблюдением заданной длины каретку суппорта устанавливают по упору с таким расчетом, чтобы отрезной резец, закрепленный в резцедержателе, находился на расстоянии 5...6 мм от торца патрона. Пруток выдвигают из патрона до соприкосновения с откидным упором, закрепленным в задней бабке (рисунок 9, а) или в резцедержателе (рисунок 9, б). При отрезании упор отбрасывается. Режимы резания при отрезании. Подача при отрезании принимается меньшей, чем при наружном обтачивании или подрезании торцов. Так, при отрезании заготовок

(деталей) диаметром до 60 мм рекомендуется подача 0,1—0,15 мм/об, при больших диаметрах— до 0,3 мм/об. Скорость резания при отрезании на 15—20% меньше, чем при наружном точении. Отрезание происходит в более тяжелых условиях, чем обтачивание, так как резец как бы заклинивается в прорезаемой канавке (особенно при обработке стали). Поэтому при отрезании рекомендуется охлаждение минеральным маслом или сульфидфрезолом.

Тема 9 – Сверление глухих и сквозных отверстий

Назначение и виды отверстий. У многих деталей машин имеются цилиндрические отверстия для сопряжения деталей друг с другом, для подвода смазки или охлаждающей жидкости. Цилиндрические отверстия часто служат рабочими полостями двигателей, насосов, компрессоров. К отверстиям предъявляются различные требования по точности, прямолинейности оси, по точности геометрической формы, чистоте поверхности. По форме цилиндрические отверстия бывают гладкие (рисунок 1, а, г), ступенчатые (рисунок 1, б, д), с канавкой (рисунок 1, в). Отверстия могут быть сквозными (см. рисунок 1, а, б, в) и глухими (см. рисунок 1, г, д).



а, г - гладкие, б, д - ступенчатые, с канавкой

Рисунок 1 – Формы цилиндрических отверстий

Отверстия в сплошном металле выполняются сверлением при помощи специального инструмента — сверла. Сверление — высокопроизводительный способ обработки отверстия. Однако этим способом можно получить отверстие невысокой точности размера (по 5-му классу) и чистоту поверхности только до 3 класса.

Спиральное сверло является наиболее распространенным инструментом для сверления. Оно состоит из рабочей части, шейки и хвостовика. На рисунке 2 приведены элементы рабочей части сверла.

Часть сверла, на которой расположены две режущие кромки, называется режущей частью. Угол между режущими кромками 2ϕ обычно составляет 118—120°. Для обработки твердого чугуна или нержавеющей стали угол 2ϕ — 130—135° (рисунок 3, а), а для обработки легких сплавов 90° (рисунок 3, б) и пластмасс — 50° (рисунок 3, в). Режущие кромки связаны на рабочем конусе поперечной кромкой.

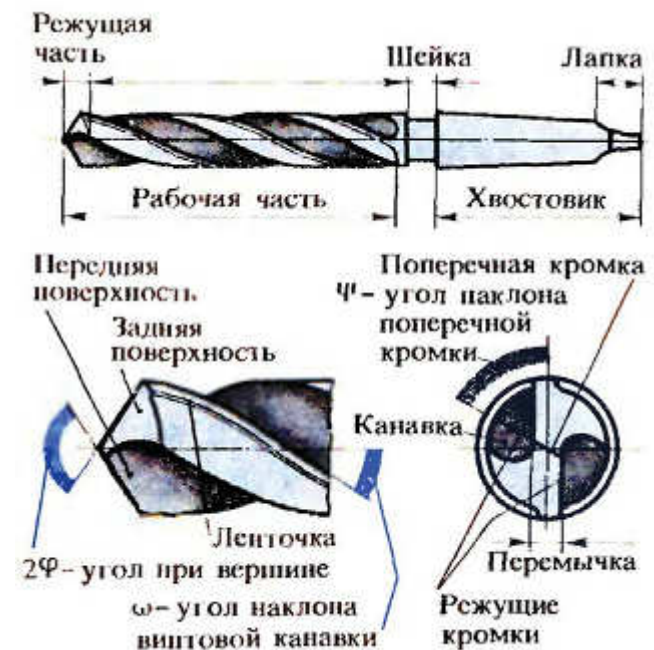
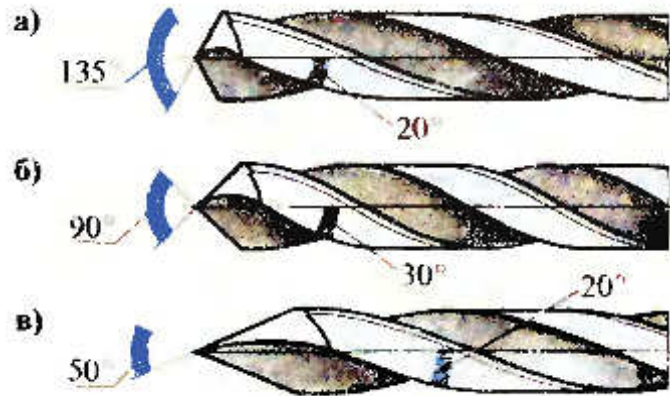


Рисунок 2 – Части и элементы спирального сверла



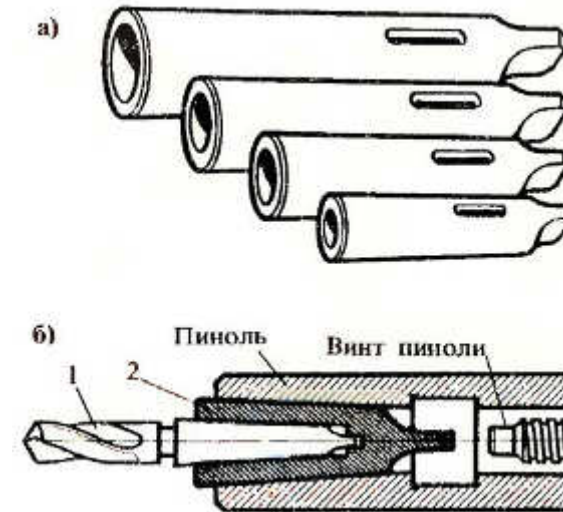
а — твердого чугуна и нержавеющей стали, б — легких сплавов, в — пластмасс

Рисунок 3 – Сверла со специальной заточкой для обработки

На рабочей части сверла расположены два спиральных пера, связанные перемычкой. На наружной поверхности перьев имеются узкие шлифованные направляющие ленточки. Между перьями расположены две спиральные канавки. Одна из стенок каждой канавки образует переднюю поверхность режущего клина сверла. Таким образом, сверло имеет два режущих клина. По канавкам подается охлаждающая жидкость к режущим кромкам режущих клиньев сверла и по ним стружка выходит из отверстия. Угол наклона винтовых канавок к оси сверла $\omega = 26...30^\circ$, в отдельных случаях 20° (см. рисунок 3, в). Хвостовик служит для закрепления сверла в станок. Хвостовики могут иметь коническую или цилиндрическую форму.

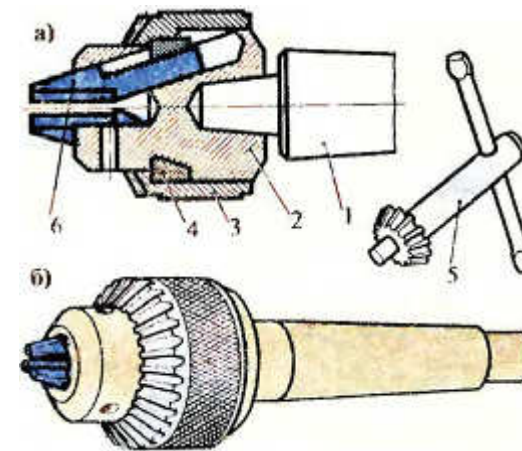
Конические хвостовики сверла имеют стандартные конусы Морзе № 1, 2, 3, 4, 5. Сверла с коническими хвостовиками устанавливаются в пиноль задней бабки.

Конус хвостовика обеспечивает надежное центрирование сверла и удерживает его от проворачивания. Если конусы хвостовиков сверла отличаются по раз-



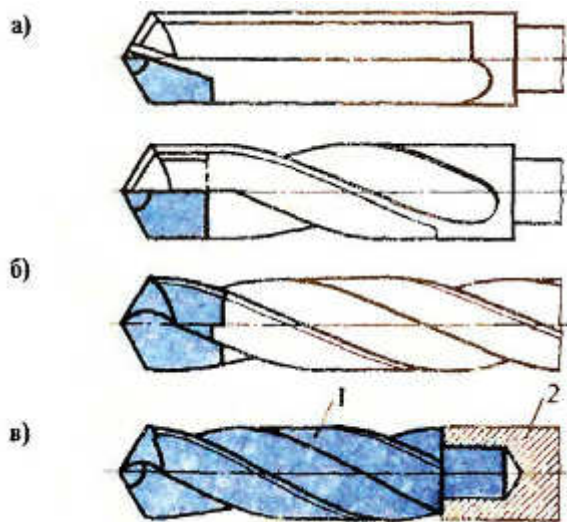
1 — сверло, 2 — переходная втулка

Рисунок 4 – Переходные втулки для сверл с коническим хвостовиком (а), закрепление сверла при помощи переходной втулки (б)



а – разрез; б - общий вид; 1 - хвостовик, 2 - корпус, 3 - обойма, 4 - резьбовое кольцо (гайка), 5 - ключ, 6 - кулачок

Рисунок 5 – Патрон для сверл



а — со впаянными пластинками (с прямыми канавками и спиральное),

б — с припаянной спиральной коронкой, в — цельное;

1 — твердосплавная вставка 2 — хвостовик

Рисунок 6 – Твердосплавные сверла

меру (номеру) от конусного отверстия пиноли задней бабки, то для их закрепления в пиноли применяют переходные втулки (рисунок 4, а, б). Сверла с цилиндрическими хвостовиками закрепляют в пиноль задней бабки при помощи сверлильных кулачковых патронов. Простейший кулачковый сверлильный патрон показан на рисунок 5, а, б. В корпусе 2 патрона наклонно расположены три кулачка, имеющие наружную резьбу. На эту резьбу наворачтывается гайка 4, связанная с обоймой 3у которую вращают зубчатым ключом 5, вставленным в отверстие корпуса патрона. При вращении ключа вращается обойма, а с ней и гайка, что заставляет кулачки перемещаться. Благодаря наклонному расположению гнезд, в которых расположены кулачки, последние, перемещаясь, или сходятся и закрепляют инструмент, или расходятся и освобождают закрепленный инструмент. Сверла выпускаются определенных размеров по диаметру и длине. Рабочая часть сверла изготавливается из инструментальной

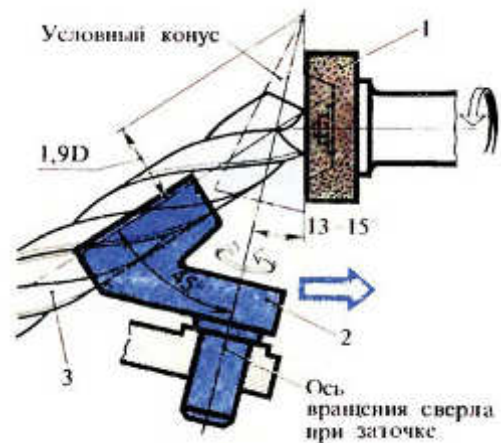
стали, а шейка и хвостовик — из конструкционной стали. Обе части соединены сваркой. Для обработки особо твердых материалов применяют сверла, оснащенные твердым сплавом в виде впаянной пластинки (рисунок 5, а) или припаянной спиральной коронки (рисунок 5, б). Твердосплавные сверла диаметром до 8 мм изготавливают цельными и впаивают в стальные хвостовики (рисунок 5, в).

Затачивание и контроль сверл

При затачивании сверла затылком перьев придают криволинейную форму. Это позволяет обеспечить задние углы в любом сечении режущих клиньев. Для этого сверло прижимают к абразивному кругу и одновременно совершают им вращательное движение. При навыке затачивание вручную обеспечивает равенство двух кромок сверла по длине, равенство углов ϕ , а также постоянство заднего угла по всей длине режущего клина.

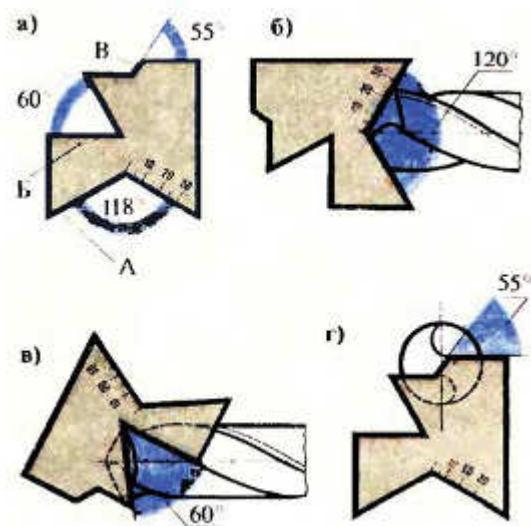
Более точно и производительно сверла затачивают на сверлозаточных станках в заточных отделениях. Схема затачивания сверла на специальном станке показана на рисунок 6. Геометрию сверла контролируют комплексным шаблоном (рисунок 7, а, б, в, г).

Подточка сверл. У поперечной кромки сверла отрицательные передние углы, поэтому этот участок режущей части сверла не режет, а скоблит металл. Для уменьшения вредного влияния поперечной кромки, проявляющегося в большом сопротивлении подаче, у сверл диаметром более 15 мм поперечную кромку подтачивают на абразивном круге малого диаметра (форма НП). Наиболее подвержены износу участки режущих кромок на периферии свер-



1 - заточный круг, 2 - заточное приспособление, 3 - сверло

Рисунок 7 – Схема затачивания сверла на заточном станке



а — шаблон, б — контроль угла $2\phi = 120^\circ$ и длины режущих кромок,

в — контроль угла 60° , г — контроль угла 55°

Рисунок 8 – Контроль заточки сверл шаблоном

ла, так как эти участки сверла работают с самой большой скоростью резания, имеют малую массу, плохо отводят тепло и быстро перегреваются. Возможно даже заклинивание сверла в отверстии при перегреве. Для улучшения работы этих участков у сверл большого диаметра (20 мм и более) увеличивают длину режущих кромок двойной заточкой задних поверхностей. Двойная заточка с подточкой перемычки (форма ДП) повышает стойкость сверла в два раза. В таблице 7.2 показаны сверла с различными видами заточки.

Таблица 7.2 – Формы заточки сверл

Диаметр сверл, мм	Форма заточки		Обрабатываемые металлы
		Обозначение	
От 0,25 до 12	Одинарная нормальная	Н	Сталь, стальное литье, чугун
От 12 до 80	Одинарная с подточкой перемычки	НП	Стальное литье с $\sigma_{вр}$ до 50 кг/мм^2 с коркой
	Двойная с подточкой перемычки	ДП	Стальное литье с $\sigma_{вр}$ до 50 кг/мм^2 с коркой, чугун с коркой

Сверление отверстий на токарном станке

При сверлении на токарном станке закрепленное в пиноли задней бабки сверло обычно подают вручную вращением маховичка (рисунок 9). Перемещение пиноли осуществляют только непосредственным воздействием руки на маховичок, без каких-либо дополнительных рычагов. Максимальный диаметр сверления при ручной подаче, допускаемый станком 1К62...25 мм для стали и 28 мм для чугуна. Чтобы сверло не уведило от оси, предварительно засверливают торец заготовки коротким сверлом малого диаметра (рисунок 10). Можно также подвести к сверлу резец, закрепленный в резцедержателе обратной стороной. Важно, чтобы торец заготовки был перпендикулярен к оси, т.е. чтобы не было торцового биения. Сверление ручной подачей малопродуктивно и утомительно для токаря, особенно при сверлении отверстий большого диаметра и глубоких отверстий. Современные токарные станки (1К62 и др.) имеют приспособление для подсоединения задней бабки к каретке (рисунок 11). Сверление на этих станках можно выполнять с автоматической подачей.

При многократной обработке отверстий применяют быстросменные патроны, позволяющие быстро заменять инструменты с хвостовиком — сверла, зенкеры, развертки. Быстросменный патрон (рисунок 12, а) закрепляют в пиноли задней бабки. Режущий инструмент закрепляют коническим хвостовиком в сменной втулке 2, у которой на наружной цилиндрической поверхности имеются сферические углубления. Втулку 2 вставляют в цилиндрическую расточку корпуса патрона 1, шарики 3, сидящие в отверстиях корпуса, под действием скоса зажимного кольца 4 Заходят в сферические углубления

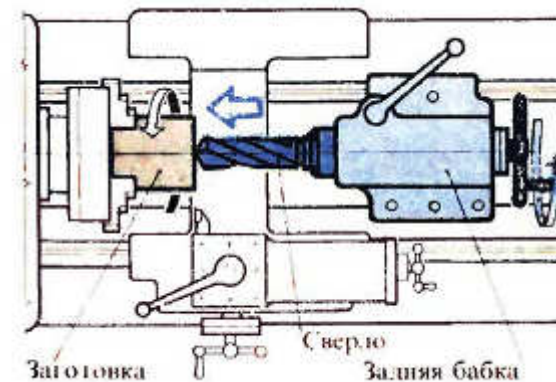


Рисунок 9 – Сверление на токарном станке при ручной подаче

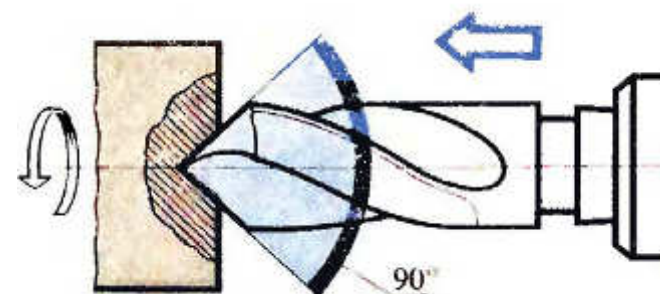
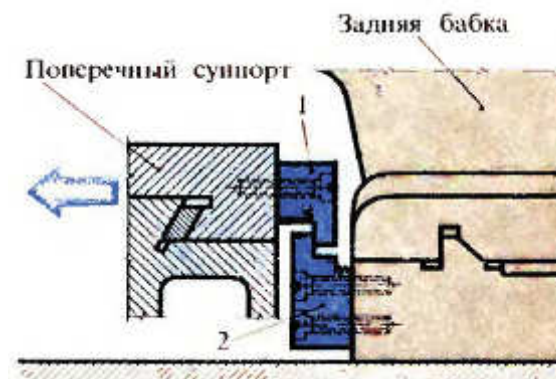
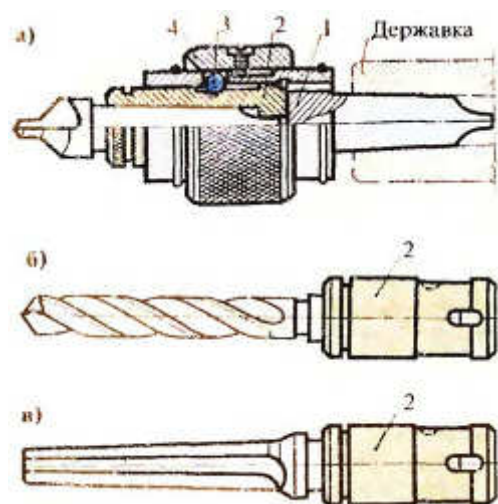


Рисунок 10 – Засверливание торца заготовки



1 — замочная планка каретки, 2 — замочная планка задней бабки

Рисунок 11 – Устройство для подсоединения задней бабки к каретке суппорта



1 - корпус патрона с хвостовиком, 2 - быстросменная втулка, 3 - шарик,
4 - зажимное кольцо

Рисунок 12 – Быстросменный патрон с центровочным сверлом (а), сверло во втулке (б), зенкер во втулке (в)

втулки 2, связывая ее, а следовательно, и инструмент с патроном. Для смены инструмента достаточно слегка сдвинуть кольцо, при этом втулка с инструментом свободно выходит из корпуса патрона. На смену инструмента затрачивается до 10 сек. При сверлении возникает большое осевое усилие сопротивления, а механизм подачи допускает ограниченное осевое усилие (для станка 1К62 - 360 кГ), поэтому сверление с автоматической подачей выполняют только сверлом с подточенной поперечной кромкой (форма НИ). Отверстия большого диаметра (более 30 мм) сверлят последовательно двумя сверлами, т. е. сначала сверлят, затем рассверливают, чтобы поперечная кромка второго сверла не участвовала в работе.

На рисунке 12, б, в показаны сверло во втулке, зенкер во втулке. Режимы резания при сверлении. Глубиной резания t при сверлении является половина диаметра, а при рассверливании — полуразность диаметров отверстия до и после обработки:

$$t = \frac{D-d}{2}, \text{ мм}$$

Подача s при сверлении — это путь сверла за один оборот заготовки (мм/об).

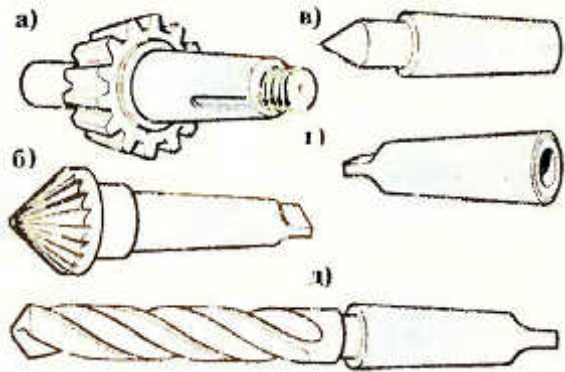
Фактическая скорость резания, как и при точении, зависит от диаметра сверла и числа оборотов заготовки:

$$v = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ м/мин}$$

Рекомендуемые режимы резания при сверлении и рассверливании приведены в справочниках. Охлаждающую жидкость при сверлении направляют непосредственно в отверстие. Длину сверления (глубину отверстия) при работающем станке контролируют по делениям на пиноли или по меловой риске на сверле.

Тема 10 – Обработка конических поверхностей

Виды и элементы конических поверхностей. В технике часто используются детали с наружными и внутренними коническими поверхностями: инструменты для обработки отверстий (сверла, зенкеры, развертки) имеют хвостовики со стандартными конусами Морзе; шпиндели токарного, сверлильного, расточного станков имеют конусную расточку под хвостовики инструментов или оправок; две конические поверхности имеет токарный центр и т. д. Некоторые типовые детали, имеющие конические поверхности, показаны на рисунке 1, а - д.



а - коническое зубчатое колесо, б - коническая зенковка;

в - центр токарного станка;

г - переходная втулка; д - сверло с коническим хвостовиком

Рисунок 1 – Типовые детали, имеющие конические поверхности

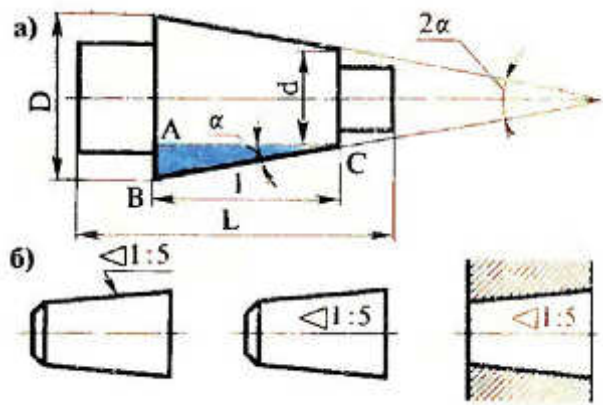


Рисунок 2 – Элементы конической поверхности (а), условные обозначения конусности на чертежах (б)

Конические поверхности характеризуется следующими элементами (рисунок 2, а):

углом конуса 2α — углом между двумя образующими, лежащими в одной плоскости;

углом уклона α — углом между осью и образующей конуса; уклоном Y — тангенсом угла уклона; если известен больший диаметр усеченного конуса D , меньший диаметр d и длина l , то уклон определяют из треугольника ABC по формуле

$$Y = \operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l}$$

конусностью или удвоенным уклоном, определяемым по формуле:

$$K = \frac{D-d}{l}$$

Если известен уклон Y , один из диаметров и длина конуса l , то второй диаметр определяют, соответственно преобразуя формулу

$$D = d + Kl; d = D - Kl$$

Условные обозначения конусности на чертежах показаны на рис. 150,6.

Способы обработки конических поверхностей

Конические поверхности можно обрабатывать несколькими способами: широким резцом, при повернутых верхних салазках суппорта, при смещенном корпусе задней бабки, с помощью копирно-конусной линейки и с помощью специальных копировальных приспособлений.

Обработка конусов широким резцом. Конические поверхности длиной 20...25 мм обрабатывают широким резцом (рисунок 3,а). Для получения необходимого угла применяют установочный шаблон, который прикладывают к заготовке, а к его наклонной рабочей поверхности подводят резец. Затем шаблон убирают и резец подводят к заготовке (рисунок 3,б). Обработка конусов при повернутых верхних салазках суппорта (рисунок 4, а, б). Поворотная плита верхней части суппорта может поворачиваться относительно поперечных салазок суппорта в обе стороны; для этого нужно освободить гайки винтов крепления плиты.

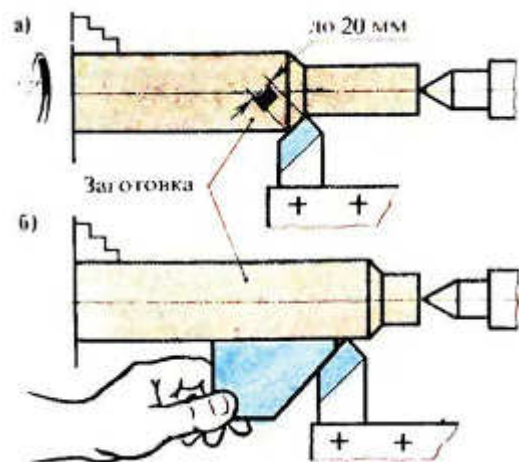
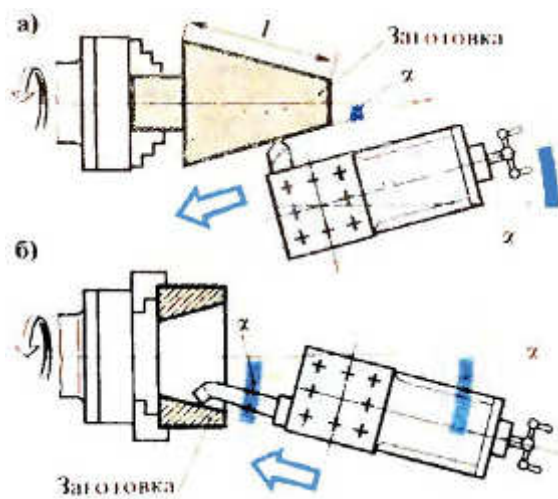


Рисунок 3 – Обработка конической поверхности конуса широким резцом (а), установка резца по шаблону (б)



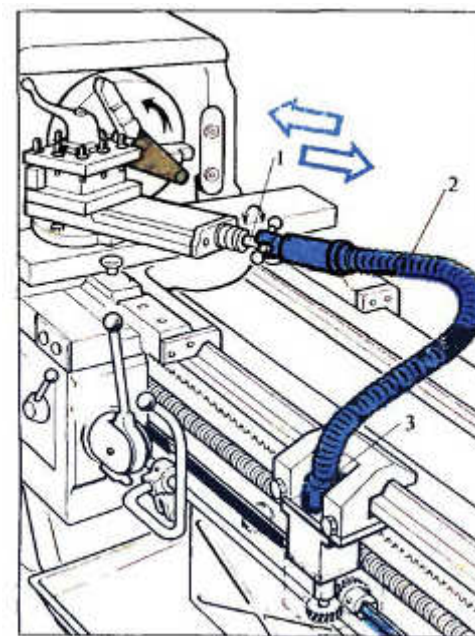
а - обработка наружной поверхности, б - растачивание внутренней поверхности, α - угол уклона конуса

Рисунок 4 – Обработка конических поверхностей (конусов) при повернутых верхних салазках суппорта

Контроль угла поворота с точностью до одного градуса осуществляется по делениям поворотной плиты.

Достоинства способа: возможность обработки конусов с любым углом уклона; простота наладки станка. Недостатки способа: невозможность обработки длинных конических поверхностей, так как длина обработки ограничена длиной хода верхнего суппорта (например, у станка 1К62 длина хода 180 мм), обработка производится ручной подачей, что снижает производительность и ухудшает качество обработки.

При обработке при повернутой верхней части суппорта подача может механизироваться при помощи приспособления с гибким валом (рисунок 5). Гибкий вал 2 получает вращение от ходового винта или от ходового валика станка через конические или спиральные зубчатые колеса.



1 - рукоятка верхнего суппорта, 2 - гибкий вал, 3 - червячное колесо

Рисунок 5 – Приспособление с гибким валом для механической подачи верхнего суппорта при обработке конических поверхностей (конусов)

Существуют также токарные станки (1К620М, 163 и др.) с механизмом передачи вращения на винт верхней части суппорта. На таком станке независимо от угла поворота верхнего суппорта можно получить автоматическую подачу.

Если наружная коническая поверхность вала и внутренняя коническая поверхность втулки должны сопрягаться, то конусность сопрягаемых поверхностей должна быть одинакова. Чтобы обеспечить одинаковую конусность, обработку таких поверхностей выполняют без переналадки положения верхней части суппорта (рисунок 6 а, б). При этом для обработки конусного отверстия применяют расточный резец с головкой, отогнутой вправо от стержня, а шпинделю сообщают обратное вращение.

Настройку поворотной плиты верхней части суппорта на требуемый угол поворота осуществляют с помощью индикатора по предварительно изготовленной детали-эталону. Индикатор закрепляют в резцедержатель, а наконечник индикатора устанавливают точно по центру и подводят к конической поверхности эталона вблизи меньшего сечения, при этом стрелка индикатора ставится на «ноль»; затем суппорт перемещают так, чтобы штифт индикатора касался заготовки, а стрелка все время находилась на нуле. Положение суппорта фиксируют зажимными гайками.

Обработка конических поверхностей путем смещения задней бабки. Длинные наружные конические поверхности обрабатывают путем смещения корпуса задней бабки. Заготовку устанавливают в центрах. Корпус задней бабки при помощи винта смещают в поперечном направлении так, что заготовка становится «на перекося». При включении подачи каретки суппорта резец, перемещаясь параллельно оси шпинделя, будет обтачивать коническую поверхность.

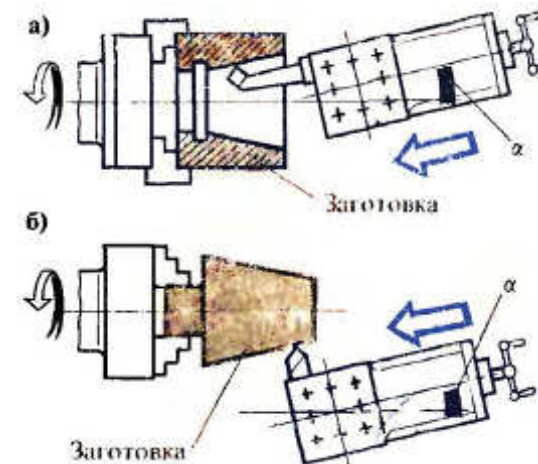


Рисунок 6 – Обработка внутренней (а) и наружной (б) конических поверхностей (конусов) без переналадки верхней части суппорта

Величину смещения H корпуса задней бабки определяют из треугольника ABC (рисунок 7,а):

$$H = L \sin \alpha$$

Из тригонометрии известно, что для малых углов (до 10°) синус практически равен тангенсу угла. Например, для угла 7° синус равен 0,120, а тангенс - 0,123.

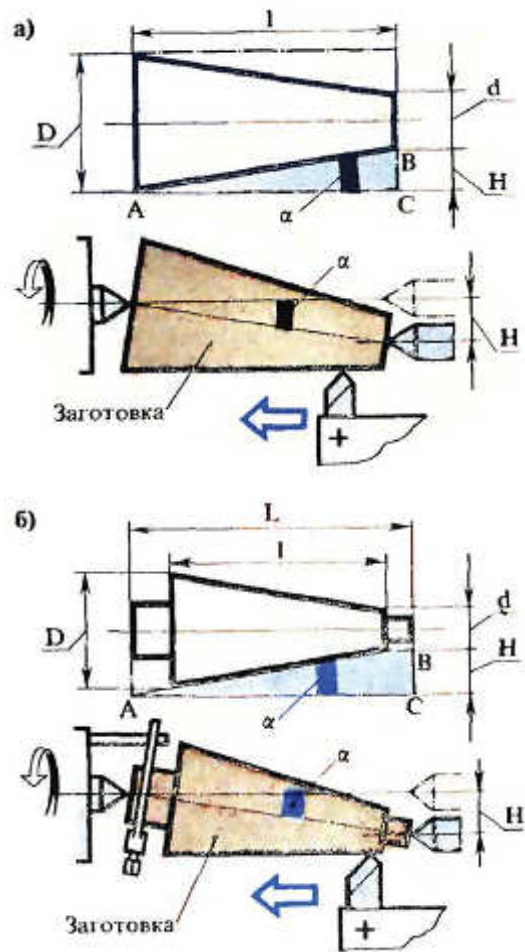
Способом смещения задней бабки обрабатывают, как правило, заготовки с малыми углами уклона, поэтому можно считать, что $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha$. Тогда

$$H = L \operatorname{tg} \alpha = L \times \frac{D-d}{2l} = \frac{L}{l} \times \frac{D-d}{2} \text{ мм}$$

Допускается смещение задней бабки на ± 15 мм.

Величину смещения корпуса задней бабки относительно плиты контролируют по делениям на торце плиты или при помощи лимба поперечной подачи. Для этого в резцедержателе закрепляют планку, которая подводится к пиноли задней бабки, при этом фиксируется положение лимба. Затем поперечные салазки

отводят назад на расчетную величину по лимбу, а затем заднюю бабку смещают до соприкосновения с планкой.



a — сплошной конической поверхности, б — конической поверхности при смежных цилиндрических поверхностях; H — величина смещения задней бабки
 Рисунок 7 – Обработка наружных конических поверхностей (конусов) способом смещения задней бабки

Наладку станка на обтачивание конусов способом смещения задней бабки можно выполнять по эталонной детали. Для этого эталонную деталь закрепляют в центрах и смещают заднюю бабку, контролируя индикатором параллельность образующей поверхности эталонной детали к направлению подачи. Для этой же цели можно использовать резец и полоску бумаги: резец соприкасают с конической поверхностью по меньшему, а затем по большему диаметру так, чтобы между резцом и этой поверхностью протягивалась полоска бумаги с некоторым сопротивлением (рисунок 8).

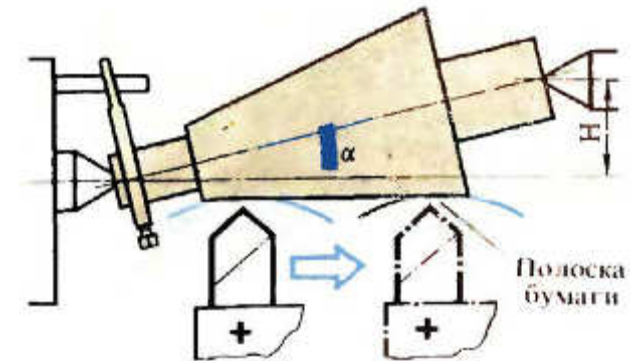
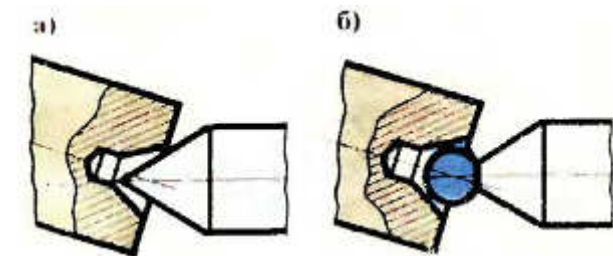


Рисунок 8 – Схема наладки токарного станка для обработки конической поверхности (конуса) способом смещения задней бабки



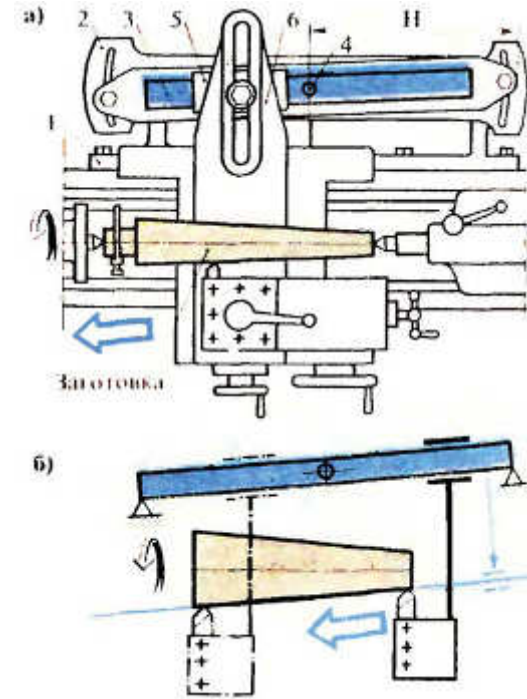
a - обычном опорном. б - шариковом
 Рисунок 9 – Положение заготовки на смещенных центрах

На рисунок 9, а показано положение центра в центровом отверстии или заготовки на центрах при обработке конических поверхностей (конусов) способом смещения задней бабки. Чтобы при вращении заготовки не повредилось

центровое отверстие, применяют шариковый центр (рисунок 9,б). Вращение заготовке должно передаваться только при помощи хомутика; крепление в патроне не допустимо. Достоинства способа обработки смещением задней бабки: возможность обработки длинных заготовок; возможность автоматической подачи суппорта. Недостатки: нельзя обрабатывать внутренние конусы; нельзя обрабатывать конусы с большим углом.

Обработка конусов при помощи конусной линейки

При изготовлении больших партий деталей конические поверхности целесообразно обрабатывать при помощи конусной линейки (рисунок 10,а). Конусная линейка 3 расположена на плите 2 сзади станка и может поворачиваться на некоторый угол. Угол поворота линейки отсчитывают по угловой шкале. Поперечные салазки суппорта станка отсоединяют от своего винта. Суппорт специальной тягой 6 и сухарем 5 присоединяют к конусной линейке 3. При продольной подаче поперечные салазки суппорта под действием ли-



а - общий вид приспособления, б - схема наладки; 1 - кронштейн, 2 - плита, 3 - конусная линейка, 4 - палец, 5 - сухарь. б - тяга

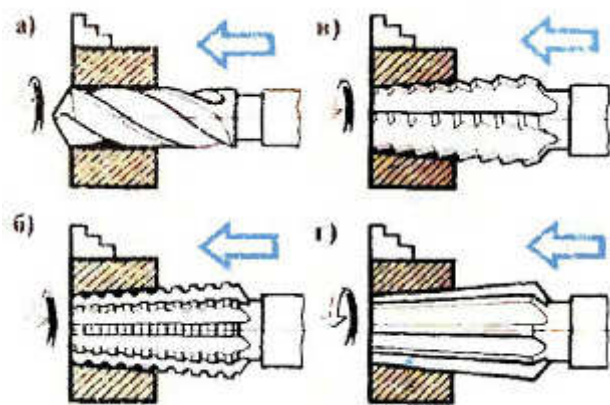
Рисунок 10 – Обработка конической поверхности при помощи конусной линейки

нейки смещаются в поперечном направлении. Резец, совершая одновременно два движения,— продольное и поперечное, движется под углом к оси заготовки и обрабатывает коническую поверхность (рисунок 10, а,б). Этот способ обеспечивает высокопроизводительную и точную обработку наружных и внутренних конусов. При необходимости увеличить угол уклона совмещают смещение задней бабки и наладку по конусной линейке.

Обработка внутренних конических поверхностей

Как указано выше, внутренние конические поверхности растачивают при подаче резца повернутым верхним суппортом при помощи конусной линейки. Отверстие предварительно сверлят на диаметр, меньший меньшего диаметра конуса. Для облегчения расточки отверстие готовят ступенчатым рассверливанием.

Стандартные конические отверстия с небольшим углом уклона (например, конус Морзе) могут быть обработаны специальным набором конических разверток. После сверления отверстие (рисунок 11) обрабатывают двумя развертками со стружкоразделительными канавками (рисунок 11,б, в), затем окончательно — конической разверткой с гладкими зубьями (рисунок 1,г).



а - сверление, б, в - зенкерование ступенчатыми зенкерами, г - развертывание

Рисунок 11 – Обработка стандартного конического отверстия

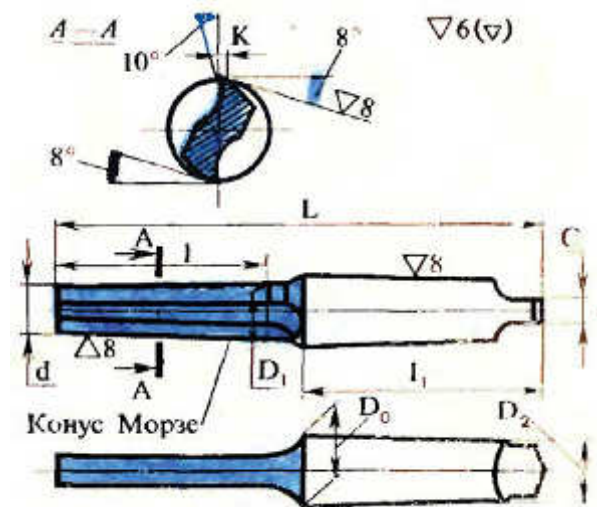


Рисунок 12 – Двухперый конический зенкер для обработки стандартных конусов Морзе

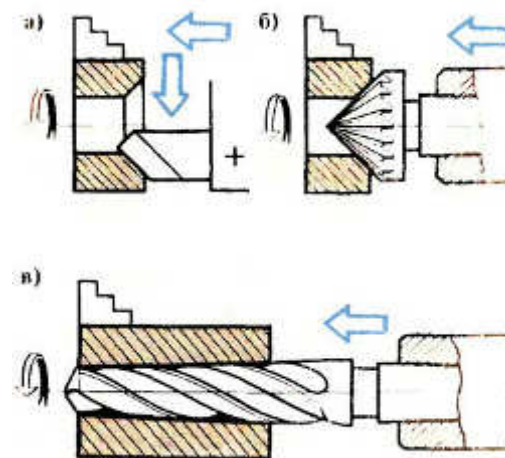


Рисунок 13 – Обработка коротких внутренних конусов (а), зенкерование фаски (б), сверление конического отверстия под штифт (в)

Применяют также специальный инструмент — двухперый конический зенкер, при помощи которого можно обрабатывать стандартные инструментальные

внутренние конусы (рисунок 12). Короткие внутренние конусы обрабатывают резцом или зенковкой (рисунок 13,а,б). Специальным коническим сверлом обрабатывают конические отверстия под штифты (рисунок 13,в).

СЛЕСАРНАЯ ОБРАБОТКА

ТЕМА 1 - ПЛОСКОСТНАЯ РАЗМЕТКА

1. Назначение и способы разметки. Приспособления для разметки
2. Инструменты для разметки.
3. Подготовка к разметке. Приемы плоскостной разметки.
4. Накернивание разметочных линий. Брак. Безопасность труда

1 НАЗНАЧЕНИЕ И СПОСОБЫ РАЗМЕТКИ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РАЗМЕТКИ

1.1 Назначение разметки

ПЛОСКОСТНАЯ РАЗМЕТКА - это слесарная операция, предназначенная для нанесения на поверхность заготовки разметочных линий (рисок), определяющих контуры детали или места обработки. При последующей обработке слой металла будет удаляться до разметочных линий. Поэтому точность изготовленной детали зависит от точности разметки. Она составляет около 0,5 мм.

Слой металла, удаляемый при обработке заготовки, называют припуском на обработку. Разметку применяют в тех случаях, когда необходимо изготовить одну или несколько одинаковых деталей. Разметку называют плоскостной, если разметочные линии наносят на одну плоскость заготовки. При нанесении разметочных линий на разных поверхностях заготовки разметку называют пространственной.

1.2 Способы разметки

В зависимости от количества изготавливаемых деталей, назначения и материала применяют следующие способы разметки:

- разметка по чертежу;
- разметка по шаблону;
- разметка по образцу;
- разметка по месту;
- разметка карандашом;
- точная разметка.

➤ *Разметка по чертежу* выполняется в тех случаях, когда необходимо изготовить одну деталь, размеры которой даны на чертеже или эскизе. С помощью геометрических построений воспроизводятся контуры детали на заготовке.

➤ *Разметка по шаблону* применяется для изготовления нескольких одинаковых деталей. Сначала разметкой по чертежу получают контуры шаблона, обрабатывают его, а затем, очерчивая шаблон, получают контуры деталей.

➤ *Разметка по образцу* применяется при ремонтных работах. При этом размеры на заготовку переносят не с чертежа, а с вышедшей из строя детали с учетом износа.

➤ *Разметку по месту* применяют при сборке крупных деталей, когда для одной имеющейся необходимо изготовить другую, сопрягаемую с ней деталь. Изготавливаемую деталь размечают в том положении, в котором они должны быть соединены. Имеющаяся деталь используется как шаблон.

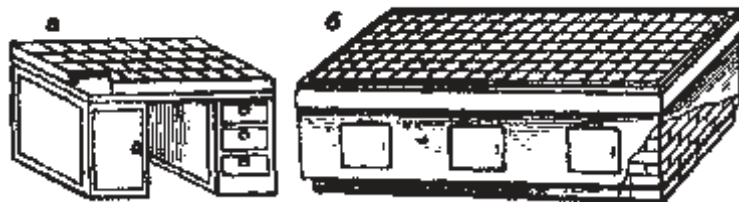
➤ *Разметка карандашом* выполняется на заготовках из алюминиевых сплавов. Нанесение на них рисок не допускается из-за опасности возникновения коррозии после нарушения защитной окисной пленки (Al_2O_3).

➤ *Точная разметка* выполняется как и разметка по чертежу, но применяют более точные инструменты. Это позволяет получить точность до 0,05 мм.

1.3 Приспособления для разметки

➤ При разметке применяют специальные приспособления: разметочные плиты, подкладки, поворотные приспособления, домкраты.

➤ *Разметочные плиты* (рисунок 1, а, б) применяют для размещения на них различных заготовок, приспособлений и инструментов. Отливаются из мелкозернистого серого чугуна. Верхняя рабочая и боковые поверхности



а – на тумбах; б – на фундаменте

Рисунок 1 – Разметочные плиты

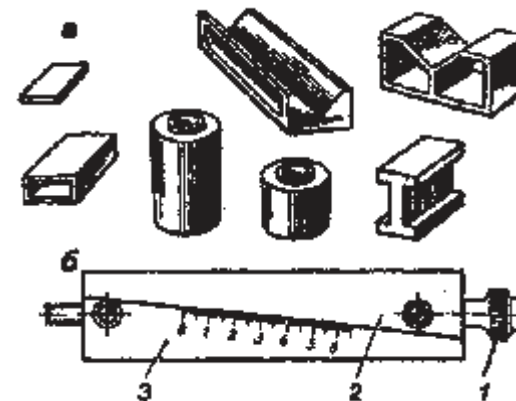
плиты обрабатываются строганием и шабрением. Рабочая поверхность плиты может иметь продольные и поперечные канавки для установки приспособлений.

Малые плиты (на верстаках, столах, тумбах) должны иметь высоту рабочей поверхности от пола 800...900 мм.

Большие плиты (на фундаментах) — 700...800 мм.

Рабочая поверхность плиты горизонтируется по уровню с помощью клиньев и домкратов. Должна содержаться в чистоте и предохраняться от царапин, забоин и других повреждений. Для этого поверхность периодически протирается керосином или скипидаром и натирается графитовым порошком, а между поверхностью плиты и заготовки устанавливают подкладки или домкраты.

Подкладки служат для обеспечения необходимого положения детали при разметке, а также для защиты поверхности плиты от повреждений. Применяют плоские, призматические и клиновые подкладки (рисунок 2, а, б).

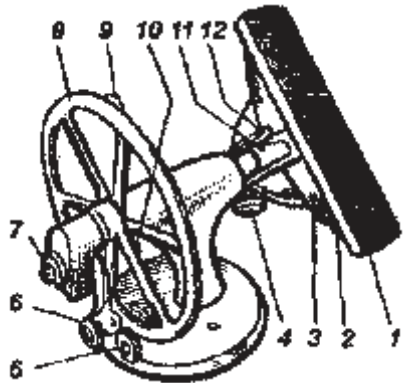


а – плоские призматические; б – клиновые;

1 – винт; 2, 3 – стальные клинья

Рисунок 2 - Подкладки

Поворотные приспособления с электромагнитом (рисунок 3)

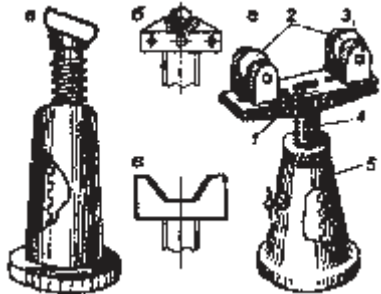


- 1 – плоскость; 2 – кожух; 3, 11 – оси; 4, 6, 10 – винты;
 5 – маховичок, 7 – выключатель; 8 – лимб; 9 – нониус;
 12 – кромка кругового паза;

Рисунок 3 – Поворотное приспособление с электромагнитом

позволяют закрепить деталь в наиболее удобном положении. Обеспечивают быстрое крепление деталей из черных металлов (сталь, чугун). Недостаток — опасность неожиданного выключения электромагнита; невозможность крепления немагнитных деталей; нарушение балансировки при установки тяжелых деталей.

Домкраты (рисунок 4) предназначены для установки громоздких и тяжелых заготовок.



- а – обыкновенный; г – роликовый; б – шариковая головка; в – призматическая головка; 1 – плита; 2 – ролики; 3 – кронштейн; 4 – винт; 5 – корпус

Рисунок 4 - Домкраты

Позволяют регулировать положение заготовок по высоте. Могут иметь сменные головки, что позволяет устанавливать детали любой формы.

2 ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ПЛОСКОСТНОЙ РАЗМЕТКИ

2.1 Материалы для инструментов

Инструменты для выполнения рисок, а также ударные инструменты (молотки) должны иметь высокую твердость поверхности и выполняются из инструментальной углеродистой стали У7-У13, У7А-У13А.

Расшифровка марок:

У - инструментальная углеродистая сталь;

7...13 - содержание углерода в десятых долях процента;

А - индекс обозначает высококачественную сталь с низким содержанием вредных примесей ($s < 0,02 \%$, $p < 0,03 \%$).

Например:

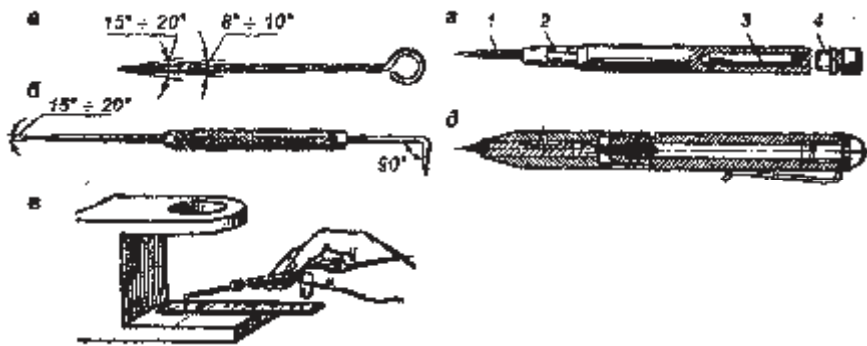
У7 - углеродистая инструментальная сталь с содержанием углерода 0,7%, качественная.

У13А - углеродистая инструментальная сталь с содержанием углерода 1,3%, высококачественная.

2.2 Виды инструментов

Чертилки (рисунок 5, 6) - для выполнения разметочных линий по линейке, угольнику или шаблону.

Материал заостренной части У10, У12. Угол заострения 15-20°. Форма инструмента различная.



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

Рисунок 5 – Чертилки

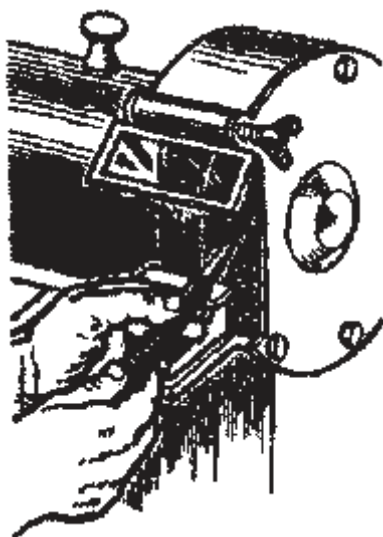
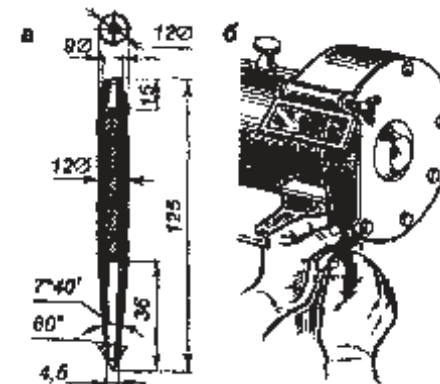


Рисунок – 6 – Заточка чертилки

Кернер (рисунок 7) - инструмент для нанесения углублений (кернов) на разметочных линиях.



а – обыкновенный кернер; б – заточка кернера;
Рисунок 7 - Кернер

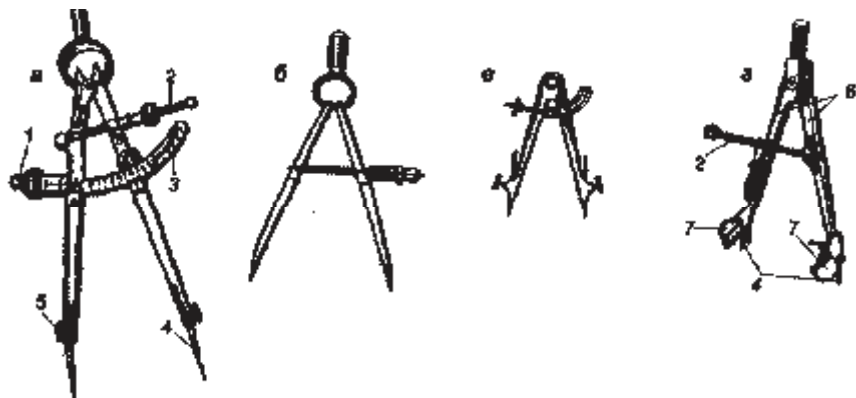
Керны делают для того, чтобы разметочные линии не были потеряны в процессе обработки детали.

Материал - У7А, У8А. Углы заострения кернера выбирают в зависимости от назначения кернов:

- при обычной разметке - 50...60°
- при точной разметке - 30...45°
- при накернивании центров отверстий - 75°.

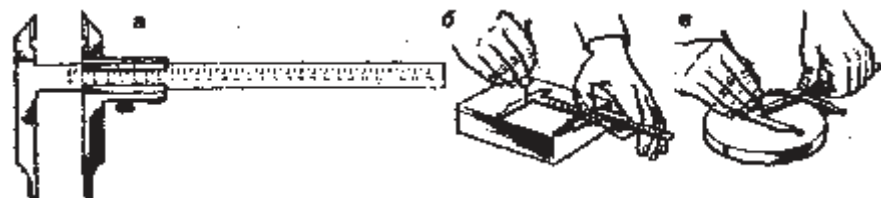
Кроме обыкновенных кернеров применяют специальные: пружинные, электрические, пневматические.

Циркули — для разметки окружностей, дуг, деления отрезков и окружностей, а также для перенесения размеров с измерительных линеек на деталь.



а – точный; б – пружинный; в – со вставными иглами; г – с линзой;
 1, 2 – микрометрические винты; 3 – установочное устройство; 4 – иглы; 5 – гайка;
 6 – ножки; 7 – разъемные линзы
 Рисунок 8 – Циркули слесарные

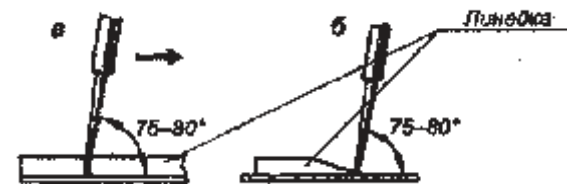
Для точной разметки применяют циркули с микрометрическими винтами или линзами (рисунок 8) - и разметочные штангенциркули (рисунок 9).



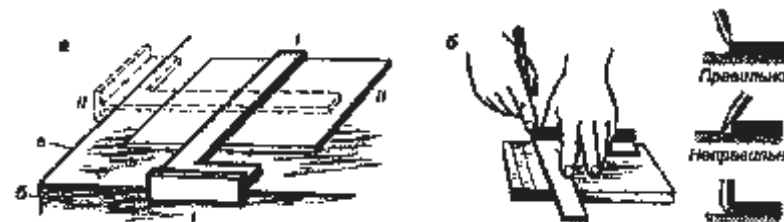
а – устройство; б – разметка прямых линий; в – разметка центров
 Рисунок 9 – Разметочный штангенциркуль

Разметочные штангенциркули, кроме того, позволяют вычерчивать окружности большого диаметра.

Линейки и угольники — для нанесения прямых линий. Точность разметки можно повысить, если применять линейки со скошенными рабочими кромками, а угольники - с широким основанием или с Т-образной полкой (рисунок 10, 11).

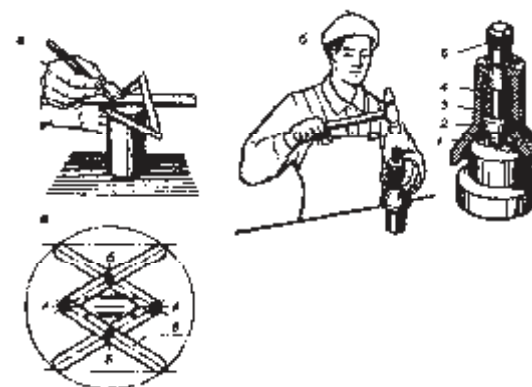


а – наклон чертилки в сторону перемещения её; б – наклон в сторону от линейки
 Рисунок 10 – Нанесение линий (рисунок)



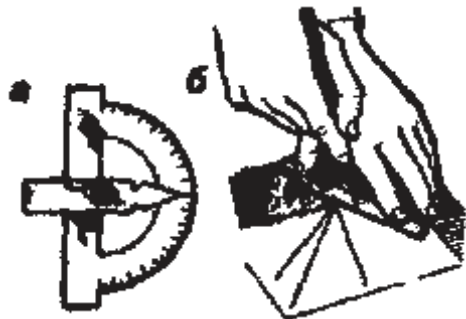
а – перпендикулярных; б – параллельных
 Рисунок 11 – Нанесение линий

Центроискатели — для отыскания центров отверстий или центров окружностей (рисунок 12).



а – центроискателем; б – кернером – центроискателем; в – шарнирным центроискателем;
 1 – кернер; 2 – фланец; 3 – колокол; 4 – пружина; 5 – головка; 6 – линейка
 Рисунок – 12 – Отыскание центров окружностей

Транспортиры — для разметки углов и уклонов (рисунок 13).



а – углов и уклонов; б – его применение

Рисунок 13 – Транспортир для разметки

Разметочные молотки массой 100-200 г.

3 ПОДГОТОВКА К РАЗМЕТКЕ.

ПРИЕМЫ ПЛОСКОСТНОЙ РАЗМЕТКИ

3.1 Подготовка к разметке

Выполняется в следующем порядке:

- очистить заготовки от грязи, пыли, окалины, следов коррозии;
- проверить отсутствие дефектов (сколы, трещины, раковины и т. п.);
- сравнить заготовку с габаритными размерами детали, предварительно изучив чертеж;
- определить базы заготовки - поверхности или линии на заготовке, от которых будут откладываться размеры;
- за базы обычно принимают обработанные поверхности заготовки или осевые линии, которые наносят в первую очередь;
- подготовить размечаемую поверхность к окраске;
- нанести краситель равномерным слоем.

3.2 Красители для разметки

Меловой раствор (8 л воды, 1 кг мела, 50 г жидкого столярного клея) - для окрашивания необработанных крупных черных заготовок.

Сухой мел - для необработанных поверхностей неотвественных мелких заготовок.

Раствор медного купороса (250 мл воды, 50...60 г медного купороса) - для окрашивания обработанных поверхностей стальных или чугунных деталей. На поверхности детали образуется тонкий слой меди.

Быстросохнущие лаки и краски - для окрашивания обработанных поверхностей больших стальных и чугунных отливок.

Спиртовой лак (раствор шеллака в спирте) - для окрашивания небольших обработанных поверхностей при точной разметке.

Меловой раствор наносят кистью или пульверизатором, сухим мелом натирают размечаемую поверхность, а омеднение поверхности заготовки можно выполнять, покрывая ее поверхность раствором медного купороса кистью или натирая смоченную водой поверхность куском медного купороса.

Лаки и краски наносят кистью при наклонном положении заготовки.

3.3 Приемы плоскостной разметки

Разметочные линии проводят в следующем порядке: сначала линии, принятые за базы (если они есть), затем - горизонтальные, после того - вертикальные, затем наклонные и в последнюю очередь - дуги и окружности. Иногда последовательность приходится менять (например: проводится прямая, касательная к дуге. Удобней вычертить сначала дугу, а затем - касательную к ней).

При выполнении прямых рисок чертилку следует располагать, как показано на рисунке 10 и 11.

Параллельные риски наносят с помощью угольника (рисунок 11) или с помощью линейки по двум засечкам.

Построение наклонной под заданным углом можно выполнить по транспортиру, угольнику или, более точно, через тангенс угла, определив величину

двух катетов. Центры окружностей находят с помощью центроискателей и центронаметчиков. Простейший центроискатель в виде угольника с прикрепленной линейкой, являющейся биссектрисой угла, позволяет определить центр окружности, проводя по линейке прямые под некоторым углом друг к другу (рисунок 12)

Центры малых диаметров (до 40 мм) удобнее находить с помощью кернеров-центроискателей (рисунок 12, б).

Деление отрезков на части производят с помощью циркулей или геометрическим путем - при точной разметке.

Для повышения точности деления отрезка на равные части следует сначала разделить его на две - три части, а затем полученные отрезки делить дальше.

Чтобы найти центр отверстия, в него запрессовывается деревянная планка с металлической накладкой.

При точной разметке центры отверстий и дуг находят геометрическим путем.

4 НАКЕРНИВАНИЕ РАЗМЕТОЧНЫХ ЛИНИЙ.

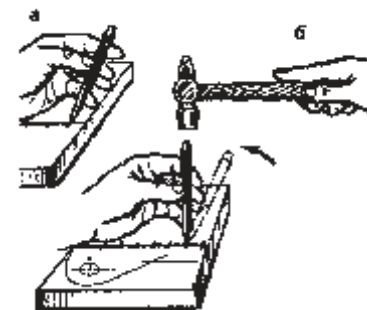
БРАК ПРИ РАЗМЕТКЕ.

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

4.1 Накернивание разметочных линий

Накернивание разметочных линий необходимо для того, чтобы в процессе обработки не потерять разметочную линию.

Керн — это лунка, образовавшаяся от действия конуса при ударе по нему молотком. Центры кернов должны располагаться точно на разметочных линиях, чтобы после обработки на детали оставались половины кернов. Для этого накернивать следует в соответствии с рисунком 14.



а – установка кернера; б – кернение

Рисунок 14 – Накернивание разметочных линий

Керны наносятся равномерно по длине риски на расстоянии от 20 до 100 мм на длинных прямых линиях, 5...10 мм на коротких линиях, углах и дугах.

Керны обязательно ставят в местах пересечения разметочных линий, местах сопряжений линий, в центрах отверстий (более глубоко).

Окружность достаточно накернить в местах пересечения с осевыми линиями.

На обработанных поверхностях керны наносят только на концах линий или на продолжениях этих линий на боковых поверхностях.

4.2 Брак

<i>Вид</i>	<i>Причины</i>
Размеры размеченной детали не соответствуют размерам на чертеже	<ul style="list-style-type: none"> ➤ невнимательность ➤ неточность разметочного инструмента
Двойные разметочные линии	<ul style="list-style-type: none"> ➤ нет навыков работы с чертилкой

4.3 Безопасность труда

- Острозаточенные концы чертилок закрывать колпачками.
- Заготовки на разметочные плиты устанавливать в рукавицах, располагая их не на краю плиты.

- Проверять устойчивость заготовок и приспособлений на плите.
- Раствор медного купороса ядовит. Не допускать попадания его на открытые участки кожи.
- Не сдувать пыль с разметочной плиты, удалять ее только щеткой.

Контрольные вопросы и задания

1. Точность выполнения разметки по чертежу и точной разметки.
2. Что называется припуском?
3. В каких случаях применяют разметку по шаблону?
4. Где применяют разметку по образцу?
5. Почему заготовки из алюминиевых сплавов размечают карандашом?
6. Высота рабочей поверхности разметочной плиты над уровнем пола.
7. Для чего применяют подкладки?
8. Угол заострения чертилки.
9. Углы заострения кернера: обычного; для точной разметки; для центров отверстий.
10. Какие линейки и угольники следует применять для повышения точности разметки?
11. Название и химический состав материала У10А.
12. Какие центроискатели и почему применяют при нахождении центров цилиндрических деталей диаметром до 40 мм?
13. В каких случаях применяют разметочные штангенциркули?
14. Что такое разметочные базы?
15. Для чего размечаемую поверхность окрашивают?
16. Что принимают за разметочные базы?
17. Что происходит со стальной заготовкой, покрытой раствором медного купороса?
18. Последовательность нанесения разметочных линий.
19. Почему деление отрезка на большое число равных частей не выполняют циркулем с фиксированным раствором ножек?
20. в каких случаях порядок нанесения рисок изменяют?
21. Как повысить точность деления отрезка?

22. Как накернить центр окружности, если он попадает в отверстие?
23. Как накернить будущее отверстие?
24. Расстояние между кернами на разметочных линиях.

ТЕМА 2 - РУБКА МЕТАЛЛА

1. Назначение рубки. Сущность процесса.

2. Инструменты для рубки. Заточка режущих инструментов.

3. Процесс и приемы рубки.

4. Механизация рубки. Брак. Безопасность труда

1. НАЗНАЧЕНИЕ РУБКИ. СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА

1.1 Назначение рубки

РУБКА — это слесарная операция, при которой с поверхности заготовки с помощью режущего и ударного инструментов удаляется слой металла или заготовка разделяется на части.

Рубка является черновой, предварительной операцией. Она предназначена для подготовки заготовки к последующей обработке.

Рубка применяется для удаления с заготовок больших неровностей, заусенцев, острых кромок, литейной корки, вырубания пазов и канавок, вырубания отверстий в листовом материале.

За один проход может быть удален слой металла до 2 мм. Точность обработки оставляет 0,5-1 мм.

Режущим инструментом при рубке является зубило и крейцмейсель, ударным — молоток.

1.2 Сущность процесса

Процесс удаления с заготовки слоя металла называют резанием.

Резание осуществляется при выполнении большинства слесарных операций: рубки, резания, опилования, шабрения, сверления и др.

Форма режущей части любого режущего инструмента представляет собой клин. От того, как заострен клин и как он установлен по отношению к обрабатываемой заготовке, зависит сила, которую надо приложить, прочность инструмента и величина удаляемого слоя металла. Элементы резания и форма режущей части зубила изображены на рисунке 1.

Чем меньше угол заострения, тем меньшее усилие требуется для снятия слоя металла (стружки), но при этом меньше становится прочность инструмента.

Следовательно, при увеличении твердости обрабатываемого материала угол заострения клина должен увеличиваться.

Задний угол берется небольшим — $3...5^\circ$. Он необходим для уменьшения силы трения задней поверхности клина об обработанную поверхность, т. к. в результате трения нагревается и теряет прочность режущий инструмент.

Предельными считаются температуры:

- $200...250^\circ\text{C}$ — для инструментальных углеродистых сталей;
- $500...600^\circ\text{C}$ — для быстрорежущих сталей;
- $800...1000^\circ\text{C}$ — для твердых сплавов.

Так как сумма углов рабочей части инструмента α (альфа), β (бета), γ (гамма) равна 90° , увеличение угла заострения приводит к уменьшению переднего угла.

Наиболее важным для процесса резания является величина суммы углов $\alpha + \beta$ - угла резания δ (дельта). Он определяет усилие резания и условия образования стружки.

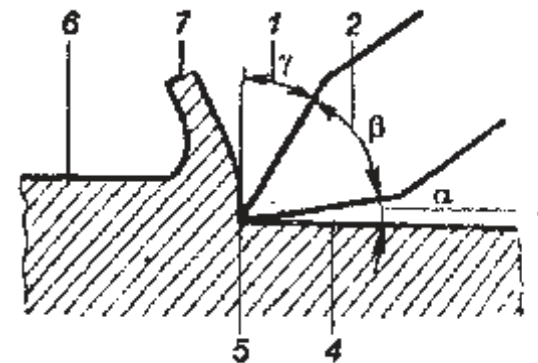


Рисунок 1 - Элементы резания и геометрия режущей части зубила

1 - передний угол, 2 - угол заострения, 3 - задний угол, 4 - обработанная поверхность, 5 - режущая кромка, 6 - обрабатываемая поверхность, 7 - стружка.

В зависимости от свойств обрабатываемого материала различают следующие виды стружек:

- сливная - непрерывная, завивающаяся в спираль лента (мягкая сталь, алюминий, медь);
- скальвания - блестящая со стороны инструмента и колотая, шероховатая с противоположной (более твердая сталь);
- надлома - в виде отдельных элементов неправильной формы (чугун, бронза).

2 ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ РУБКИ.

ЗАТОЧКА РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

2.1 Режущие инструменты

Зубила, крейцмейсели и канавочники (рисунок 2) изготавливают из стали У7А, У8А, 7ХФ, 8ХФ.

Зубило состоит из рабочей, средней и ударной частей. Рабочая часть затачивается, образуя режущую часть с режущей кромкой.

Зубило изготавливают длиной 100; 125; 160; 200 мм и шириной рабочей части соответственно 5; 10; 16; 20 мм.

Рабочая часть зубила закаливается на 0,3...0,5 длины с последующим отпуском до HRC 53-59, а ударная часть (боек) — до HRC 35...45.

Крейцмейсель имеет те же элементы, что и зубило. Отличается более узкой режущей кромкой и формой рабочей части. Предназначен для прорубания пазов и канавок. Ширина режущей кромки 2; 5; 8; 10; 12 мм.

Канавочник — разновидность крейцмейселя с закругленной режущей кромкой для вырубания канавок сложного профиля. Изготавливают длиной 80; 100; 120; 150; 200; 300; 350 мм с радиусом закругления режущей кромки 1; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 мм.

2.2 Ударные инструменты

Слесарные молотки изготавливают двух типов: молотки с квадратным бойком (рис. 18, а); молотки с круглым бойком (рис. 18, б).

Молоток состоит из ударника и рукоятки. Основной характеристикой молотка является его масса.

Слесарные молотки с квадратным бойком изготавливают восьми номеров:

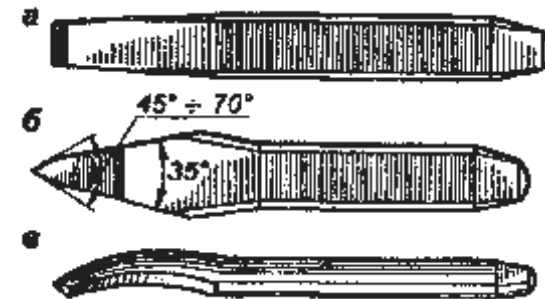
№ 1 — 50 г	} для слесарно-инструментальных работ
№ 2 — 100 г	
№ 3 — 200 г	
№ 4 — 400 г	} для слесарных работ, рубки, гибки, клепки и др.
№ 5 — 500 г	
№ 6 — 800 г	
№ 7 — 800 г	} для ремонтных работ
№ 8 — 1000 г	

Слесарные молотки с круглым бойком изготавливают шести номеров:

№ 1 — 200 г	— для инструментальных работ
№ 2 — 400 г	} для слесарных работ
№ 3 — 500 г	
№ 4 — 600 г	
№ 5 — 800 г	} для ремонтных работ
№ 6 — 1000 г	

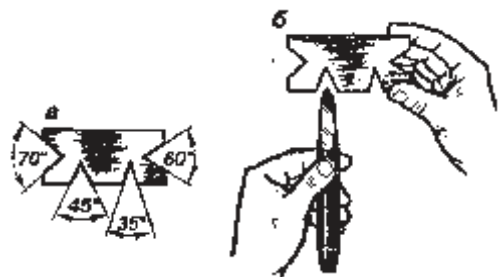
Ударники молотков изготавливают из сталей марок У7, 50. Рабочие части (боек и носок) закалывают с последующим отпуском до HRC 50-56.

Рукоятки молотков изготавливают из дерева твердых пород (береза, дуб, ясень) или синтетических материалов, конец рукоятки с насаженным ударником расклинивают (рисунок 4).



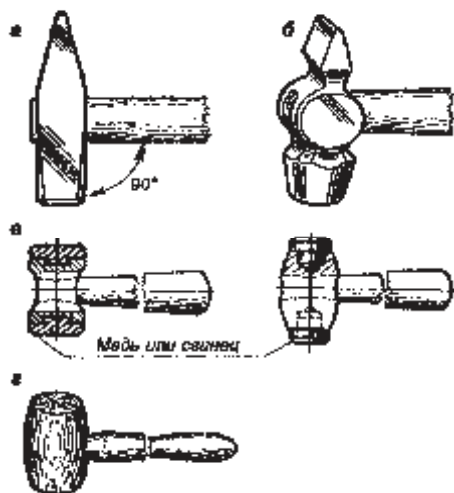
а – зубило; б – крейцмейсель; в - канавочник.

Рисунок 2 - Инструменты для рубки



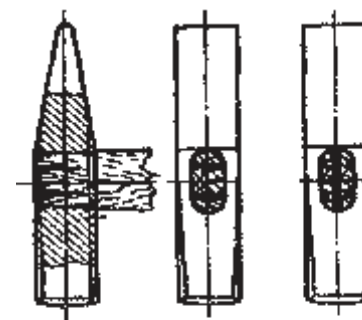
а – шаблон; б – проверка угла заточки зубила

Рисунок 3 – Контроль углов заострения



а - с квадратным бойком, б - с круглым бойком, в - со вставками из мягкого металла, г - деревянный (киянка).

Рисунок 4 - Молотки



а — деревянный клин, б — металлический клин.

Рисунок 5 - Схемы расклинивания ручек

Для тяжелых работ применяют молотки массой 4-16 кг — кувалды.

Кроме молотков со стальными ударниками при сборке и ремонте механизмов и машин применяют молотки со вставками из мягких металлов (медь, алюминий, свинец) или резины (рисунок 4, в), а также деревянные молотки с круглыми и прямоугольными ударниками (рисунок 4, г).

2.3 Заточка режущих инструментов

Производят вручную на заточных станках. Необходимо выдерживать: прямолинейность режущих кромок; плоскостность боковых поверхностей клина и одинаковый их наклон к продольной оси.

Рекомендуются следующие углы заострения:

Материалы	Угол заострения [град]
Твердые (твердая сталь, чугун)	70
Средней твердости (сталь)	60
Мягкие (латунь, медь, титановые сплавы)	45
Алюминиевые сплавы	35

Углы заострения контролируются шаблоном (рисунок 3).

Перед заточкой инструмента подручник станка установить не далее 2...3 мм от круга.

Заточку вести с охлаждением водой.

3 ПРОЦЕСС И ПРИЕМЫ РУБКИ

3.1 Процесс рубки

Рубку ведут в тисках, на плитах и наковальнях.

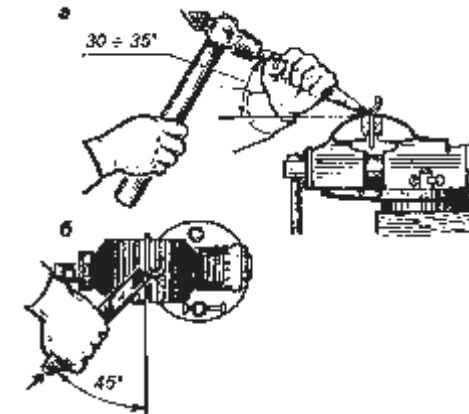
Тиски для рубки должны быть с шириной губок 120...150 мм, лучше ступовые. При рубке в параллельных тисках удары наносить в направлении неподвижной губки.

Для точного нанесения ударов молотком по режущему инструменту корпус рабочего должен быть обращен в пол-оборота к оси тисков (рисунок).



а – положение корпуса; б – положение ног.

Рисунок 6 – Техника рубки



а – наклон зубила к обрабатываемой поверхности;

б – наклон к продольной оси губок.

Рисунок 7 – Правильная установка зубила при рубке в тисках

Молоток удерживают на расстоянии 15...30 мм от конца рукоятки. По силе удар молотком может быть кистевым - для точных, легких работ; локтевым - для прорубания пазов, канавок и срубания слоя металла средней толщины; плечевым - для снятия толстого слоя металла и обработки больших поверхностей (рисунок 8). Во время работы смотрят не на боек зубила, а на его режущую часть, следя за ее правильным положением.

Массу молотка выбирают в зависимости от ширины режущей части зубила и толщины удаляемого слоя металла (обычно толщина стружки 1...2 мм) из расчета 40 г на 1 мм ширины лезвия зубила и 80 г на 1 мм ширины лезвия крейцмейселя.



а – кистевой; б – локтевой; в – плечевой

Рисунок 8 – Удары молотком

Установка зубила показана на рисунок 7.

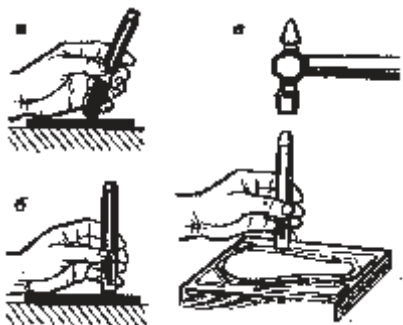
3.2 Приемы рубки

Разрубание металла. Металл разрубают на плите или наковальне при вертикальном положении зубила и плечевом ударе молотком (рисунок 9). Полосовой и листовой металл толщиной до 2 мм прорубают с одного удара, более 2 мм прорубают примерно на половину толщины с обеих сторон, а затем переламывают, перегибая в одну и другую сторону.

Вырубание заготовок из листового металла. Заготовки вырубают после разметки, отступив от разметочной линии на 2...3 мм (рисунок 10). После удара молотком зубило перемещают вдоль линии рубки на расстояние меньше ширины его режущей части. При этом получается ровная, без ступенек, канавка. Если заготовка криволинейная, рубку лучше вести зубилом со скругленной режущей кромкой (рисунок 11). Если за один проход заготовка не вырублена, рубку продолжают вести с противоположной стороны листа, а затем выбивают ее,

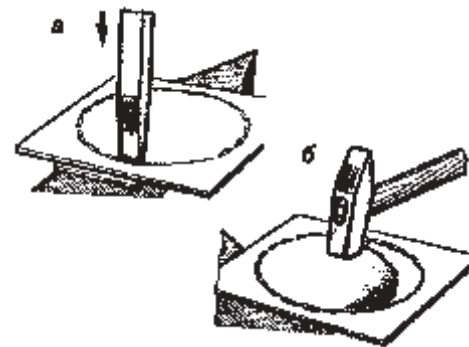


Рисунок 9 – Рубка полосового металла



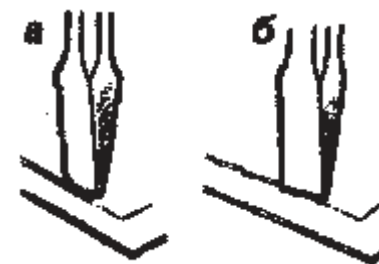
а – начало установки (наклонно); б – конец установки (вертикально); в – прорубание по контуру.

Рисунок 10 – Установка зубила при рубке листового металла



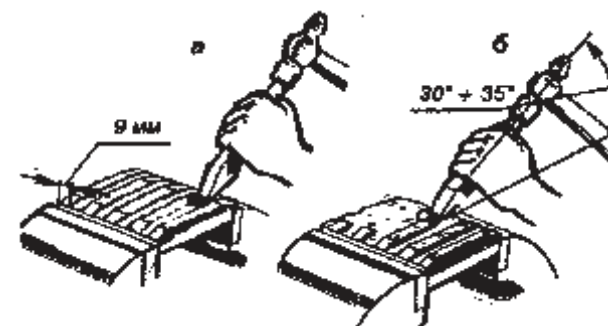
а – надрубание диска контура; б – выбивание надрубленного диска молотком.

Рисунок 11 – Вырубание заготовок из листового металла



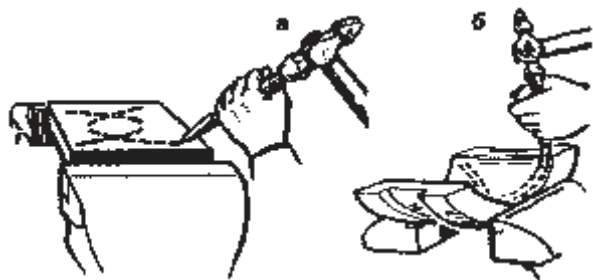
а – закругленное; б - прямое

Рисунок 12 – Лезвие зубила



а - прорубание канавок крейцмейселем, б - срубание выступов зубилом.

Рисунок 13 - Рубка широких поверхностей



а – смазочных канавок; б - пазов

Рисунок 14 – Вырубание

Рубка в тисках листового и полосового металла. Заготовку зажимают так, чтобы разметочная линия совпала с уровнем губок. Рубка в тисках широких поверхностей. Производят только в тех случаях, когда отсутствует возможность обработать заготовку на фрезерном или строгальном станке. Работу выполняют в три приема. Вначале на двух противоположных торцах заготовки срубуют фаски под углом 30...40°, а на двух боковых торцах наносят риски, обозначающие глубину прохода. Затем на обрабатываемой поверхности наносят риски, расстояние между которыми равно ширине режущей части крейцмейселя.

После этого заготовку зажимают в тисках, прорубают канавки крейцмейселем, а оставшийся металл срубуют зубилом (рисунок 13).

Вырубание пазов и криволинейных канавок. Вначале наносят риски и за один проход крейцмейселем снимают слой 1,5...2 мм. Затем необходимую ширину и глубину паза или канавки получают с помощью канавочника (рисунок 14). Профиль канавки контролируют шаблоном.

При рубке цветных металлов для увеличения стойкости режущей части инструмента необходимо протирать ее промасленной тряпкой или смачивать мыльной водой, при рубке алюминиевых сплавов - скипидаром.

4 МЕХАНИЗАЦИЯ РУБКИ. БРАК. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

4.1 Механизация рубки

Рубка выполняется в тех случаях, когда невозможно или нерационально из-за малого объема работы провести станочную обработку. Для облегчения рубки ее обычно механизмируют. Для этой цели применяют пневматические молотки.



а – работа пневматическим рубильным молотком;

б – держание инструмента

Рисунок 15 – Приемы работы рубильным молотком

Молоток приводится в действие сжатым воздухом, давлением 5...6 кг/см² - (0,5-0,6) x 10⁶ Па, поступающим через резиновый шланг из магистрали только после нажатия на курок и на обрабатываемую поверхность режущей кромкой инструмента. Применение пневмомолотка повышает производительность рубки в 4...5 раз. Работа пневмомолотком показана на рисунок 30.

4.2. Брак

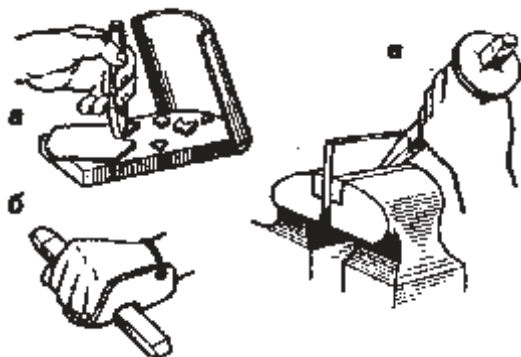
Вид	Причины
Не выдержаны размеры	➤ Невнимательность

Неровно обработанная поверхность	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Затупленный инструмент; ➤ Неправильная установка инструмента
При рубке хрупких металлов: скол металла на краях заготовки	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Рубка до края, без встречного подрубания ➤ Не снята фаска на торце

4.3 Безопасность труда

На режущих инструментах и молотках не должно быть заусенцев, забоин и трещин. Ударники молотков должны быть неподвижны на рукоятках и надежно закреплены. При рубке смотреть надо на режущую кромку, а не на боек. Это позволит наносить удары более точно.

Перед окончанием рубки уменьшать силу удара молотком, чтобы не травмировать руку или соседа при вылете зубила после скалывания стружки. Применять предохранительные щитки, сетки и защитные очки при рубке хрупких металлов. Для защиты кисти руки с зубилом от повреждений применять защитные шайбы (рисунок 16).



а, б — предохранительные щитки, в — предохранительная шайба из резины.

Рисунок 16- Предохранительные приспособления, применяемые при рубке

➤ Заточку инструментов проводить только на цилиндрической поверхности абразивного круга, при зазоре между подручником и кругом не более 2-3 мм. При

этом работать следует в защитных очках и при опущенном экране заточного станка.

➤ При работе пневмомолотком включение его возможно только после установки режущего инструмента. При перерывах в работе инструмент следует отключать.

Контрольные вопросы и задания

1. Какая стружка получается при обработке: а) чугуна, б) стали, в) бронзы, г) латуни?
2. Назовите углы, образующиеся при рубке металла:
 - (альфа) - задний угол
 - () - ?
 - () - ?
 - () - ?
3. В каком случае легче рубить металл?
 - передний угол — 10°
 - передний угол — 20°
4. Что проверяется перед заточкой у заточного станка?
5. При какой температуре режущей кромки зубило теряет прочность?
6. Молотки какой массы применяют для рубки металла?
7. Какую ширину режущей кромки должны иметь зубила длиной 100 мм, 160 мм?
8. Назвать элементы зубила на рис. 16, а.
9. Назвать элементы молотка на рис. 18, а.
10. Условия правильной заточки инструментов для рубки.
11. Какие тиски пригодны для рубки металла?
12. Какая масса молотка требуется для рубки:
 - зубилом с шириной режущей кромки 10 мм,
 - крейцмейселем с шириной режущей кромки 5 мм?
13. Какой толщины металл прорубают с одного удара? Какой удар молотком наносят при этом?
14. В каких случаях применяют зубила со скругленной режущей кромкой?
15. Как избежать появления ступенек при рубке зубилом листового металла по прямой линии?

16. Угол наклона оси зубила к поверхности губок при рубке листового металла в тисках.
17. Как предотвратить скол металла с края заготовки при рубке широких поверхностей?
18. Как повысить стойкость режущей части зубила при рубке цветных металлов?
19. Во сколько раз механическая рубка производительнее ручной?
20. Что происходит с заготовкой при рубке затупленным инструментом?
21. Какая поверхность абразивного круга может быть использована для заточки зубила?
22. Как приводится в действие пневмомолоток?

ТЕМА 3 - ПРАВКА И РИХТОВКА МЕТАЛЛА

1. Назначение правки и рихтовки.

Приспособления и инструменты для правки. Правка ударной нагрузкой и давлением.

2. Правка методом подогрева. Механизация правки.

Правка сварных изделий. Безопасность труда

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРАВКИ, ПРАВКА УДАРНОЙ НАГРУЗКОЙ И ДАВЛЕНИЕМ

1.1 Назначение правки и рихтовки

ПРАВКА — это операция по выправке заготовок и деталей, имеющих вмятины, искривления, коробления. При этом заготовке или детали придается первоначальная форма. Править можно только пластичные материалы. Металл подвергается правке в холодном и горячем состоянии. Выбор способа правки определяется величиной прогиба, размерами детали и материалом.

РИХТОВКА — это правка закаленных деталей, а также деталей, изогнутых через ребро жесткости. При рихтовке производится вытяжка вогнутой стороны детали. Точность рихтовки может составлять 0,01-0,05 мм.

Правка может выполняться ручным способом — на плитах или наковальнях и машинным способом — на прессах и вальцах.

1.2 Приспособления и инструменты для правки

Правильные плиты изготавливают из стали или серого чугуна. Масса плиты должна быть в 80...150 раз больше массы молотка. Плита устанавливается на подкладку и горизонтируется. Рабочая поверхность должна быть ровной и чистой (рисунок 1, а).



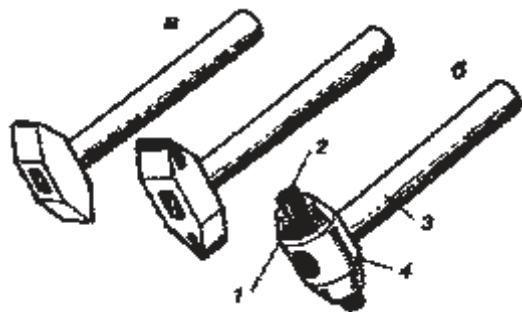
а —правильная плита; б - рихтовальные бабки.

Рисунок 1 - Инструменты для правки

Рихтовальные бабки (рисунок 1, б) изготавливают из стали и закаливают. Рабочая поверхность может быть цилиндрической или сферической с радиусом закругления 150...200 мм.

Молотки для правки применяют с круглыми полированными бойками. Молотки с квадратными бойками оставляют забоины на металле.

Для рихтовки применяют *рихтовальные молотки* с радиусными бойками из стали У10 или со вставками из твердого сплава ВК6 и ВК8 (рисунок 2, а).



а - с радиусным бойком, *б* - с круглым гладким полированным бойком;

1 - штифт, *2* - боек, *3* - ручка, *4* - корпус.

Рисунок 2 - Рихтовальные молотки

Молотки со вставками из мягких металлов (рисунок 2, б) применяют для правки заготовок из цветных металлов и окончательно обработанных деталей.

Деревянные молотки - киянки (рисунок 2, а) применяют для правки тонколистовых металлов.

Деревянные или металлические бруски-гладилки (рисунок 2, б). Ими правят (выглаживают) на ровной плите очень тонкие листовые металлы.

1.8 Правка ударной нагрузкой и давлением

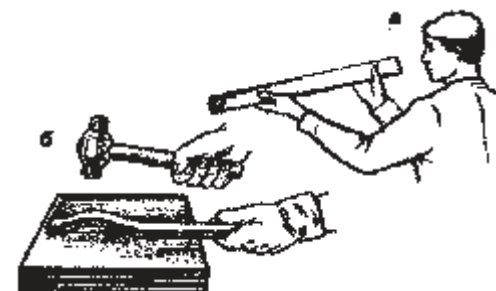
Правку полосового и пруткового металла выполняют на плитах и наковальнях. Удары молотком наносят по выпуклой части. Качество правки проверяют на глаз, линейками или на плитах (рисунок 3, 4).

Для правки круглых прутков и валов применяют призмы (рисунок 8).

Правку листового металла с волнистостью или выпучиной (рисунок. 5 а, б) выполняют в следующем порядке:

➤ определяют границы изогнутости и обводят мелом или мягким карандашом;

➤ удары наносят в местах, как показано на рисунке 5 в, г кружками. Сила удара на краю изогнутости больше, на краю листа меньше. Если за один проход изогнутость не исправлена, удары наносят рядом, не допуская нанесения их в одни и те же места. При рихтовке деталей (рисунок 7) удары рихтовальным молотком наносят по вогнутым (укороченным) сторонам заготовки. При этом металл в местах ударов пластически деформируется, укороченные слои металла



а – проверка изгиба на глаз; б – момент правки

Рисунок 3 – Правка металла

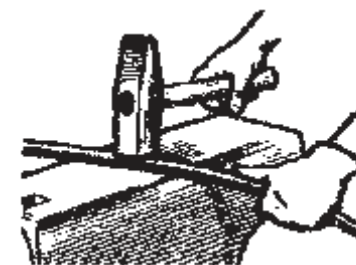
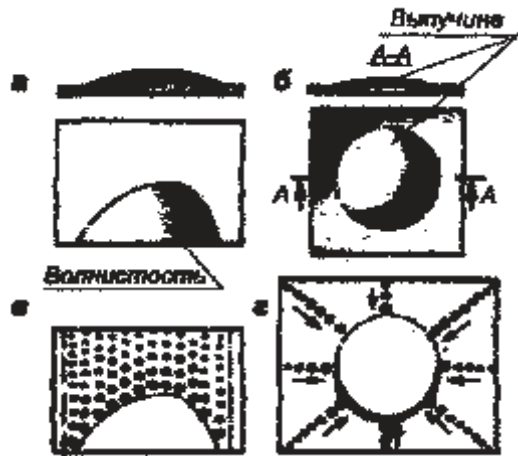
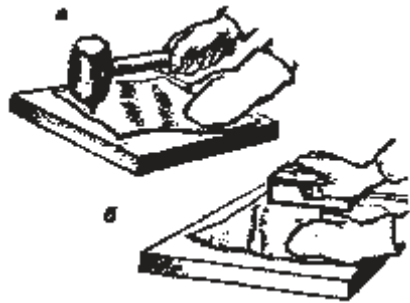


Рисунок 4 – Правка металла круглого сечения



а, б — погнутые заготовки; в, г распределение ударов.

Рисунок 5 - Схема правки листового материала



а - деревянным молотком (киянкой), в - деревянный или металлическим бруском.

Рисунок 6 - Правка тонких листов

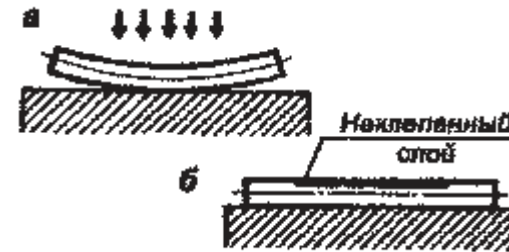


а - на рихтовальной бабке, б - угольника по внутреннему углу,

в - по наружному углу, г - места нанесения ударов.

Рисунок 7 – Рихтовка закаленных деталей

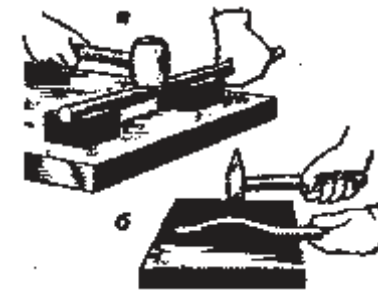
удлиняются и деталь разгибается. Рихтовка угольника, у которого после закалки изменился угол между полками, показана на рисунке 7, б, в, г. Если угол стал меньше 90° , то удары молотком наносят по внутренней стороне угольника у вершины угла. Если угол стал больше 90° , удары наносят у вершины внешнего угла. Подобным образом производят правку валов с небольшим искривлением наклепом (рисунок 10, а, б).



а - правка наклепом, б — наклепанный слой.

Рисунок 10 - Правка искривленного вала

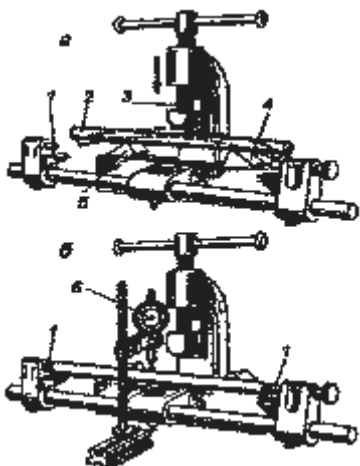
Легкие удары молотком по вогнутой стороне вала приводят к ее удлинению и исправлению вала. Правку коротких прутков выполняют на призмах, плитах или подкладках. Удары молотком наносят по выпуклой стороне (рис. 39, а, б).



а - на призмах, б - на плите.

Рисунок 8 - Правка коротких валов и прутков

Если усилие от молотка недостаточно, применяют винтовые или гидравлические прессы (рисунок 9, а). Валы диаметром до 30 мм правят винтовыми прессами. Величину прогиба определяют в центрах с помощью индикаторов (рисунок 9, б).



а - момент правки, б - проверка изгиба индикатором; 1 - центра, 2 - тел, 3 - винт, 4, 5 - призмы, 6 - индикатор.

Рисунок 9 - Правка вала на ручном прессе

Выправленные таким способом валы могут иметь внутренние остаточные напряжения, которые приводят к их искривлению при работе. Для устранения напряжений валы нагревают до температуры 400...500°С, а затем медленно охлаждают. Продолжительность охлаждения 30...60 мин.

2. ПРАВКА МЕТОДОМ ПОДОГРЕВА.

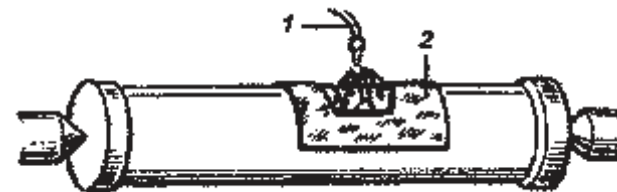
МЕХАНИЗАЦИЯ ПРАВКИ. ПРАВКА СВАРНЫХ ИЗДЕЛИИ.

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

2.1. Правка методом подогрева

Метод применяют для исправления изогнутости профильного металла (уголки, швеллеры, тавры, двутавры), пустотелых валов и толстолистового проката. Правка ведется безударным способом. Нагревают изогнутую часть паяльной лампой или газовой горелкой до темно- вишневого цвета (800...850°С),

окружающие выпуклость части детали охлаждают мокрым асбестом или мокрой ветошью (рисунок 42). Нагретый металл охлаждают струёй



1 - горелка, 2 - асбест.

Рисунок 11 - Правка трубы газопламенным способом

сжатого воздуха. При этом нагретые слои быстро уменьшают свою длину и разгибают деталь.

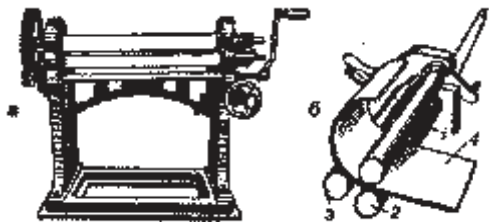
Качество правки валов контролируют в центрах, а листовых и профильных деталей на плитках.

2.2 Механизация правки

Ручная правка трудоемка и малопроизводительна. При больших партиях деталей, нуждающихся в правке, применяют валцы, прессы и другие приспособления (рисунок 12, 13).

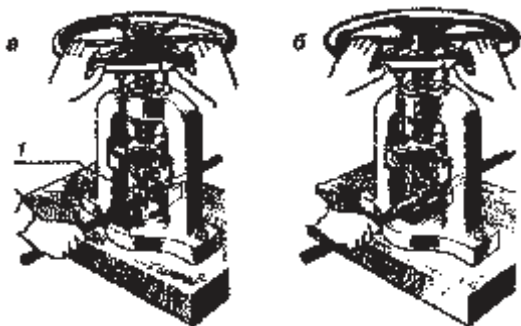
Правку листовых деталей, плоских или радиусных (толщиной до 3 мм), имеющих вмятины и выпучины, выполняют на ручных гибочных валцах с механическим приводом. Схема правки приведена на рисунок 13, б. Расстояние между валками 1 и 2 берут равным толщине листа, а положение валка 3 - в зависимости от формы листа (плоский или радиусный). Для полного исправления деталь необходимо несколько раз пропустить через валки.

Правку труб и валов выполняют на винтовых прессах (рисунок 13, а). Для этого деталь укладывают выпуклостью



а - вальцовка, б - схема правки; 1,2,3 - валки, 4 - лист.

Рисунок 12 - Правка на ручной трехвалке (вальцовке)



а - трубы, б - уголка; 1 - прокладка.

Рисунок 13 - Правка на винтовом прессе

вверх на призмы, а призматический наконечник пресса устанавливают в месте наибольшего прогиба. Для предупреждения местного смятия детали на призмы кладут мягкие прокладки.

Правку уголков выполняют на прессах с помощью стального закаленного прутка, который закладывается во внутренний угол профиля, закрепленного на призме на столе пресса (рисунок 44, б). Контроль качества правки «на просвет» с помощью поверочной плиты.

2.3 Правка сварных изделий

Изделия, полученные сваркой деталей, могут иметь коробления в зоне сварных швов. Сварочные деформации могут быть различны по величине и приводят к заметному искажению формы собираемых изделий.

Возникающие деформации могут устраняться с нагревом или холодным способом. В зависимости от величины деформаций и формы изделий могут применяться методы ручной и механизированной правки и рихтовки. Для предупреждения возможных вмятин и засечек, возникающих при правке, необходимо применять молотки и оправки с гладкими рабочими поверхностями.

2.4 Безопасность труда

- Работать исправным инструментом (плотно насаженные молотки, отсутствуют трещины на рукоятках, нет сколов на ударниках). Для предохранения рук от ударов и вибраций работать в рукавицах.
- Плотно прижимать заготовки и детали к правильным плитам и наковальням и прочно их удерживать.

Контрольные вопросы и задания

1. Детали из каких металлов не могут быть исправлены правкой: медь; сталь; бронза; латунь; чугун; алюминий (нужное подчеркнуть)
2. Рихтовка — это правка: листового металла с выпучиной; круглых прутков; деталей, изогнутых через ребро жесткости; с нагревом места изгиба; закаленных деталей (нужное подчеркнуть).
3. Масса правильной плиты может быть больше массы молотка в: 40; 20; 70; 60; 35; 100 раз (нужное подчеркнуть).
4. При правке забоины на металле оставляют молотки с бойками: квадратными, круглыми (нужное подчеркнуть).
5. Детали из цветных металлов можно править молотком с бойками из: инструментальной стали; меди; алюминия; ВК8 (нужное подчеркнуть).
6. Тонколистовые металлы правят... (нужное дописать).
7. При правке удары молотком наносят по выпуклой; вогнутой стороне заготовки (нужное подчеркнуть).
8. При рихтовке удары молотком наносят по удлиненной; укороченной стороне детали (нужное подчеркнуть).
9. При правке выпучины на листе металла сила ударов молотком: увеличивается от края листа к выпучине; остается постоянной по длине листа (нужное подчеркнуть).

10. Почему после правки наклёпом валы необходимо нагревать до 400...500°C?
11. Профильный металл это... (перечислить).
12. Стальная труба, нагретая до 800-850 С приобретает... цвет.
13. Качество правки валов контролируют... (дописать).
14. Правку листового металла толщиной до ... мм производят на ручных вальцах с механическим приводом (дописать).
15. Качество правки листового и круглого металла можно проверить... (дописать).

ТЕМА 4 - ГИБКА МЕТАЛЛА

1. Назначение и сущность гибки. Определение длины заготовки изогнутой детали.

2. Ручная и механическая гибка.

3. Гибка и вальцовка труб. Брак. Безопасность труда

1. НАЗНАЧЕНИЕ И СУЩНОСТЬ ГИБКИ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ЗАГОТОВКИ ИЗОГНУТОЙ ДЕТАЛИ

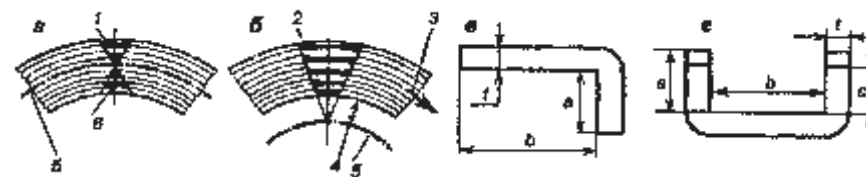
1.1. Назначение и сущность гибки

ГИБКА - способ обработки давлением, при котором заготовке или ее части придается изогнутая форма.

Гибке подвергают только пластичные материалы. Сущность гибки состоит в том, что под действием сил, превышающих внутренние силы упругости металла, заготовка пластически деформируется и одна ее часть перегибается по отношению к другой на заданный угол. Гибка может выполняться вручную или на гибочных машинах.

При изгибе заготовки различные слои ее в поперечном сечении ведут себя по-разному.

Слои на выпуклой части заготовки растягиваются, на вогнутой - сжимаются, а средний не изменяет своей длины, и длина его до и после гибки остается постоянной (рисунок 1 а, б). Поэтому средний слой - нейтральная линия - может быть использован для определения длины заготовки изогнутой детали.



а - при простом изгибе, б - при изгибе с растяжением, в, г - схемы для определения длины заготовок; 1 - растягиваемые волокна, 2 - растянутые волокна, 3 - растягивающая сила, 4 - расстояние до нейтральной линии, 5 - нейтральная линия. б - сжимаемые волокна.

Рисунок 1 - Напряжения в заготовке

1.2 Определение длины заготовки изогнутой детали

Длина заготовки изогнутой детали равна сумме длин прямых участков детали, длины нейтральной линии в пределах закруглений и припусков на загиб без закруглений. При гибке деталей под прямым углом без закруглений с внутренней стороны припуск берется равным $0,5 \dots 0,8$ толщины материала t .

Схемы для расчета длины заготовки показаны на рисунок 1, в, г и рисунок 2. Так для схемы на рисунке 1, в длина заготовки L может быть определена как $L = a + b + 0,5t$.

Для схемы на рисунке 4б, а $L = a + b + \pi r/2$.

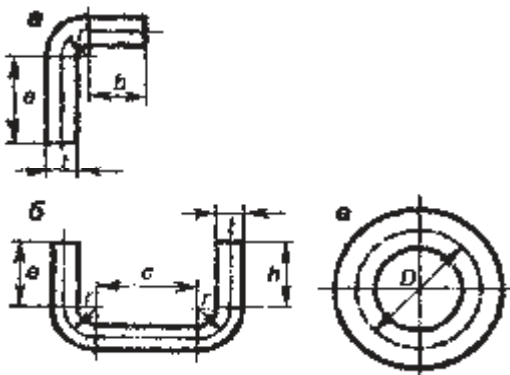


Рисунок 2 - Схемы для определения длины заготовок
а - угольника с внутренним закруглением, б - скобы с закруглением, в - кольца.

Для того чтобы при гибке в наружных слоях материала не появились трещины от действия напряжений, радиус гибки нельзя брать меньше минимально допустимого в зависимости от толщины и рода изгибаемого материала (рисунок 3).

2 РУЧНАЯ И МЕХАНИЧЕСКАЯ ГИБКА

2.1 Ручная гибка (деталей из листового и полосового металла)

Гибка выполняется слесарными молотками или молотками с мягкими бойками в тисках, на плите или с помощью специальных приспособлений. Тонколистовой материал гнут киянками. Детали из проволоки диаметром до 3 мм гнут плоскогубцами или круглогубцами.

Гибка прямоугольной скобы из листовой стали толщиной 2 мм показана на рисунке 4. Выполняется в следующем порядке:

- Определяют по чертежу (рисунок 4, а) длину заготовки, добавив припуск 0,5 толщины полосы на каждый загиб под прямым углом без закругления внутри: $L = 17,5 + 1 + 15 + 1 + 20 + 1 + 15 + 1 + 17,5 = 89$ мм.
- Отмечают длину заготовки, добавив припуск 1 мм на обработку каждого торца полосы, и обрубает зубилом.
- Правят заготовку на плите. Опилывают в размер по чертежу. Наносят риски загиба.
- Зажимают заготовку в тисках на уровне риски загиба между угольниками-нагубниками и ударами молотка отгибают конец заготовки (рисунок 4, б) — первый загиб.
- Переставляют заготовку в тисках, зажимая ее между угольником и оправкой. Оправка должна быть на уровне второй риски загиба.
- Загибают второй конец — второй загиб (рисунок 4, б). Снимают заготовку и размечают длину лапок на загнутых концах.
- Устанавливают в тиски второй угольник и, вложив в скобу оправку, зажимают в тисках. Риски загиба должны совпадать с ребрами угольников (рисунок 4, г). Отгибают первую и вторую лапки, делая третий и четвертый загибы.
- Проверяют точность углов угольником. Снимают заусенцы напильником и опилывают в размер лапки скобы.

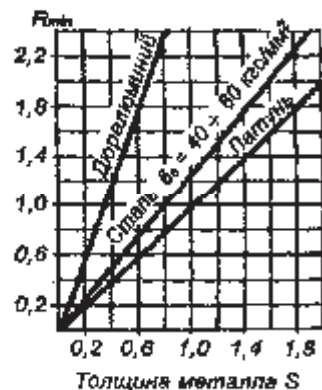
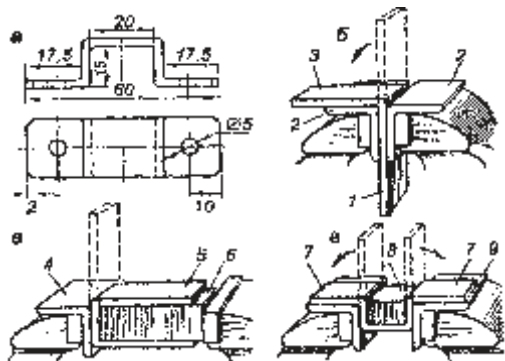
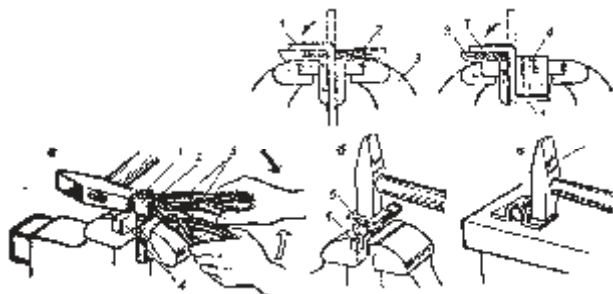


Рисунок 3 - График для определения радиуса загиба листового и полосового материала



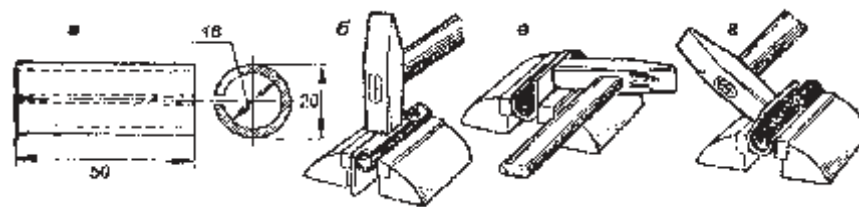
а - схема для определения длины скобы, б - гибка одного конца, в - гибка второго конца, г - формирование скобы; 1 - заготовка, 2 - нагубники, 3,5 - концы скобы, 4, 9 - угольники, 6 - большой брусок (оправка), 7 - лапки, 8 - меньший брусок (оправка).

Рисунок 4 - Гибка прямоугольной скобы



а - изгибание плоскозубцами на оправке, б, в - формирование хомутика; 1 - оправка; 2 - хомутик; 3 - плоскозубцы, 4 - нагубники; 5 - мягкая прокладка

Рисунок 6 - Гибка хомутика



а - эскиз втулки, б, в, г - последовательность гибки.

Рисунок 7 - Гибка втулки в круглых оправках

Таким же образом производится гибка из полосы двойного угольника (рисунок 49).

Гибку хомутика (рисунок 6) выполняют с помощью оправки в виде стального прутка с диаметром, равным диаметру отверстия детали.

Оправка устанавливается в вертикальное положение (рисунок 6, а) и с помощью двух плоскогубцев, установленных по разметочным рискам и молотка (работа выполняется вдвоем), огибается полоса.

Окончательное формирование хомутика выполняют в тисках (рисунок 50, б), а затем на правильной плите (рисунок 6, в).

Гибку втулки из листа можно выполнить с помощью тисков и цилиндрической оправки (рисунок 7). Расчет длины заготовки ведут по среднему диаметру, который в нашем примере (рисунок 7, а) равен 18 мм. Тогда $L = \pi \times d = 3,14 \times 18 = 56,5$ мм.

Заготовку с оправкой зажимают в тисках так, чтобы край листа выступал выше уровня губок примерно на 1/3 длины и ударами молотка огибают конец листа вокруг оправки (рисунок 7, б).

Затем заготовку с оправкой переставляют обратной стороной (рисунок 7 в, г) и огибают второй конец листа до плотного прилегания к оправке и образования плотного стыка. Для предупреждения вмятин необходимо применять мягкие нагубники, а удары молотком наносить через мягкий лист металла.

2.2 Механическая гибка

Детали с разными радиусами кривизны из профилей получают гибкой на трехроликовых и четырехроликовых гибочных станках. Детали в форме круга, спирали и с переменной кривизной гнут на четырехроликовых станках.

Станки перед гибкой требуют наладки, а в процессе работы, для обеспечения точности гибки, необходимо

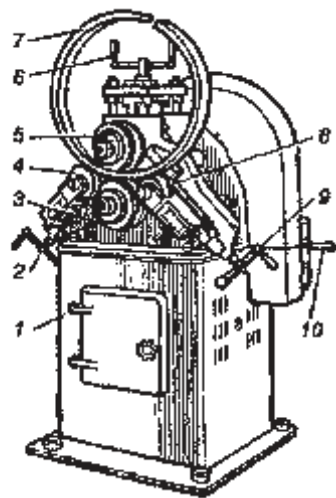


Рисунок 8 - Гибка на четырехроликовом станке

1 - станина, 2, 6, 9, 10 - ведущие ролики, 4, 8 - нажимные ролики, 7 - заготовка.

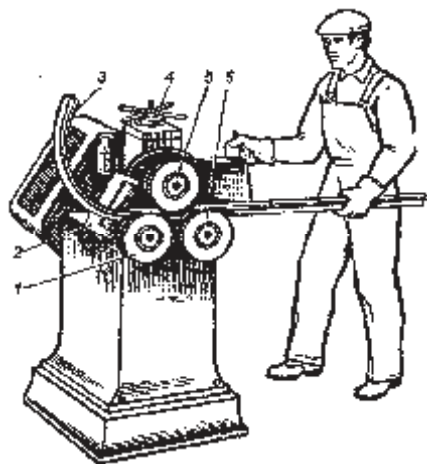


Рисунок 9 - Гибка на трехроликовом станке

1, 6 - нижние ролики, 2 - прижим, 3 - заготовка, 4 - рукоятка, 5 - верхний ролик.

счищать накопившуюся грязь с рабочих поверхностей роликов. При гибке профилей из алюминиевых сплавов их поверхности смазывают густым маслом, чтобы предотвратить наволакивание материала на поверхности роликов.

При наладке трехроликового станка (рисунок 9) с помощью рукоятки верхний ролик устанавливают по отношению к двум нижним так, чтобы получить

требуемый радиус изгиба, а с помощью прижима обеспечивают изгиб профиля в плоскости вращения роликов.

Так как подача профиля на ролики производится вручную, детали с малым радиусом кривизны получают за несколько проходов, уменьшая межцентровое расстояние между верхним и нижними роликами.

Четырехроликовые станки (рисунок 52) имеют электрический привод. подача профиля осуществляется с помощью двух ведущих роликов, а требуемый радиус кривизны получают регулировкой положения нажимных роликов.

3 ГИБКА И РАЗВАЛЬЦОВКА ТРУБ

Трубы, изогнутые с различными углами загиба, с разными радиусами кривизны в одной или нескольких плоскостях применяют для изготовления трубопроводов пневматических и гидравлических систем транспортных машин, станков. Трубы широко применяются для транспортирования жидкостей и газов в холодильных установках, летательных аппаратах и их двигателях и других устройствах. Гибка может выполняться вручную и механизированным способом; в холодном и горячем состоянии. Способ гибки зависит от материала трубы, величины угла загиба и диаметра трубы.

3.1 Наполнители

Применяются для предотвращения дефектов при гибке труб (овальность, гофрообразование). Наполнитель оказывает давление на внутреннюю поверхность стенки трубы и препятствует изменению формы поперечного сечения. В качестве наполнителей при гибке труб используются жидкости, легкоплавкие и сыпучие материалы.

Жидкие наполнители; вода, минеральные масла, эмульсии. Легкоплавкие наполнители: переохлажденный лед (получают при температуре кипения жидкого азота - -196°C), азотнокислый кальций (температура плавления $\sim 43^{\circ}\text{C}$), сосновая канифоль и другие. Сыпучие наполнители - сухой просеянный песок. Лучшие результаты дает применение жидких наполнителей под гидростатическим давлением.

3.2 Гибка труб с нагревом

Применяется для стальных труб диаметром более 100 мм. Температура нагрева трубы в месте загиба – 800...850°C (вишнево-красный цвет). Для предупреждения смятия при гибке трубу наполняют сухим песком и заглушают концы деревянными пробками (рисунок 54, а). Пробки должны иметь длину, равную 1,5-2 диаметрам трубы и конусность 1 : 10 и выступать из концов трубы после установки. Длина нагреваемого участка трубы определяется по формуле:

$$L = \alpha \times d / 15,$$

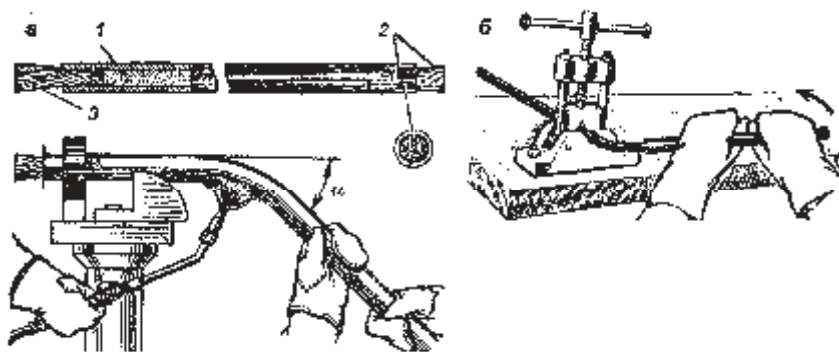
где α — угол загиба трубы [град]; d — наружный диаметр трубы [мм.]; 15 — постоянный коэффициент, а допустимый радиус гибки должен быть не менее трех диаметров трубы.

$$\Gamma_{\min} = 3d$$

Например: для гибки трубы диаметром 100 мм под углом 90°

$$L = 90 \times 100 / 15 = 600 \text{ мм}$$

$$\Gamma_{\min} = 3 \times 100 = 300 \text{ мм}$$



а - по шаблону, б - в трубном прижиме; 1 - песок, 2 - отверстия для выхода газа, 3 - пробка.

Рисунок 10 - Гибка трубы в горячем состоянии

Перед выполнением гибки размечают мелом нагреваемый участок трубы. Процесс гибки изображен на рисунке 54, б. Источник нагрева - открытое пламя

газовой горелки. Многократный нагрев изгибаемого участка трубы не допускается из-за опасности появления окалины.

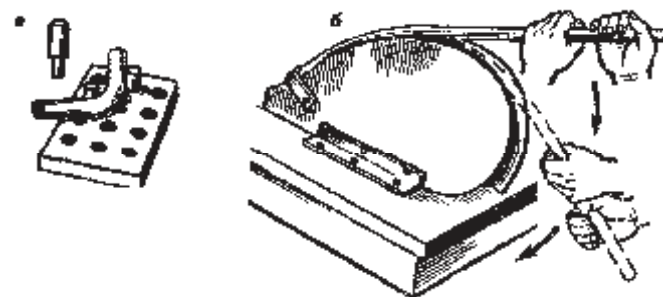
При гибке шовных труб шов располагают на выпуклой стороне, так как при другом положении он может разойтись. При гибке труб из коррозионностойких сталей и алюминиевых сплавов применяют нагрев токами высокой частоты (ТВЧ). Температура нагрева ТВЧ 950...1100°C — для стали Х18Н10Т и 460...480°C - для АМг.

3.3 Гибка труб в холодном состоянии

Для уточнения размеров изогнутых труб выполняют рабочие образцы или шаблоны из проволоки или трубы с наружным диаметром 6 мм. Изогнутые трубы сверяют с шаблонами.

Гибка стальных труб небольших диаметров (до 10...15 мм) может выполняться вручную на плитах, в отверстия которых устанавливают штыри, служащие упорами (рисунок 11, а). При этом, без наполнения, обычно гнут трубы диаметром до 12 мм с толщиной стенки 0,6...1,2 мм с радиусомгиба более 3,5 наружных диаметров.

Трубы диаметром до 20 мм изгибают в приспособлении (рисунок 12). Приспособление имеет ролик-шаблон и подвижный ролик, закрепленный в скобе приспособления так, что при движении рукоятки может перемещаться вокруг шаблона по дуге в пределах угла 270°.



а - на штырях, б - в неподвижной оправке.

Рисунок 11 - Гибка трубы в холодном состоянии

Радиус загиба трубы определяется размерами ролика-шаблона, а угол загиба выбирается от 0 до 270°. Приспособление крепится к верстаку.

Трубы диаметром до 40 мм с большими радиусами кривизны гнут в неподвижных оправках (рисунок 11, б). Гибочная оправка 4 скобами 2 крепится к верстаку 1. Трубу для гибки прижимают к оправке хомутиком 3.

Трубы больших диаметров гнут на гибочных станках (рисунок 57). Радиус загиба трубы определяется положением верхнего ролика по отношению к нижним. Станки требуют тщательной настройки.

В авиационном производстве применяют гибку труб с растяжением. Растягивающие усилия вызывают пластические деформации металла. Гнутые таким способом трубы имеют высокую прочность и меньшую массу.

Широко применяется гибка труб различного диаметра с гибкой оправкой, вводимой внутрь трубы. Гибкая оправка калибрует внутренний диаметр трубы и не препятствует ее изгибу.

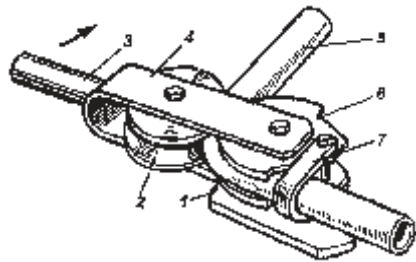


Рисунок 12 - Гибка трубы в холодном состоянии в приспособлении
1 - плита, 2 - подвижный ролик, 3 - рукоятка, 4 - скоба, 5 - труба, 6 - ролик-шаблон, 7 - хомутик.

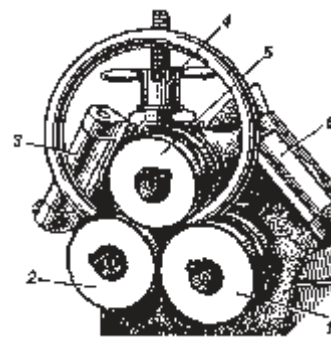


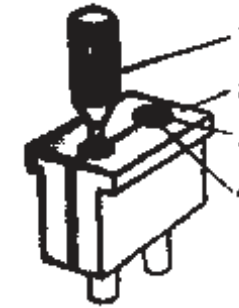
Рисунок 13 - Гибка трубы в кольцо
1, 2 - нижние ролики, 3, 6 - прижимы, 4 - рукоятка, 5 - верхний ролик

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

температуре 350...400°C. Допустимую овальность сечения трубы после гибки контролируют стальными шариками, которые должны свободно прокатываться через участки загиба.

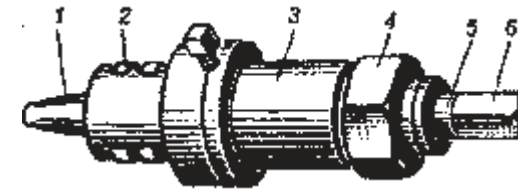
3.4 Развальцовка труб

Заключается в увеличении диаметра конца трубы или придании ему конической формы. Применяется при подготовке труб к образованию разъемных и неразъемных соединений.



1 - оправка, 2 - инструмент (вальцовка), 3 - коленная втулка, 4 - конец трубы.

Рисунок 14 - Развальцовывание трубы в слесарных тисках



1 - конус, 2 - ролики, 3 - корпус, 4 - гайка, 5 - стержень, 6 - головка.

Рисунок 15 - Специальная вальцовка

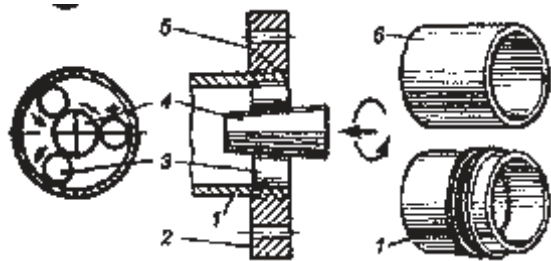


Рисунок 16 - Схема развальцовывания

1 - конец трубы, 2 - фланец, 3, 4 - ролики, 5 - канавки, 6 - труба до вальцевания, 7 - труба после вальцевания.

Трубы диаметром до 18 мм развальцовывают в оправках ударным способом (рисунок 14).

Трубы большего диаметра развальцовывают в специальных вальцах (рисунок 15).

Рабочими элементами здесь являются вращающиеся ролики. Схема развальцовок показана на рисунке 16.

3.5. Брак

Вид	Причины
При гибке полосового, круглого металла и профилей Косые загибы и повреждение поверхности	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ошибки при разметке; ➤ Неправильное крепление деталей; ➤ Неправильное нанесение ударов
При гибке труб Овальность труб и гофр на вогнутой стороне трубы	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Отсутствие наполнителя; ➤ Неаккуратное наполнение труб; ➤ Низкая температура нагрева трубы при
При развальцовке труб Разрывы расширяемой части трубы	Малая пластичность материала трубы (не выдержан температурный режим отжига)

3.6 Безопасность труда

- Прочно закреплять заготовки.
- Работать в спецодежде и только на исправном оборудовании.
- Перед работой на гибочном станке изучить инструкцию.

Контрольные вопросы и задания

1. Почему изогнутая заготовка не принимает исходное состояние?
2. Как деформируются наружный, средний и внутренний слой изогнутой части детали?
3. Почему длину заготовки для изогнутой детали определяют по длине нейтральной линии?
4. Какой припуск оставляют при загибе под прямым углом без закругления?
5. Определить длину нейтральной линии при загибе с радиусом r под углом 45° ; 90° .
6. Определить минимально допустимый радиус гибки дюралюминия толщиной 0,8 мм; латуни толщиной 1 мм,
7. Какими инструментами гнут мягкие и тонколистовые металлы?
8. Как определить длину заготовки для изготовления втулки из листовой стали толщиной 2 мм? Внутренний диаметр втулки 10 мм.
9. Для чего применяют наполнители при гибке труб?
10. Определить длину нагреваемого участка трубы диаметром d при гибке под углом 60° .
11. Определить минимальный радиус гибки трубы диаметром 150 мм с нагревом.
12. Как гнут трубы, имеющие сварочный шов на боковой поверхности?
13. Какие трубы гнут в холодном состоянии без наполнителя?
14. Температура отжига медных труб перед гибкой: $300\text{--}400^\circ\text{C}$; $550\text{--}600^\circ\text{C}$; $600\text{--}700^\circ\text{C}$; $750\text{--}800^\circ\text{C}$ (нужное подчеркнуть).
15. Как проконтролировать овальность трубы после гибки?
16. Развальцовка трубы — это... (продолжить).
17. Виды брака при гибке труб.

ТЕМА 5 - РЕЗКА МЕТАЛЛА

1. Сущность и способы резки. Резка ножницами.

2. Резка ножовкой. Особенности инструмента и правила работы.

3. Резка сортового, листового металла и труб. Механическая резка.

Безопасность труда

1. СУЩНОСТЬ И СПОСОБЫ РЕЗКИ.

РЕЗКА НОЖНИЦАМИ

1.1 Сущность и способы резки

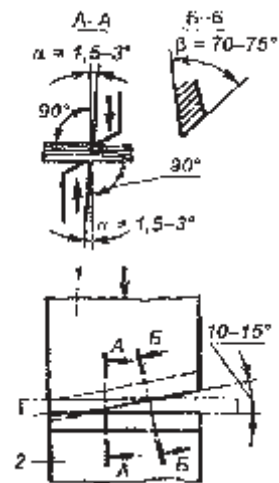
РЕЗКА, или разрезание - отделение части (заготовок) от сортового, листового и других материалов или подрезание заготовок - выполняется: без снятия стружки (ручными или механическими ножницами, труборезами, кусачками, штампами); со снятием стружки (ручной ножовкой, на ножовочных, круглопильных и других станках, газовой, электродуговой резкой и другими способами).

Сущность резки ножницами в том, что под давлением пары встречных ножей, металл пластически деформируется и разделяется на части в плоскости движения ножей (рисунок 1). Точка деления металла перемещается вдоль линии разреза от одного края заготовки к другому. Чем тверже разрезаемый металл, тем больше угол заострения лезвия ножа β (бета).

Угол заострения:

- для мягких металлов - 65° ;
- для металлов средней твердости - $70...75^\circ$;
- для твердых металлов - $80...85^\circ$.

Для уменьшения трения ножей о разрезаемый металл лезвиям придают небольшой задний угол, равный $1,5...3^\circ$. Ножи изготавливают из стали У7, У8. Лезвия закаливают до HRC 52-58, отшлифовывают и затачивают.



1 - верхний нож, 2 - нижний нож

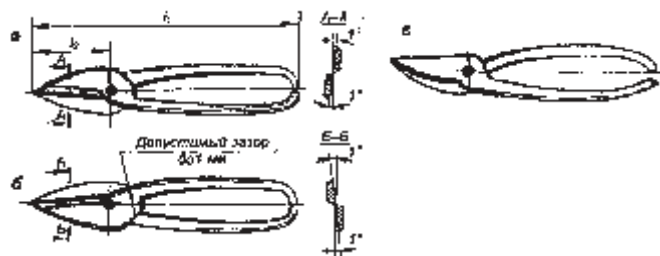
Рисунок 1 - Элементы ножниц.

1.2 Резка ножницами

Ножницы для ручной резки металла могут иметь различное конструктивное исполнение в зависимости от толщины разрезаемого металла.

Резка без снятия стружки ножницами — высокопроизводительная операция, но требует больших усилий. Поэтому применяется, как правило, для резки листового металла. Металлы другого профиля обычно разрезают механическими ножницами.

Ручные ножницы (рисунок 2, а, б, в). Имеют длину L_1 200, 250, 320, 360 и 400 мм, а режущей части L_2 соответственно 55-65, 70-82, 90-105, 100-120 и 110-130 мм.



а - прямые левые, б - прямые правые, в - кривые левые.

Рисунок 2 - Ручные ножницы

Применяют для резки стальных листов толщиной до 0,5-1,0 мм и из цветных металлов до 1,5 мм.

По расположению режущих кромок ножницы делятся на правые (со скосом режущей части с правой стороны) и левые (со скосом режущей части с левой стороны). Правыми ножницами удобно резать по прямой линии и по кривой без закруглений, т. к. постоянно видна разметочная риска. Левые ножницы применяют для резки по правой кромке листа против часовой стрелки. Для резки по дуге с малым радиусом кривизны применяют ножницы с криволинейными лезвиями. Хорошо заточенные и отрегулированные ножницы должны резать бумагу.

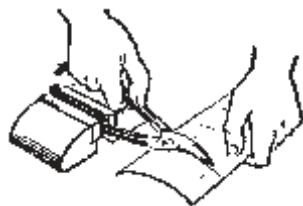
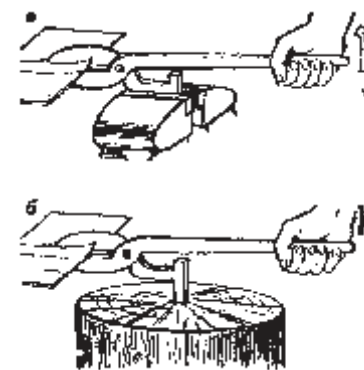


Рисунок 3 - Ручные ножницы, закрепленные в тисках

Стуловые ножницы (рисунок 4, а, б). Имеют, в отличие от ручных, большие размеры и применяются для резки листового металла толщиной до 3 мм. Нижняя ручка жестко крепится в щеках или вбивается. Находят ограниченное применение из-за низкой производительности резки.



а - стуловые, закрепленные в тисках, б - стуловые на деревянном основании.

Рисунок 4 - Стуловые ножницы

Силовые малогабаритные ножницы (рисунок 5).

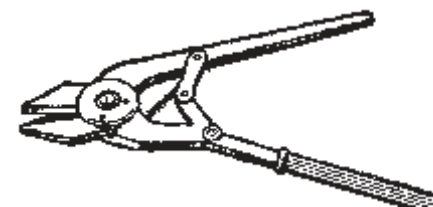
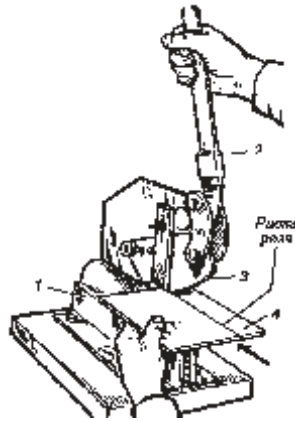


Рисунок 5 - Силовые малогабаритные ножницы

Размеры ножниц не превышают размеры ручных ножниц. Они применяются для резки листовой стали толщиной до 2,5 мм, а со специальным приспособлением (диск 5 с гладким или резьбовыми отверстиями) прутков и болтов диаметром до 8 мм. Ножницы имеют систему рычагов, которые позволяют увеличить усилие на лезвиях в два раза по сравнению с ручными ножницами. При работе рукоятка ножниц закрепляется в тисках.

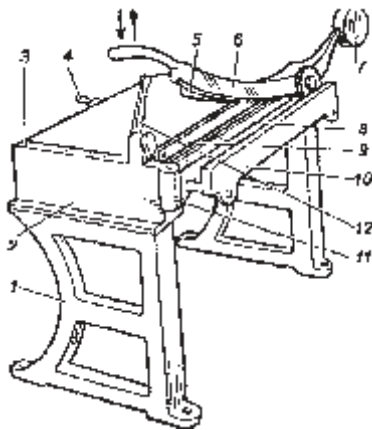
Ручные рычажные ножницы (рисунок 66). Применяются для резки листовой стали толщиной до 4 мм, алюминия и латуни - до 6 мм. Ножи имеют повышенную твердость закалки (до HRC 62...80). Обеспечивают получение реза без вмятин и достаточную точность.



1 - нижний нож, 2 - рычаг, 3 - верхний нож, 4 - разрезаемый лист.

Рисунок 6 - Ручные рычажные ножницы

Маховые (рычажные.) ножницы (рисунок 7).



1 - станина, 2 - стол, 3 - лист, 4, 12 - рукоятки, 5 - подвижный нож, 6 - но- жедержатель, 7 - противовес, 8 - неподвижный нож, 9 - прижимная планка, 10 - упор, 11 - пружинный упор.

Рисунок 7 - Рычажные (маховые) ножницы

Применяются для резки заготовок из листа большой длины толщиной до 1,5-2,5 мм. Резка может выполняться без нанесения разметочных линий. Для этого на станине 1 установлен упор 10, ограничивающий лист. Упор перенастраивается рукояткой 4. В процессе резки лист плотно прижат к неподвижному ножу 8 прижимной планкой 9 с помощью рукоятки 12.

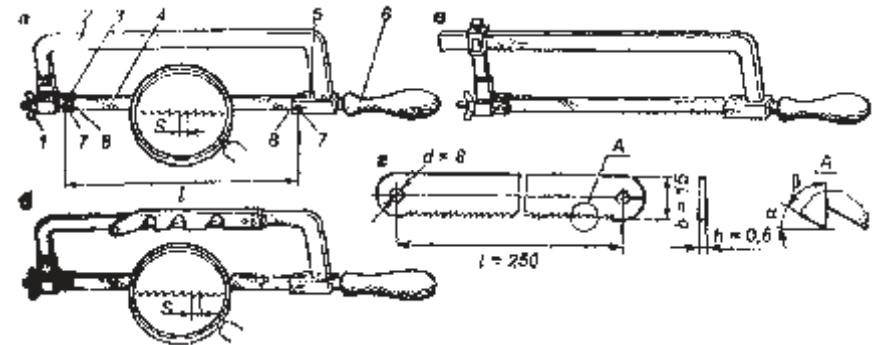
2. РЕЗКА НОЖОВКОЙ

ОСОБЕННОСТИ ИНСТРУМЕНТА И ПРАВИЛА РАБОТЫ

2.1 Ручная ножовка (рисунок 8, а-г)

Предназначена для резки со снятием стружки материалов различного профиля, в том числе и листового.

Рамка (станок) ножовки обычно выполняется раздвижкой под стандартные размеры полотен длиной 250, 300 мм между центрами отверстий для крепления, высотой 13 и 16 мм и толщиной 0,65 и 0,8 мм. Ножовочное полотно устанавливается в прорези подвижной и неподвижной головок и крепится штифтами. Натяжение полотна осуществляется натяжным винтом с гайкой (барашек).



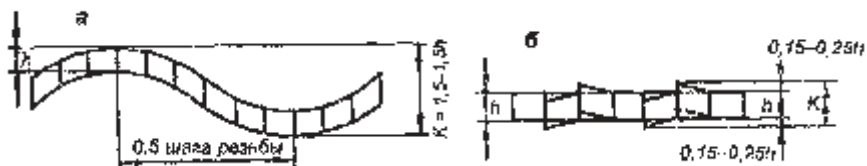
а — цельная, б — раздвижная, в — с передвижным держателем, г — ножовочное полотно; 1 — гайка-барашек, 2 — рамка (станок), 3 — подвижная головка, 4 — ножовочное полотно, 5 — неподвижная головка, 6 — хвостовик с ручкой, 7 — штифты, 8 — прорези.

Рисунок 8 - Ручная ножовка (станок)

Зубья полотна имеют форму клина с углом заострения $\beta = 43-60^\circ$ и задним углом $\alpha = 35...40^\circ$. Задний угол выбран достаточно большим, чтобы образовать межзубное пространство для размещения стружки, снимаемой при рабочем ходе инструмента (рисунок 8, *з*). Передний угол зуба ножовочных полотен может иметь отрицательное значение (для резки твердых металлов). Такие ножовочные полотна более прочны, но менее производительны. Расстояние между режущими кромками соседних зубов — шаг зуба — S у ручных ножовочных полотен может быть 0,8-1,6 мм (рис. 68, а, б). Чем тоньше заготовка, тем мельче должен быть зуб:

- 0,8 мм — для разрезания тонколистового материала и тонкостенных деталей;
- 1 мм — для резки кабелей, тонкостенных труб, тонкого сортового проката;
- 1,25 мм — для профильного проката, труб, заготовок из цветных металлов;
- 1,6 мм — для резки заготовок из стали и чугуна. Чтобы облегчить резание, зубья ножовочных полотен

отгибаются в стороны - разводятся. При этом ширина реза превышает толщину полотна в 1,25-1,5 раза. Для полотен с шагом зуба 0,8 и 1 мм применяют разводку по полотну (волнистая разводка). Для полотен с большим шагом - разводка по зубу (рисунок 9 а, б). Ручные ножовочные полотна изготавливают из стали марок Р9 и Х6ВФ.



а — по полотну, *б* — по зубу; *h* — толщина полотна, *K* — ширина реза.

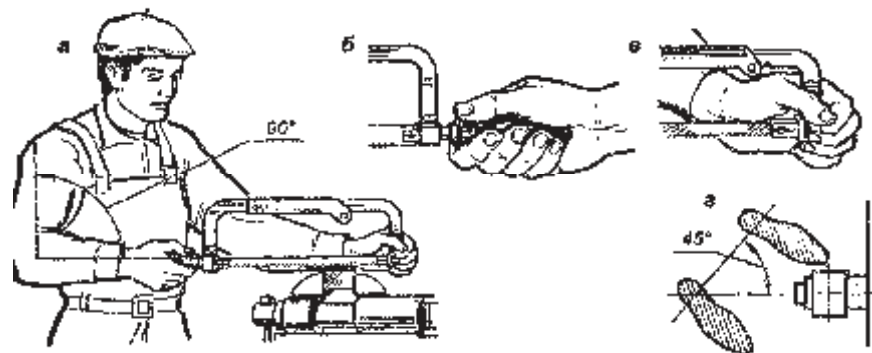
Рисунок 9 - Схема разводки полотна

2.2 Правила резки

- Разрезаемая заготовка надежно крепится в тисках (разметочная линия в 15-20 мм от губок), так как смещение ее при работе может привести к поломке ножовочного полотна.

- Ножовочное полотно крепится в рамке так, чтобы зуб резал при движении ножовки вперед и хорошо натягивается. При слабом натяжении полотна линия реза уходит в сторону, при сильном натяжении - малейший перекос рамки может вызвать поломку полотна.

- Положение рук при работе и стойка рабочего показаны на рисунке 70. Для снижения утомляемости при работе угол между плечом и предплечьем руки должен быть около 90° . Для этого необходимо контролировать высоту закрепляемой заготовки по отношению к корпусу. При рабочем ходе инструмента нажимают на ножовку обеими руками - большая часть усилия левой руки расходуется на нажим, а правой руки - на поступательное движение ножовки. Обратный ход ножовки - вспомогательный, без нажима.



а — корпуса и ножовки, *б* — правой руки, *в* — левой руки, *г* — ног.

Рисунок 10 - Положение при работе

- Страна резания заготовки выбирается так, чтобы толщина металла по линии резки была не менее двух шагов зуба. Профильный металл (уголки, тавры и т. д.) лучше перезакреплять в процессе резки, чтобы не резать по узкой стороне. В работе должно участвовать все ножовочное полотно. Скорость резки должна составлять 30...60 рабочих ходов в минуту.
- Высокий темп резки приводит к перегреву и быстрому затуплению полотна. Для уменьшения нагрева полотна можно применять минеральное масло или графитовую смазку. Для лучшего направления полотна в начале резки в месте

реза следует сделать неглубокий пропил трехгранным напильником. Перед окончанием распила ослабляют нажим на ножовку и придерживают отрезаемую часть от падения.

➤ Латунь и бронзу режут только новым ножовочным полотном. Даже малоизношенные зубья не снимают стружку из-за низкого коэффициента трения этих сплавов. Притуплённое полотно может быть использовано для резки черных металлов и других материалов.

➤ При выкрашивании хотя бы одного зуба полотна резку надо прекратить, удалить сломанный зуб из пропила и заменить полотно на новое. Можно сточить на заточном станке по 2-3 зуба слева и справа от сломанного и использовать старое полотно.

3. РЕЗКА СОРТОВОГО, ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА И ТРУБ.

МЕХАНИЧЕСКАЯ РЕЗКА.

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

3.1. Резка сортового, листового металла и труб

Резка круглого металла. Выполняют без обламывания отрезаемой части - прорезают пруток по всему сечению или с обламыванием отрезаемой части - в прутке делают надрезы с двух или с четырех сторон, а затем обламывают в тисках или на подкладках ударами молотка. В последнем случае торцы заготовки обычно опиливаются.

Перед началом резки в месте разметки делают неглубокий пропил (1,0-1,5 мм) трехгранным напильником. Полотно смазывают минеральным маслом. При резке мягких металлов пропил не обязателен. В этом случае начальное направление полотна задают прижимая его к ногтю большого пальца левой руки, установленному в месте реза.

Резка квадратного металла. Так же, как и резка круглого, легче выполняется по пропилу трехгранным напильником. Можно применять запиливание металла — наклонять ножовку в начале реза от себя, в сторону дальнего ребра квадрата. По мере врезания полотна наклон его постепенно уменьшается и при выходе реза к ближнему ребру квадрата полотно переводят в горизонтальное положение.

Если глубина пропила превышает высоту рамки ножовки, резку можно продолжить, повернув ножовочное полотно на угол 90°.

Для получения шлицев в станке можно закрепить два ножовочных полотна и выполнить пропил на заданную глубину.

Резка полосового и листового материала. Полосовой и листовой металл обычно режут по узкой стороне. Если толщина листа или пакета листов меньше двух шагов зуба полотна, заготовки зажимают между двумя деревянными брусками и режут вместе с ними.

Резка труб ножовкой. Перед резкой трубу размечают по шаблону, изготовленному из листа жести. Шаблон огибают вокруг трубы и чертилкой наносят риску.

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

Резка труб труборезом. Более производительна, чем ножовкой (рисунок 11).

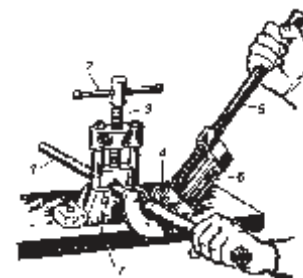


Рисунок 11 – Резка трубы труборезом

1 – труба; 2,5 – рукоятки; 3 – винт; 4 – ролик поджимной;

6 – труборез; 7 – прижим.

Труборезы изготавливают трех размеров под различные диаметры труб:

№ 1 — для труб 1/4-3/4";

№ 2 — для труб 1-2 1/2";

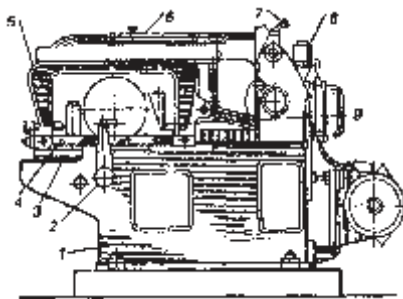
№ 3 — для труб 3-4".

(" — условное обозначение дюйма. 1 дюйм = 25,4 мм). Для резки трубу зажимают в прижиме или тисках с рифлеными сухарями (призмами) так, чтобы линия разметки находилась в 60-80 мм от края губок. Проверяют правильность регулировки роликов трубореза - ролик и установлены правильно, если на трубе остается замкнутая кольцевая линия реза при повороте трубореза на один оборот вокруг трубы. При резке рукоятку трубореза перемещают в плоскости, перпендикулярной оси трубы (на поворота в одну и другую сторону). После каждого движения винт трубореза подтягивают на 1/4 оборота. Места реза смазывают минеральным маслом для охлаждения роликов.

3.2 Механическая резка

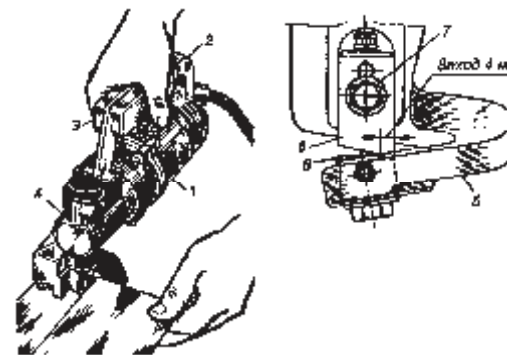
Для ускорения процесса резки применяют механические, электрические и пневматические ножовки и ножницы, дисковые пилы и другое универсальное или специальное оборудование.

Резку *сортового и профильного металла* с наибольшим размером сечения до 250 мм выполняют на ножовочных станках типа 8Т2А (рисунок 12).



1 - станина, 2 - упор, 3 - стол, 4 - ножовочное полотно, 5 - тильная рама, 6 - рукав (хобот), 7 - выключатель, 8 - кнопка (пуск – стоп) 9 - машинные тиски

Рисунок 12 - Ножовочный станок 8Т2А



1 - электродвигатель, 2- рукоятка, 3 - выключатель, 4 - редуктор, 5 - скоба, 6 - верхний нож, 7 - эксцентрик, 8 - нижний нож.

Рисунок 13 – Электрические ножницы С-424

Станок имеет гидравлический привод подъема и опускания пильной рамы и электропривод- поступательного движения ножовочного полотна. В зависимости от твердости разрезаемого металла число двойных ходов полотна в минуту регулируется от 85 — для твердых металлов до 110 — для мягких металлов, точность резки 2 мм. Станок комплектуется различными по форме губок тисками: плоскими — для закрепления заготовок сечением от 40 до 250 мм; V-образными — для заготовок круглого сечения диаметром 15-120 мм; специальной формы — для одновременного закрепления нескольких заготовок малого диаметра. Тиски могут разворачиваться в горизонтальной плоскости на угол до 45°.

Резку *листовой стали* толщиной до 2,7 мм выполняют электрическими ножницами типа С-424 (рисунок 13). Производительность электроножниц, в зависимости от толщины листа и свойств металла, до 3-6 м/мин.

Удобны для резки по прямой линии и по кривым с различными радиусами кривизны. Перед резкой необходимо по таблице определить величину зазора между ножами ножниц, в зависимости от толщины листа, и установить его с помощью щупа:

- при толщине листа 0,5-0,8 мм зазор 0,03-0,04 мм;
- при толщине листа 1,0-1,3 мм зазор 0,06-0,08 мм;

➤ при толщине листа 1,6-2,0 мм зазор 0,10-0,13 мм.

Режущие кромки ножей необходимо периодически смазывать маслом.

Абразивная резка. Для разрезания профилей размером 200 x 200 мм и труб диаметром до 600 мм с помощью абразивных дисков. Абразивные диски изготавливают из электрокорунда, карбида кремния и алмаза. Основными достоинствами абразивной резки являются: высокая производительность, возможность резки материалов высокой твердости, малая ширина реза (малый расход металла); более высокая точность и качество поверхности. Резка может выполняться с подачей охлаждающей жидкости. Это позволяет продлить срок службы абразивного диска, но несколько уменьшает скорость резания. Для резки металлических конструкций, толстых листов металла и профилей применяют также электрическую дугу, газовые и плазменные горелки, лазерные установки. Последние позволяют повысить скорость и качество резки.

3.3 Безопасность труда

- При резке ножницами оберегать руки от ранения о заусенцы. Применять рукавицы.
- При резке ножовкой надежно закреплять заготовки в тисках или прижимах.
- Не сдвигать опилки и не удалять их руками.
- При работе на ножовочных станках: не касаться руками ножовочного полотна при включенном станке; не оставлять станок подключенным при перерывах.
- При работе электроинструментами: работу выполнять в резиновых диэлектрических перчатках и на резиновом коврике; корпус электроинструмента напряжением выше 36 В должен быть заземлен; электропровод электроинструмента должен быть защищен от механических повреждений (проволочная оплетка, резиновая трубка и т. д.).

Контрольные вопросы и задания

1. Почему режущие кромки ножей ножниц наклонены друг к другу, а не параллельны?
2. Показать передний угол у режущих элементах ножниц. Определить пределы изменения угла.

3. Как проверить качество заточки и регулировки ручных ножниц по металлу?

4. Какие ножницы можно применить для резки стального листа толщиной: 1,0 мм; 1,5 мм; 2,0 мм; 3,0 мм?

5. Почему задний угол а зубьев ножовочного полотна 35-40°, если известно, что это приводит к уменьшению угла заострения зуба и снижению его прочности?

6. Что такое шаг зуба ножовочного полотна? Величина шага зуба у ручных полотен.

7. Почему ножовочное полотно не застревает в разрезаемом металле?

8. Как выбрать шаг ножовочного полотна для резки различных металлов?

9. Почему латунь и бронзу следует резать только новым полотном?

10. Какой шаг зуба полотна следует выбрать для резки стального листа толщиной 2,5 мм?

11. Как ножовкой разрезать лист толщиной 1,0 мм?

12. Зачем нужна смазка зубьев ножовочного полотна при работе?

13. Как проверить правильность регулировки трубореза перед работой?

14. На каком расстоянии от края губок тисков или прижима должна быть линия разметки при резке трубы ножовкой и труборезом?

15. Как обеспечить врезание полотна в начале резания ножовкой?

ТЕМА 6 - ОПИЛИВАНИЕ МЕТАЛЛА

1. Назначение операции. Напильники и их классификация.
2. Классификация напильников по форме насечки, крупности насечки, форм сечения бруска и назначению.
3. Содержание напильников. Подготовка к опиливанию.
4. Приемы и виды опиливания.
5. Механизация опилочных работ. Брак. Безопасность труда

1. НАЗНАЧЕНИЕ ОПЕРАЦИИ.

НАПИЛЬНИКИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

1.1. Назначение операции

ОПИЛИВАНИЕ — это операция по снятию напильником небольшого слоя материала вручную или на опилочных станках. С помощью напильников можно обрабатывать наружные и внутренние поверхности деталей любой формы. Точность обработки опилением составляет от 0,5 до 0,05 мм, в отдельных случаях до 0,001 мм.

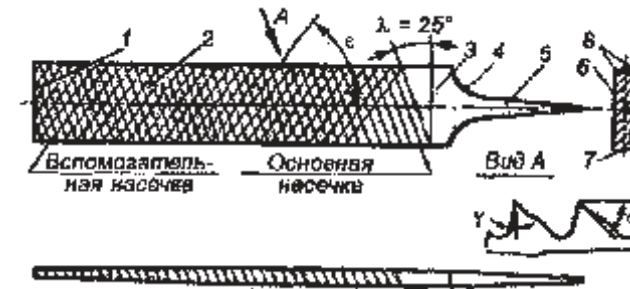
Чистота обработки $R_z = 320 \dots 80$ мкм,

Припуск на обработку от 0,5 до 0,025 мм.

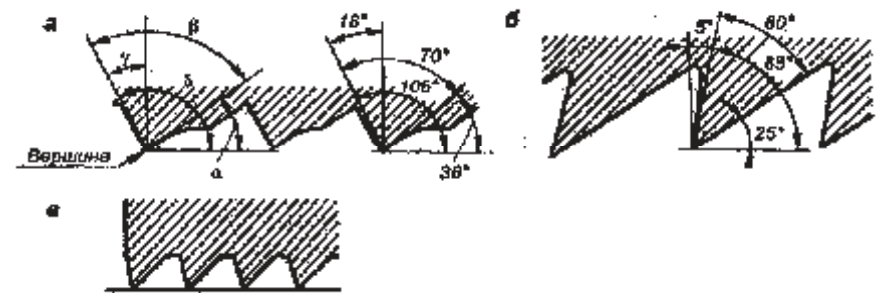
Операция широко применяется слесарями-сборщиками и слесарями-монтажниками для выполнения пригоночных работ при сборке и монтаже оборудования, а также для изготовления деталей в условиях единичного производства и ремонта.

1.2 Напильники и их классификация

Слесарный напильник представляет собой стальной брусок определенного профиля и длины, имеющий рабочую часть и хвостовик (рисунок 1). На одной или нескольких поверхностях рабочей части выполнены зубья.



1 — носок, 2 — рабочая часть, 3 — ненасеченный участок, 4 — запlechик, 5 - хвостовик, 6 — широкая сторона, 7 — узкая сторона, 8 — ребра
Рисунок 1 - Напильник слесарный общего назначения



а — насечные; б — полученные фрезерованием или шлифованием; в — полученные протягиванием

Рисунок 2 – Зубья напильника

(насечки) напильника, являющиеся режущими элементами инструмента (рисунок 2).

Зубья получают накатыванием, на зубонасекательных станках, фрезерованием, протяжкой, шлифованием. Любой из этих способов позволяет получить насечку определенного профиля. Накатывание и нарезание не обеспечивают высокую точность профиля зуба, но наиболее дешевы.

Напильники изготавливают из стали У10А, У13А и после нанесения насечки подвергают термической обработке (закачивают). Напильники классифицируют:

- по форме насечки;

- по крупности зуба (шагу зуба);
- по форме бруска;
- по назначению.

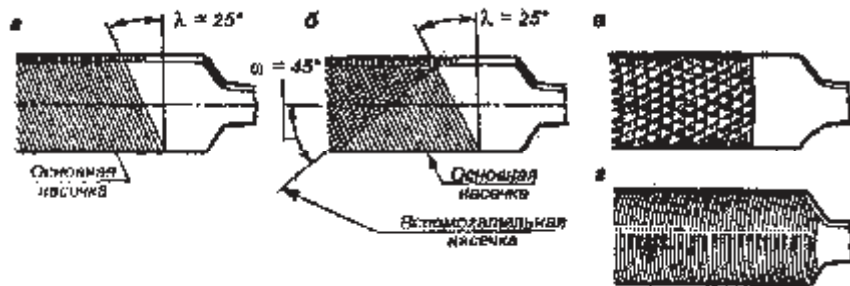
2 КЛАССИФИКАЦИЯ НАПИЛЬНИКОВ

2.1 По форме насечки

По форме насечки различают напильники с одинарной (простой) (рисунок 3, а), с двойной (перекрестной) (рисунок 3, б), с рашпильной (точечной) (рисунок 7б, в) и с дуговой насечкой (рисунок 3, г).

Одинарная насечка наносится под углом 25° к оси напильника. Она позволяет снимать ровную стружку шириной, равной ширине бруска напильника. Насечку применяют для обработки мягких металлов (медь, бронза, латунь, алюминий, баббит и др.), а также неметаллических материалов с малым сопротивлением резанию.

Двойная насечка получается после нанесения на основную, расположенную под углом 25° к оси напильника, менее глубокой — вспомогательной насечки под углом 45°



а – Одинарная (простая); б – двойная (перекрестная); в – рашпильная; г - дуговая

Рисунок 3 – Виды насечек напильника

к оси напильника. Вспомогательная насечка разрубает основную на большое количество зубьев по ширине бруска, что приводит к измельчению снимаемой стружки.

Так как шаг зуба у вспомогательной насечки меньше, чем у основной, зубья располагаются друг за другом по прямой, составляющей с осью напильника угол

5° . Поэтому при работе напильника зубья перекрывают друг друга, уменьшая шероховатость обрабатываемой поверхности. Применяют для обработки стали, чугуна и других материалов с большим сопротивлением резанию.

Рашпильная (точечная) насечка представляет собой отдельные зубья, расположенные на бруске в шахматном порядке. Применяется для обработки очень мягких металлов и неметаллических материалов (кожи, резины и др.).

Дуговая насечка, как и одинарная, применяется для обработки мягких металлов (медь, дюралюминий и др.). Изготавливается фрезерованием, имеет небольшой угол заострения (см. рисунок 2 б), обеспечивает высокую производительность и повышенное качество обработки поверхности.

2.2. По крупности зуба

(по числу насечек на 10 мм длины бруска напильника)

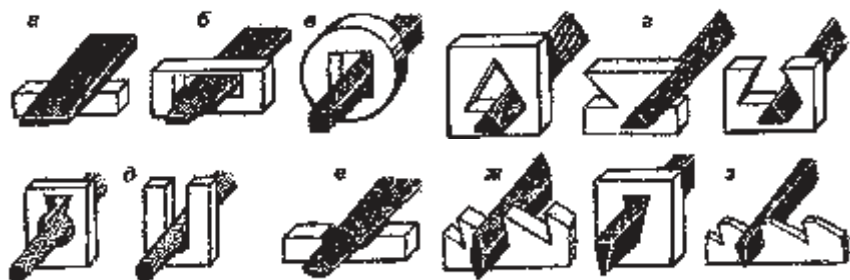
	Драчевые	Личные	Бархатные
№ насечки	0; 1	2; 3	4;5
Число насечек на 10 мм длины	4...11	12...23	>28
Назначение	Грубое опиливание	Чистовое опиливание	Отделка поверхности
Снимаемый слой металла, мм	1,0	0,3...0,02	0,01...0,02
Точность обработки, мм	0,1...0,2	0,02...0,05	0,01...0,001

2.3 По форме сечения бруска

А — плоские; б — плоские остроносые — для опиливания наружных или внутренних плоских поверхностей, пропиливания шлицев и канавок; в — квадратные напильники — для расширения прямоугольных и многоугольных отверстий, опиливания узких наружных поверхностей; г — трехгранные напильники — для опиливания углов 60° и более в отверстиях, пазах, канавках, а также, для заточки пил по дереву; д — круглые напильники — для распиливания круглых и овальных отверстий, вогнутых поверхностей небольшого радиуса; е —

полукруглые напильники — для опилования плоских поверхностей и углов более 30° (плоской стороной), криволинейных поверхностей большого радиуса (выпуклой стороной); ж — ромбические напильники — для опилования углов и пазов более 15% зубьев зубчатых колес, снятия заусенцев с деталей после обработки; з — ножовочные напильники — для опилования углов и пазов с углом меньше 15°. Изготавливаются только по заказу.

Ромбические и ножовочные напильники изготавливают только личные и бархатные. Длина бруска напильника может быть от 100 до 500 мм. Ромбические напильники могут иметь длину 100...250 мм, а ножовочные 100...315 мм. При обработке крупных деталей длину напильника берут на 150...200 мм больше длины детали.



а, б - плоские, в - квадратные, г - трехгранные, д - круглые, е - полукруглые,
ж - ромбические, з - ножовочные

Рисунок 4 - Напильники по форме сечения

2.4 По назначению

Общего назначения — для слесарных работ.

Специального назначения:

— Для обработки цветных сплавов (бронзы, латуни) имеют двойную насечку № 1, форма сечения плоская. Насечка более глубокая и острая, это обеспечивает более высокую производительность. Углы основной и вспомогательной насечек приведены в таблице.

Материал	Бронза		Латунь		Дюралюминий	
	основная	вспомог.	основная	вспомог.	основная	вспомог.
Угол насечки, град.	60	45	85	30	60	50

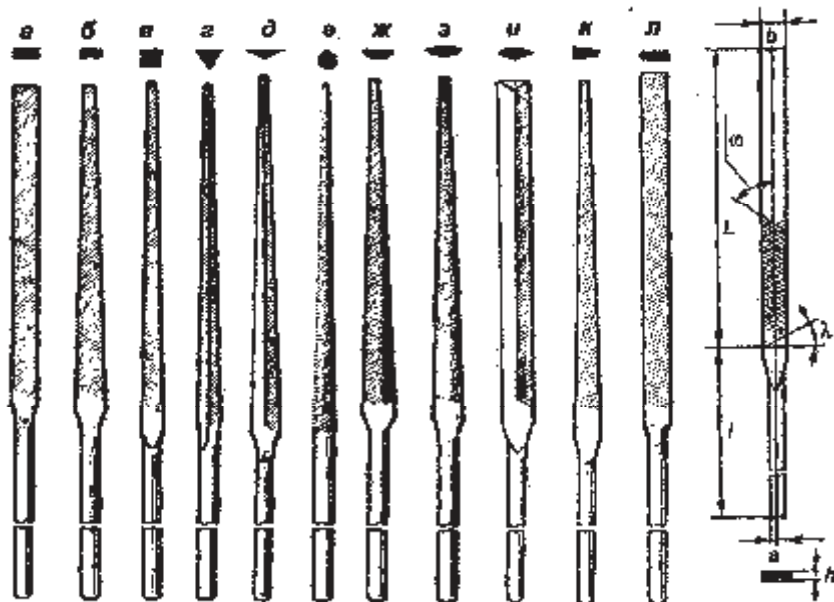
На хвостовиках напильников наносится маркировка — ЦМ.

➤ Для обработки изделий из легких сплавов и неметаллических материалов (алюминий, дюралюминий, медь, баббит, свинец, пластмасса, гетинакс, текстолит, оргстекло, дерево, резина и т. д.) — не имеют хвостовиков, выпускаются в виде плоского бруска 4 x 40 x 360 мм с односторонней дуговой насечкой, крепятся в специальных державках. Производительность обработки в два-три раза выше по сравнению с драчевыми напильниками общего назначения.

➤ Тарированные напильники применяются для определения твердости поверхностей деталей после закалки в местах, недоступных для контроля специальными приборами (боковой профиль зуба зубчатого колеса, режущая часть фрезы и т. д.). Тарируются на определенную твердость, в зависимости от твердости контролируемой детали (путем закалки до требуемой твердости).

➤ Алмазные напильники для обработки и доводки твердосплавных частей инструментов и штампов. Имеют различные формы сечения бруска. На рабочую поверхность наносится алмазный порошок различной зернистости.

Надфили — небольшие напильники для лекальных, гримерных, ювелирных работ; для обработки малых



а — плоские тупоносые, б — плоские остроносые, в — квадратные, г — трехгранные, д — трехгранные односторонние, е — круглые, ж — полукруглые, з — овальные, и — ромбические, к — ножовочные, л — пазовые; L — рабочая часть, l — длина ручки, d — диаметр ручки, b — ширина надфиля, h — толщина надфиля.

Рисунок 5 - Надфили

отверстий, углов и т. д. длиной 80, 120 и 160 мм (рисунок 5). Имеют такую же форму и материал, как и слесарные напильники и перекрестную насечку с углом 25° — основную, с углом 45° — вспомогательную. По крупности зуба подразделяются на пять номеров с № 1 по № 5 с числом насечек от 20 до 112. Номер насечки наносится на рукоятку надфиля. Надфили могут иметь напыление из алмазного порошка. Применяются также, как и алмазные напильники.

Рашпили — по форме сечения подразделяются на плоские, полукруглые и круглые. Имеют насечку № 1 и № 2. Длина бруска от 250 до 350 мм; Могут иметь комбинированную насечку (№ 1 и № 2 или рашпильная или двойная драчевая) на одной рабочей поверхности инструмента.

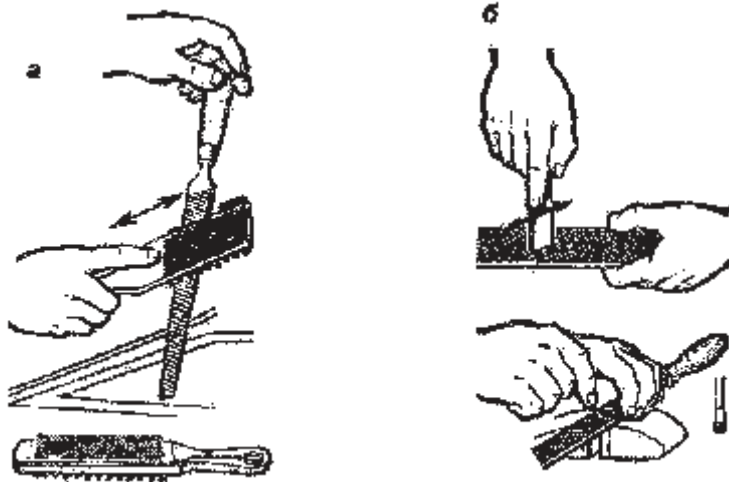
Машинные напильники подразделяются на: стержневые — для опилочных станков с возвратно-поступательным движением; вращающиеся напильники (борнапильники) — для обработки фасонных поверхностей; дисковые напильники — для зачистки отливок, поковок снятия заусенцев. Имеют диаметр 150-200 мм и толщины 15...20 мм; пластинчатые напильники — бруски прямоугольного или круглого сечения, закрепляемые заклепками на бесконечной ленте.

3. СОДЕРЖАНИЕ НАПИЛЬНИКОВ. НАСАДКА РУКОЯТОК НАПИЛЬНИКОВ. ПОДГОТОВКА К ОПИЛИВАНИЮ

3.1 Содержание напильников

При работе напильниками следует соблюдать следующие правила:

- Предохранять напильники от ударов, так как могут быть повреждены зубья. Для этого напильники хранят на деревянных подставках или в ячейках на дверцах верстаков, не допуская их соударения между собой.
- Не допускать попадания на напильники влаги. Возникающая при этом коррозия приводит к снижению прочности рабочей поверхности. Новый напильник имеет светло-серый цвет. Если рабочая поверхность напильника имеет темный цвет — это свидетельствует о начале коррозии или плохой закалке напильника.
- «Оберегать напильники от попадания масла и наждачной пыли. Не протирать поверхность напильника рукой, так как на руках всегда имеется жировая пленка. Замасленные напильники скользят по обрабатываемой поверхности. Наждачная пыль забивает впадины зубьев и затупляет режущие кромки — напильник плохо снимает стружку.
- Перед обработкой мягких и вязких металлов рабочие поверхности напильников следует натирать мелом — стружка не будет забивать впадины зубьев.
- Напильники меньше изнашиваются, если перед обработки ржавых заготовок предварительно удалить ржавчину с помощью металлической щетки или шлифовальной машинки.



а – кордовой щеткой

б – скребком из мягкого металла

Рисунок 6 – Чистка напильника

➤ Нельзя обрабатывать напильником материалы, твердость которых равна или выше твердости напильника — это вызывает затупление и выкрашивание зубьев. Твердый слой (литейную корку, наклеп, поверхностную закалку) можно срубить зубилом или снять абразивным кругом и только после этого опиливать заготовку.

➤ Новым напильником (как и ножовочным полотном) лучше обрабатывать цветные металлы, а после некоторого затупления — твердые металлы. Это продлит срок эксплуатации напильника.

➤ Периодически очищать рабочие поверхности напильника от забившейся стружки. Чистят напильники кордовой, а затем щетинной щеткой вдоль насечки. Плотно забитую стружку можно удалять скребком из цветного металла (рисунок 79). Нельзя применять щетки из твердой стальной или медной проволоки. Сильно замасленные напильники моют в керосине или бензине. Незначительные масляные пятна можно убрать, натирая поверхность напильника куском березового угля с последующей чисткой щеткой.

3.2 Насадка рукояток напильников

Рукоятки напильников изготавливают из древесины лиственных пород деревьев (береза, клен, ясень) или прессованной бумаги. Поверхность рукоятки должна быть гладкой, отполированной, без трещин. Длина рукоятки выбирается в соответствии с длиной напильника (см. табл.).

Длина напильника, мм	Длина рукоятки, мм
100	96
150-200	105
250-310	113
350-410	124
450-600	135

Диаметр отверстия под хвостовик сверлится не больше ширины средней части хвостовика, а глубина отверстия должна соответствовать длине хвостовика. На передний конец рукоятки насаживают стальное кольцо, предохраняющее рукоятку от раскалывания.

Рукоятки насаживают легкими ударами молотка или головкой рукоятки в верстак. Насадка должна быть плотной, обеспечивающей безопасную работу напильником. Снимают рукоятки двумя-тремя легкими ударами молотка по верхней части кольца. Для удобства работы различными по размерам напильниками с коническими хвостовиками применяют универсальные быстросменные рукоятки. Для закрепления надфилей, имеющих цилиндрические хвостовики, применяют цанговые рукоятки. Рукоятка может обеспечить работу с комплектом надфилей с диаметрами хвостовиков от 3 до 6 мм.

3.3. Подготовка к опиливанию

Выбор напильников. Тип напильника, его длину и номер насечки выбирают в зависимости от формы обрабатываемой поверхности и ее размеров. Длина напильника должна быть на 150 мм больше размера заготовки. Для опиливания тонких пластин, пригоночных и довод-ных работ берут короткие напильники с мелкой насечкой. Для снятия больших припусков выбирают напильники с крупной насечкой длиной 300...400 мм. Для черновой обработки применяют

напильники с насечкой № 0 и № 1. Они снимают припуски до 1 мм с точностью 0,1...0,2 мм. Чистовую обработку выполняют напильниками с насечкой № 2. Припуск оставляют до 0,3 мм, а точность обработки может составить 0,05 мм. Если необходимо получить точность обработки до 0,001 (окончательная обработка и доводка поверхности) берут напильники № 3, 4, 5. Припуск на обработку оставляют 0,01...0,02 мм. Для опиливания тонких заготовок из твердых сталей берут напильники с насечкой № 2. При опиливании цветных металлов напильниками общего назначения применяют напильники с насечкой № 1. Личные и бархатные напильники в этих случаях непригодны.

Подготовка заготовок. Перед обработкой опиливанием с заготовки удаляют грязь, масло, ржавчину, окалину, литейную корку срубают зубилом, абразивным кругом или старым напильником. Опиливаемую поверхность заготовки закрепляют в тисках горизонтально на 8...10 мм выше уровня губок. Если заготовку крепят за обработанные поверхности, на губки тисков надевают нагубники из мягкого материала (медь, латунь, алюминий, мягкая сталь).

4. ПРИЕМЫ И ВИДЫ ОПИЛИВАНИЯ

4.1. Приемы опиливания

Рабочее положение. Для повышения производительности труда при опиливании (снижение утомляемости) и качества работы важно принять правильное рабочее положение (высота тисков по росту, положение корпуса, положение ног, положение рук). Правильное положение работающего позволяет точно выполнять рабочие движения и балансировать усилия, прикладываемые к напильнику.

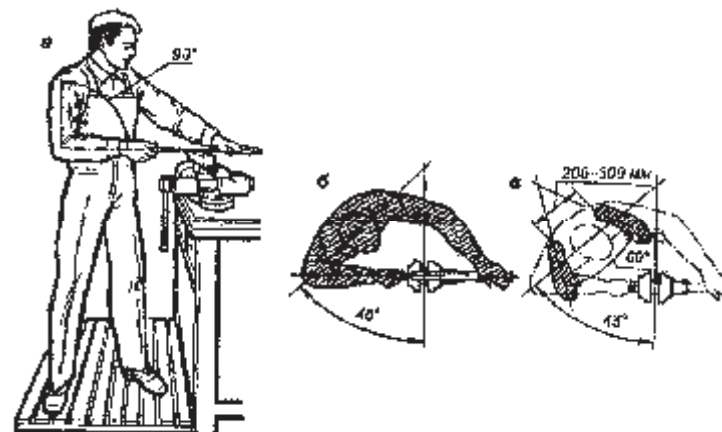


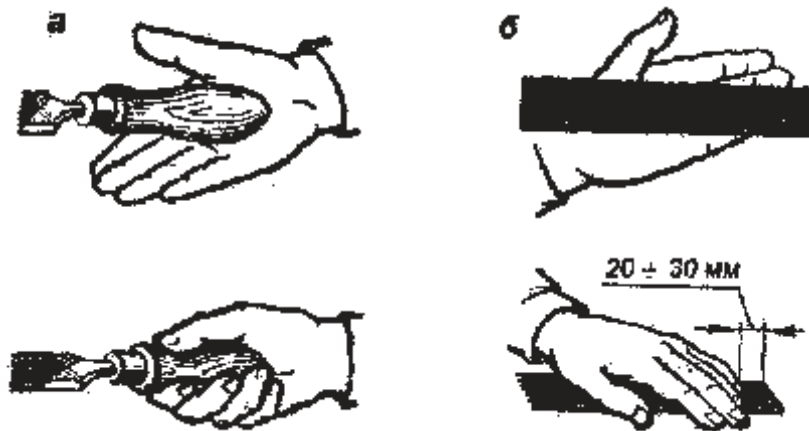
Рисунок 7 - Положение при опиливании
а - корпуса, б — корпуса, развернутого под углом 45° в — ног.

Высота губок параллельных тисков должна быть такой, чтобы вытянутые пальцы руки, установленной локтем на губки, касались подбородка. Рука, согнутая в локте, образует угол 90° между плечом и предплечьем.

Корпус должен быть прямым и развернутым под углом 45° к линии оси тисков.

Расстояние между пятками ступней ног, развернутыми под углом 60°, должно составлять 200...300 мм. Это обеспечивает достаточную устойчивость при работе (рисунок 7, а, б, в).

Положение рук при опиливании показано на рисунке 8, а, б. Необходимо следить за тем, чтобы пальцы правой руки плотно охватывали рукоятку напильника, а левой — не свисали с него. Локоть левой руки должен быть слегка приподнят, правая рука от кисти до локтя должна составлять прямую линию с напильником.

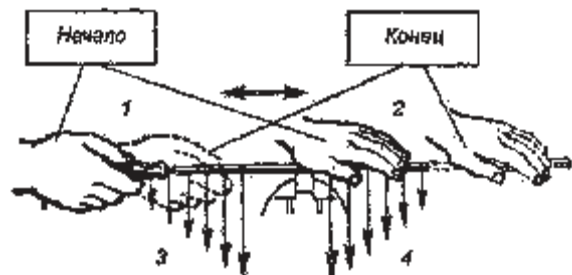


а - правой

б - левой

Рисунок 8 – Положение рук при опиливании

Рабочие движения. Движение напильника должно быть горизонтальным. Усилие к напильнику необходимо прикладывать только при рабочем ходе, правильно балансируя усилия правой и левой рук при перемещении инструмента (рисунок 9). При обратном (вспомогательном) ходе напильник не должен отрываться от обрабатываемой поверхности. Темп опиливания должен составлять 40...60 движений в минуту.

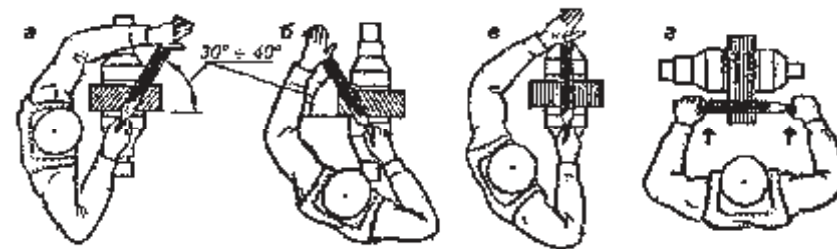


а — начало, б — конец; 1 — движение правой руки, 2 — движение левой руки, 3 — усилие, создаваемое правой рукой постепенно увеличивается, 4 — усилие, создаваемое левой рукой, постепенно уменьшается.

Рисунок 9 - Распределение усилий нажима при опиливании

4.2 Виды опиливания

Опиливание наружных плоских поверхностей. Работая напильником в одном направлении, трудно получать ровную и чистую поверхность. У ближнего и дальнего края поверхности возникают завалы (неплоскостность поверхности) и остаются глубокие штрихи (следы от зубьев напильника) в направлении обработки. Поэтому направление движения напильника должно меняться попеременно (рисунок 10). Сначала обработку ведут слева направо под углом 30...40° к оси тисков (косым штрихом) (рисунок 10, а), затем прямым штрихом поперек заготовки (рисунок 10, б). После этого продолжают опиливание косым штрихом справа налево (рисунок 10, в) и заканчивают прямым штрихом вдоль заготовки (рисунок 10, г).



а — слева направо, б — справа налево (косым штрихом), в — прямым штрихом поперек заготовки, г — прямым штрихом вдоль заготовки.

Рисунок 10 - Опилывание

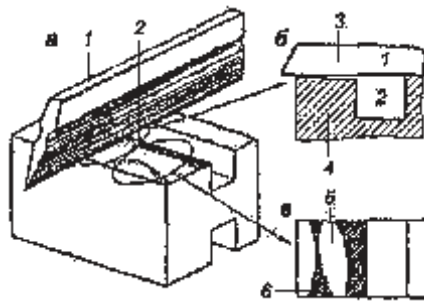
При опиливании плоских поверхностей используют плоские напильники — драчевые и личные. Сначала опиливают одну широкую (базовую) поверхность, затем другую, параллельную первой. Необходимо, чтобы обрабатываемая поверхность находилась в горизонтальном положении.

Проверку прямолинейности (плоскостности) поверхности проводят поверочной (лекальной) линейкой (рисунок 11) двумя способами: «на просвет» (рисунок 11, б) и «на краску» (рисунок 11, в).

При проверке «на просвет» деталь поднимают на уровень глаз, линейку прикладывают ребром перпендикулярно поверхности в двух-трех местах вдоль длинной стороны, затем вдоль короткой — так же в двух-трех местах, и наконец, по одной и другой диагонали. Если просвет между линейкой и проверяемой плоскостью узкий и равномерный — плоскость поверхности обработана удовлетворительно. Во избежание износа линейку не перемещают по поверхности, а отрывают каждый раз, переставляя в нужное положение.

Проверка «на краску» дает более точный и наглядный результат контроля. Для этого на контролируемую поверхность наносят тонкий слой лазури или сажи, разведенной в минеральном масле, затем линейкой слегка притирают ее к контролируемой поверхности. В местах выступов поверхности краска снимается, а во впадинах остается.

Проверку «на краску» можно выполнять с помощью поверочной плиты. В этом случае на рабочую поверхность поверочной плиты тампоном наносят тонкий слой



а — наложение лекальной линейки на контролируемую поверхность; способы проверки: б — «на просвет», в — «на краску»; 1 — лекальная линейка, 2 — контролируемая поверхность, 3 — световая щель, 4 — деталь, 5 — места, очищенные от краски, т. е. горбики, 6 — краска, т. е. впадина.

Рисунок 11 - Проверка прямолинейности

красителя (как и в первом случае), затем прикладывают проверяемую поверхность детали и делают несколько круговых движений. Тщательно опилённая поверхность должна быть равномерно покрыта пятнами краски.

Параллельность двух поверхностей проверяют с помощью штангенциркуля. Результаты замеров должны быть в пределах, указанного на чертеже допуска.

Прямые углы, образуемые опиливаемыми поверхностями, контролируют с помощью угольников «на просвет».

Опиливание криволинейных поверхностей. При опиливании выпуклых и вогнутых поверхностей выбирают наиболее рациональный способ удаления лишнего металла (выпиливание ножовкой, обрубанье и вырубание зубилом, высверливание и т. д.). Во всех случаях необходимо правильно выбирать припуск на опиление.

Слишком большой припуск ведет к большому расходу времени на обработку, а слишком маленький — к браку.

Опиливание поверхностей начинают после разметки — на заготовке должен быть контур обрабатываемой детали.

При опиливании вогнутых поверхностей большую часть металла можно удалить с помощью ножовки или высверлить. Затем полукруглым или круглым драчевым напильником удаляют металл, не доходя 0,3-0,5 мм до размеченного контура. Обработку заканчивают личным напильником. Радиус напильника должен быть меньше радиуса кривизны поверхности. Правильность формы поверхности проверяют по шаблону «на просвет», а перпендикулярность опилённой поверхности торцу заготовки — угольником. Опиливание выпуклых поверхностей выполняют в той же последовательности. При этом обычно применяют плоские напильники.

Отделка поверхностей. В тех случаях, когда требуется высокая точность обработки, поверхности после опиливании подвергаются окончательной отделке бархатными напильниками, полотняной или бумажной шлифовальной шкуркой и абразивными брусками.

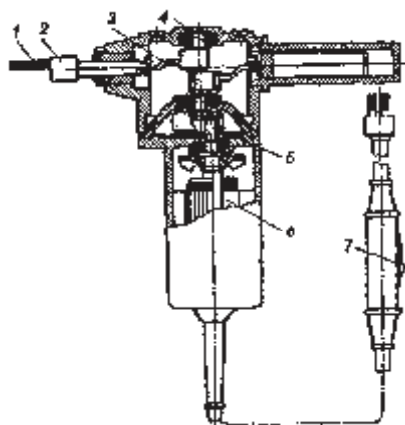
Отделка напильниками выполняется, обычно, круговыми штрихами. Шлифовальные шкурки накладывают на плоские или криволинейные оправки (напильники, деревянные бруски).

5. МЕХАНИЗАЦИЯ ОПИЛОВОЧНЫХ РАБОТ.

БРАК. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

5.1. Механизация опилочных работ

Осуществляется в основном применением ручного электрического и пневматического инструмента, а также, опилочных машин и станков. Для выполнения слесарных и сборочных работ может применяться электрический напильник, показанный на рис. 85. Он приводится в движение электродвигателем переменного тока мощностью 120 вт и обеспечивает возвратно-поступательное движение напильника на длине хода 12 мм с числом двойных ходов 1500 в минуту. Для гашения

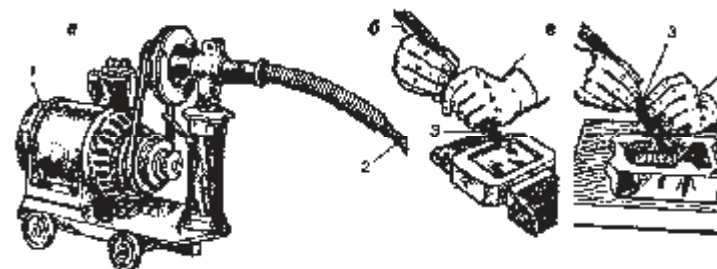


1 — напильник, 2 — патрон, 3 — шатун, 4 — коленчатый вал, 5 — зубчатая передача, 6 — электродвигатель, 7 — кнопка.

Рисунок 12 - Электрический напильник

инерционных сил, возникающих при движении напильника (вибраций) электронапильник имеет балансир, приводимый в возвратно-поступательное движение встречно-противоположно (оппозитно) по отношению к напильнику. Для опиливания внутренних поверхностей деталей сложной формы (штампы, пресс формы и т. п.) применяют универсальные шлифовальные машины (рисунок

12) с гибким валом, имеющим приспособление для крепления вращающихся напильников. Для обработки крупных деталей простой формы, не требующих высокой точности, применяют переносные и стационарные опилочные станки с возвратно-поступательным движением напильника. Их применение, повышает производительность труда в 4...5 раз по сравнению с ручным опиливанием. Отделочные операции могут выполняться ручными дисковыми шлифовальными машинками. Рабочим инструментом является шлифовальная шкурка.



а — шлифовальная машина С-475, б — опиливание, в — обработка фрезями-шарошками; 1 — электродвигатель, 2 — гибкий вал, 3 — державка с инструментом.

Рисунок 13 - Работа на универсальной шлифовальной машине

5.2 Брак

Вид	Причины.
Завалы краев заготовок (неплоскостность поверхности)	➤ Слабые навыки работы напильником (неправильное распределение усилий правой и левой руки)
Вмятины или другие повреждения обработанной поверхности заготовки	➤ Неправильный зажим заготовки в тисках
Неточность размеров опилочной заготовки	➤ Неточная разметка ➤ Неверно выбранный припуск ➤ Неправильно проведенные измерения или неточность измерительного

	инструмента
Задиры и царапины на поверхности заготовки	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Неправильный выбор напильника ➤ Небрежная работа

5.3 Безопасность труда

- Перед работой проверять целостность и надежность насадки рукояток напильников.
- При обратном ходе напильника не поджимать пальцы левой руки под стержень напильника.
- Образовавшуюся стружку не сдувать и не сметать обнаженными руками. Для удаления стружки применять волосяные щетки.

Контрольные вопросы и задания

1. Опиливание выполняют с точностью ... мм.
2. Чистота обработки поверхности опилением Rz ... RA
3. Способы получения зубьев напильников (перечислить).
4. Одинарную насечку применяют для опиления: стали; латуни; бронзы; чугуна; алюминиевых сплавов; кожи (нужное подчеркнуть).
5. Какие металлы опиливают напильниками с двойной насечкой?
6. Напильниками с дуговой насечкой опиливают...
7. Напильниками с рашпильной насечкой опиливают...
8. Как по числу насечек определить драчевые, личные и бархатные напильники?
9. Перечислить формы поперечного сечения напильников.
10. Напильники какой формы применяют для:
 - заточки пил по дереву —
 - опиления зубьев зубчатых колес —
 - опиления внутренних углов <math><15^\circ</math> —
11. Какие отличительные особенности имеют специальные напильники для обработки цветных металлов?

12. Как с помощью напильников определяют твердость материалов деталей?
13. Какие работы выполняют надфилями?
14. Перечислить разновидности машинных напильников.
15. Почему напильники хранят отдельно друг от друга?
16. На что указывает темный цвет рабочей поверхности напильника.
17. Почему рабочая поверхность напильника не должна быть замасленной?
18. Для чего натирают мелом рабочие поверхности напильников?
19. Почему сплавы меди (латунь, бронза) обрабатывают новым напильником?
20. Как проверить плотность насадки ударника молотка?
21. Точность обработки поверхности драчевыми напильниками составляет: 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 мм.
22. Какие напильники общего назначения пригодны для опиления цветных металлов?
23. В каких случаях применяют напильники № 3; 4; 5?
24. Какие напильники применяют для чистовой обработки?
25. При опиливании заготовка должна быть укреплена на... мм выше уровня губок.
26. Как проверить правильность положения по высоте губок тисков при опиливании?
27. Почему движение напильника должно быть горизонтальным?
28. Как избежать неплоскостности опиляемой поверхности?
29. Как проверить плоскостность поверхности?
30. С помощью чего можно выполнить проверку «на краску»?
31. Инструмент для проверки параллельности поверхностей при опиливании.

32. Как проверить точность формы криволинейной поверхности при опиливании?

ТЕМА 7 - СВЕРЛЕНИЕ

1 Сущность сверления. Сверла.

2. Спиральное сверло: режущая часть, затачивание.

3. Ручное и механическое сверление. Сверлильные станки.

4. Крепление деталей для сверления. Крепление сверла.

5. Режимы резания при сверлении и их выбор.

6. Приемы сверления. Особенности сверления сплавов и пластмасс.

Безопасность труда и

1. СУЩНОСТЬ СВЕРЛЕНИЯ. СВЕРЛА.

1.1. Сущность сверления

СВЕРЛЕНИЕМ называют образование отверстий в сплошном материале путем снятия стружки с помощью сверла, совершающего вращательное и поступательное движения. Увеличение диаметра имеющегося отверстия называют рассверливанием. Отверстия из-под сверла применяют для:

- размещения крепежных деталей (винтов, болтов, заклепок, шпилек);
- нарезания внутренней резьбы;
- улучшения качества отверстия с помощью зенкерования и развертывания.
- Точность отверстия из-под сверла - 10 и 11 квалитет. Шероховатость поверхности $R_z = 320 \dots 80$ мкм.

1.2 Сверла

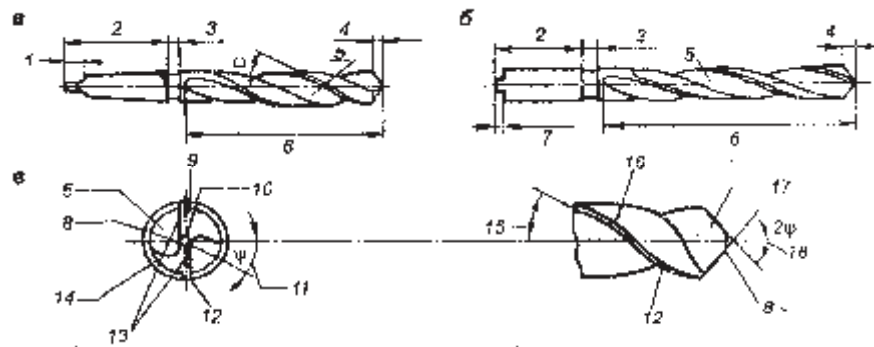
Существуют различные конструкции сверл: перовое, спиральное, центровочное, для глубокого сверления и др. (рисунки 1, 2, 3, 4). Изготавливаются из инструментальных углеродистых, быстрорежущих и легированных сталей. Могут оснащаться пластинками из твёрдых сплавов.

Сверло представляет собой двухзубый (двухлезвийный) размерный режущий инструмент, состоящий из двух основных частей: хвостовика и рабочей части (рисунок 1, *а, б*). Хвостовик сверла предназначен для его крепления. Хвостовики могут быть цилиндрическими — для свёрл диаметром от 0,1 до 20 мм и коническими —

от 6 до 80 мм. Конический хвостовик имеет лапку, фиксирующую сверло от проворачивания и служащую упором при удалении сверла из шпинделя станка

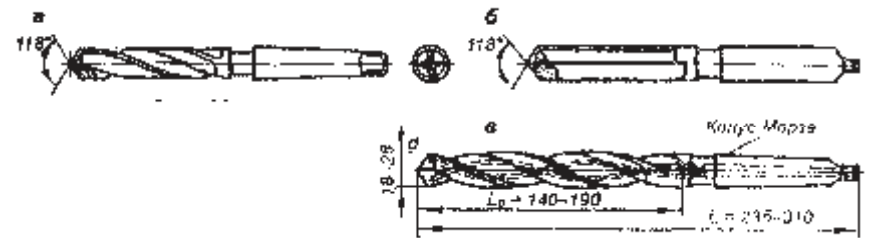
или дрели. Цилиндрические хвостовики могут иметь поводок для дополнительной передачи крутящего момента сверлу от шпинделя.

Рабочая часть сверла состоит из режущей (рисунок 1, в) и направляющей (калибрующей) части. Режущая часть снимает стружку. Направляющая часть отводит стружку на поверхность обрабатываемой детали; направляет сверло вдоль оси отверстия, опираясь на его стенки; служит резервом для переточки инструмента. Для отвода стружки направляющая часть имеет две винтовые канавки (для сверления хрупких материалов иногда применяют более простые сверла — с прямыми канавками). Угол наклона винтовой линии канавки выполняют в пределах от 18 до 45°. Большой угол наклона канавки



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

Рисунок 1 – Спиральные сверла



а — с винтовыми канавками, б — прямыми канавками, в — с каналами для охлаждающей жидкости.

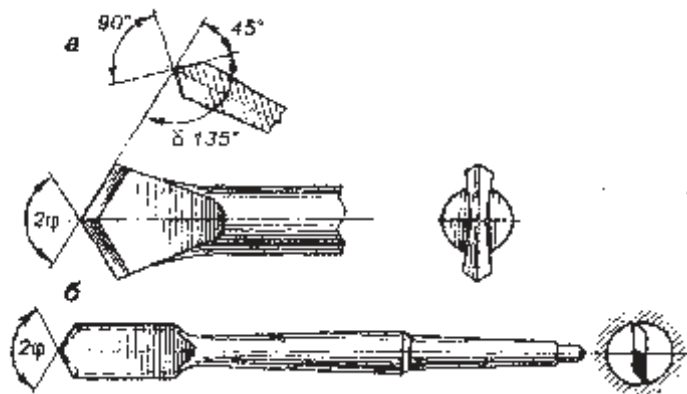
Рисунок 2 - Сверла, оснащенные пластинками из твердого сплава

применяют для сверления мягких материалов. Направление винтовой канавки, обычно правое, — подъем винтовой линии слева вверх направо. При работе сверло опирается на боковые поверхности отверстия двумя винтовыми ленточками, расположенными по задним краям (по направлению вращения) канавок сверла. Ленточка образуется уменьшением диаметра сверла путем удаления металла с большей по ширине части спинки зуба. Для снижения трения сверла ленточка шлифуется, кроме того диаметр рабочей части уменьшается к хвостовику (0,03...0,12 мм на 100 мм длины). Таким образом, при переточке сверла его диаметр уменьшается.

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

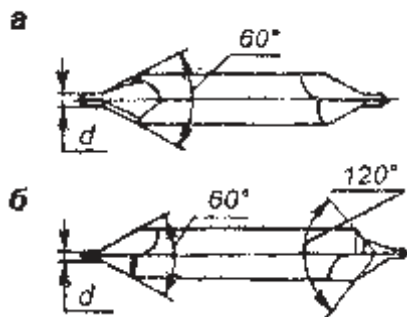
Перовые сверла (рисунок 3) наиболее простые. Из-за низкой точности выполнения отверстий применяются ограниченно для сверления неглубоких отверстий диаметром до 25 мм и отверстий ступенчатой формы.

Центровочные сверла применяют для получения центровых отверстий, являющихся базами при станочной обработке деталей (оси, валы) (рисунок 4). Для ускорения процесса обработки отверстий сверла могут комбинироваться с зенковками, развертками, метчиками. Например, при подготовке отверстий под заклепки с потайными головками в авиационном производстве применяют сверла-зенковки,



a – двухсторонние; *б* - односторонние

Рисунок 3 – Перовые сверла



a - без предохранительного конуса, *б* - с предохранительным конусом.

Рисунок 4 - Центровочные сверла

2 СПИРАЛЬНОЕ СВЕРЛО

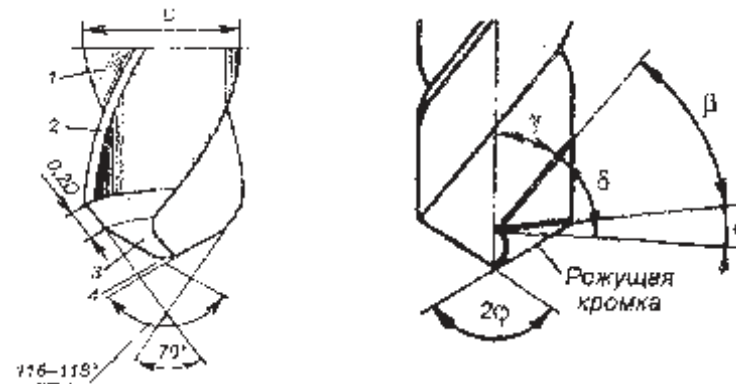
2.1 Режущая часть

Имеет два зуба (клина), образованные передней поверхностью винтовой канавки, встречающей давление стружки, и задней поверхностью зуба, представляющей собой торцевую поверхность рабочей части сверла. Линии пересечения этих поверхностей являются режущими кромками (рисунок 1, *в*). Режущие кромки зубьев соединяются между собой поперечной кромкой-

перемычкой, образованной пересечением задних поверхностей зубьев. Величина перемычки составляет около 0,13 диаметра сверла. Угол наклона перемычки к режущей кромке составляет 55°. Угол между режущими кромками — 2ϕ при вершине сверла (рисунок 1,5, 6) оказывает существенное влияние на процесс резки. С увеличением угла 2ϕ повышается прочность инструмента, но при этом требуется большое усилие для осевого перемещения сверла в направлении образования отверстия (подачи). С уменьшением угла при вершине облегчается процесс резания, но ослабляется режущая часть сверла (см. табл.).

Зуб (клин) спирального сверла имеет определенный угол заострения — ρ и образует при сверлении характерные для резания задний угол α , передний угол — γ и угол резания — δ (рисунок 6). Задний угол изменяется в пределах от 0° — у перемычки, до 20° — у ленточки.

Величина угла заострения — β зависит от выбранных значений переднего и заднего угла т. к. $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$, а также от угла 2ϕ . Поэтому при сверлении твердых



1 — канавка, 2 — режущая кромка,

3 — передняя поверхность,

4 — поперечная кромка (перемычка)

Рисунок 5 - Канавки и режущие кромки

спирального сверла

Рисунок 6 - Углы спирального сверла

Материалы	Значения углов 2φ
Чугун и сталь	116-118
Закаленная сталь, стальные поковки	125
Алюминий, латунь, бронза	130-140
Магниеые сплавы	110-120
Литейные алюминиевые сплавы (силумины)	90-100
Гетинакс, винилласт, пластмассы	60-60

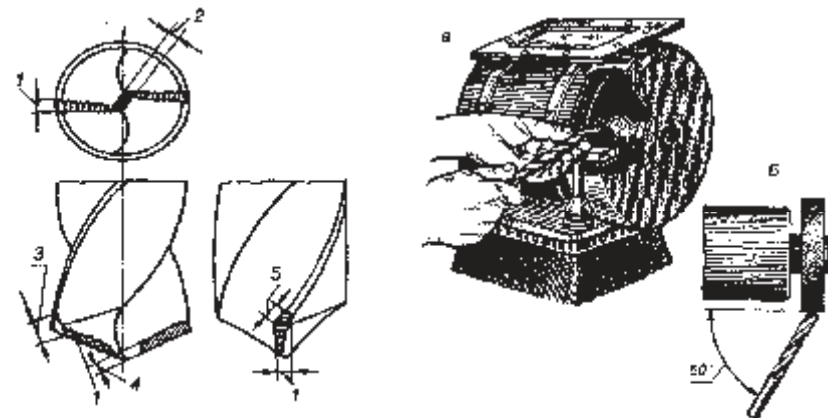
материалов для увеличения прочности сверла (увеличения угла заострения) следует брать сверла с малым углом наклона винтовой канавки (передним углом) и большим углом при вершине сверла — 2φ.

2.2. Заточивание

При работе режущая часть сверла изнашивается. Наибольшему износу подвергаются элементы сверла, участвующие в образовании стружки (рис. 93). Затупившееся сверло быстро нагревается, теряет прочность и разбивает отверстие. Затупление сверла определяют по возникновению скрипящего звука. Для повышения стойкости сверл и получения чистой поверхности отверстий при сверлении применяют охлаждающие жидкости. В зависимости от просверливаемого материала рекомендованы следующие охлаждающие жидкости:

Материал	Охлаждающая жидкость
Сталь	Мыльная эмульсия или смесь минерального и жи
Чугун,	Мыльная эмульсия (или всухую)
Медь	Мыльная эмульсия
Дюралюминий	Мыльная эмульсия, керосин с касторовым маслом

Силумин	Мыльная эмульсия и смесь спирта со скипидаром
Резина	Обработка всухую



1 — износ по задней поверхности, 2 — износ перемычки, 3 — износ по уголкам, 4 — износ по передней поверхности, 5 — износ по фаске (направляющей ленточке).

Рисунок 7 – Виды износа сверла

а — положение сверла в руках, б — положение сверла относительно шлифовального круга.

Рисунок 8 - Заточка сверла

Заточку сверл ведут на специальных заточных станках. Сверла диаметром до 10 мм можно затачивать вручную на электрозаточных станках. При заточке сверло удерживают левой рукой ближе к режущей части, а правой рукой — за хвостовик, прижимая сверло режущей кромкой к боковой поверхности шлифовального круга (рисунок 8, а). Очень важно правильно выбрать положение сверла при заточке (рисунок 8, б). Заточиваемая режущая кромка должна быть установлена горизонтально, а продольная ось составлять угол с образующей боковой поверхностью шлифовального круга. Затем сверло проворачивают вокруг оси, одновременно опуская вниз хвостовик — для получения заднего угла.

Качество заточки сверла проверяют с помощью шаблонов и угломеров (рисунок 9). Эти инструменты позволяют определять угол 2ϕ , угол наклона перемычки — γ , ширину режущей кромки. Сверло после заточки должно иметь одинаковые по ширине режущие кромки, наклоненные к продольной оси под одним и тем же

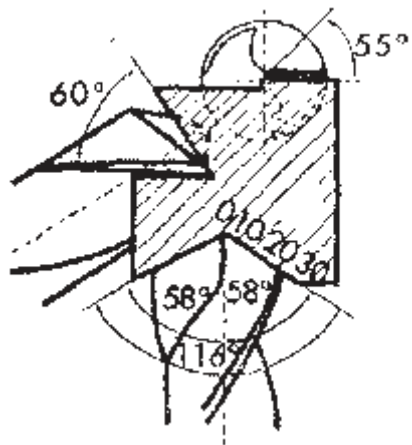


Рисунок 9 - Проверка качества заточки сверла

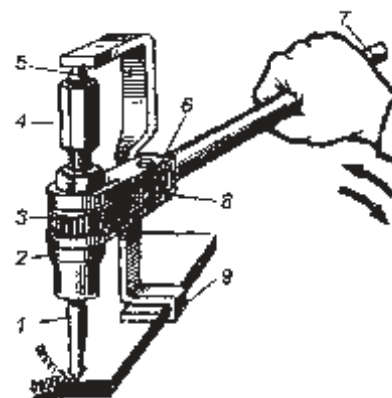
углом. Таким образом получают режущую часть сверла с нормальной (одинарной) заточкой для сверл диаметром до 12 мм. Для улучшения работы сверл большого диаметра применяют специальные виды заточки, заключающиеся в подточке перемычки, подточке ленточки и выполнении, кроме основного, одного-двух дополнительных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

3. РУЧНОЕ И МЕХАНИЧЕСКОЕ СВЕРЛЕНИЕ. СВЕРЛИЛЬНЫЕ СТАНКИ

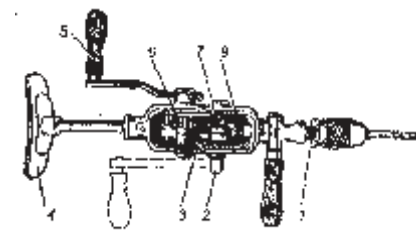
Сверление производят в основном на сверлильных станках. В тех случаях, когда деталь невозможно установить на станок или когда отверстия расположены в труднодоступных местах, сверлят с помощью коловоротов, трещоток, ручных, электрических и пневматических дрелей»

3.1 Ручное сверление

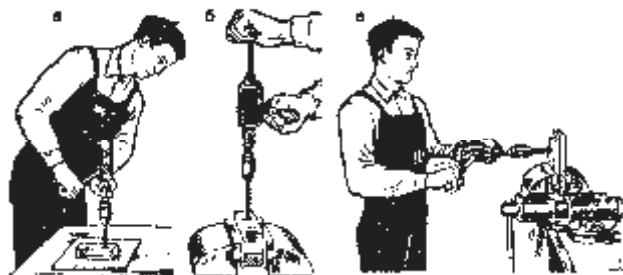
Трещотки (рисунок 10) применяют для сверления отверстий диаметром до 30 мм в тех случаях, когда нельзя применить электрические или пневматические дрели. Вращение шпинделя осуществляется поворотом рукоятки длиной 300-400 мм на 1/3-1/4 оборота. Величина подачи сверла на один оборот составляет 0,1 мм. Ручные дрели (рисунок 11, 12) применяют для сверления отверстий диаметром до 10 мм. Конструкция ручной двухскоростной дрели (рисунок 11) позволяет выбирать одну из двух



1 — сверло, 2 — шпиндель,
3 — храповое колесо 4 — гайка,
5 — центр, 6 — вилка, 7 — рукоятка,
8 — собачка. 9 — скоба.
Рисунок 10 - Трещотка



1 — шпиндель, 2 — вал,
3, 6, 7, 8 — зубчатые колеса, 4 —
упор, 5 — рукоятка.
Рисунок 11 - Ручная дрель



а — на низкой подставке, б — на высокой подставке в тисках, в — в тисках при горизонтальном положении дрели.

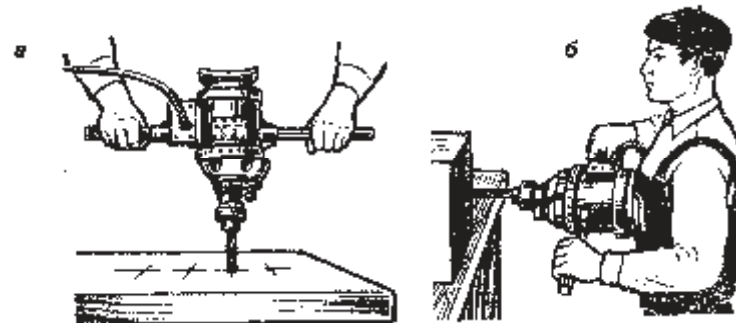
Рисунок 12 - Сверление ручной дрелью

частот вращения шпинделя (при перестановке рукоятки 5 на вал 2 частота вращения шпинделя повышается).

Сверлить ручной дрелью (рисунок 12) можно в вертикальном и горизонтальном положении, на низкой и высокой подставке. Осевое усилие на сверло передают через упор грудью или рукой,

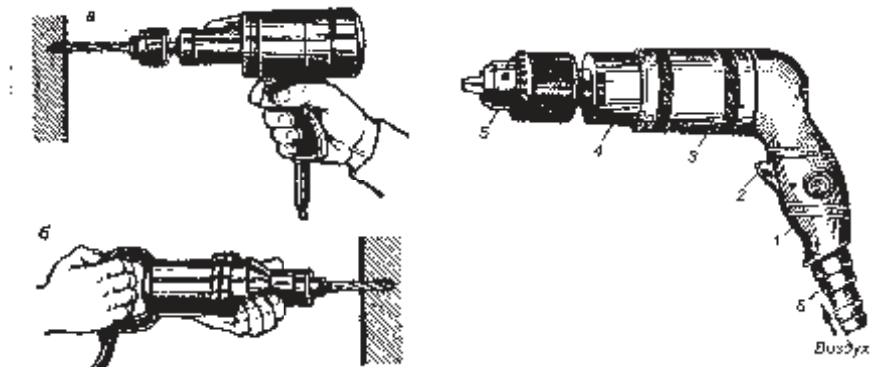
3.2 Механическое сверление

Ручные сверлильные электрические машины применяют для сверления и развертывания отверстий при монтажных, сборочных и ремонтных работах (рисунок 13, 14). Выполняются легкого, среднего и тяжелого типа для сверления отверстий в стальных деталях диаметром до 9, 15 и 30 мм соответственно. Могут иметь прямое и угловое, по отношению к оси электродвигателя, расположение оси шпинделя. Угловые машины применяют для сверления отверстий в труднодоступных местах.



а — вертикальное сверление, б — горизонтальное сверление.

Рисунок 13 - Ручная электрическая сверлильная машина тяжелого типа



а — легкого типа, б — среднего типа.

Рисунок 14 - Ручные сверлильные электрические машины

1 — рукоятка, 2 — курок, 3 — корпус пневмо-двигателя, 4 - корпус шпинделя, 5 — трехку- лачковый патрон, 6 — шуццер.

Рисунок 15 - Ручная пневматическая сверлильная машина Д-2

Независимо от типа и мощности электрические машины состоят из трех основных частей: электродвигателя с рабочим напряжением 220 В или 36 В, зубчатой передачи (редуктора) и шпинделя.

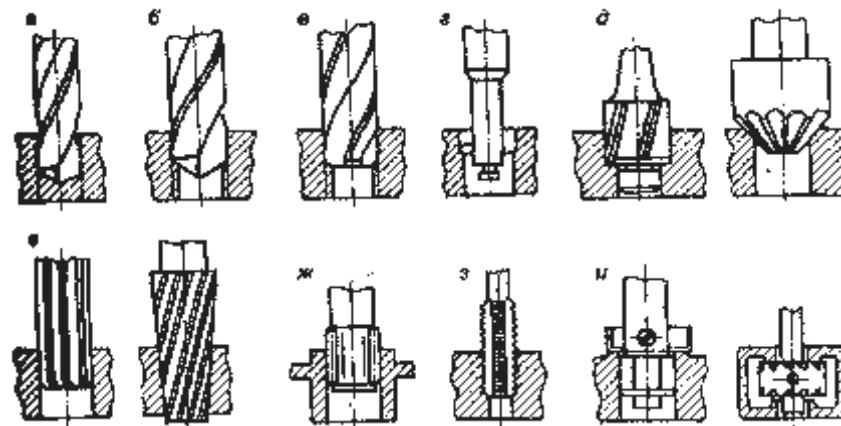
Приемы сверления изображены на рисунках 13, 14. Ручные сверлильные пневматические машины в сравнении с электрическими при той же мощности имеют меньшие размеры и массу. Привод машины — пневмодвигатель работает от сети сжатого воздуха давлением 0,5 МПа ~ (5 кг/см). Остальные элементы пневматической сверлильной машины не отличаются от электрической (рисунок 15). Привод машины допускает плавное регулирование частоты вращения изменением усилия нажима на курок. При перегрузке машина останавливается, что предотвращает поломку сверла. У электрической машины при перегрузке может сгореть обмотка электродвигателя.

Пневматические машины могут иметь различную мощность (300...1800 Вт) пневмодвигателя и частоту вращения в пределах от 5 до 33 с⁻¹. Машины тяжелого типа рассчитаны на сверление отверстий диаметром до 32 мм. Ручные сверлильные машины могут быть использованы для компоновки сверлильных установок. По требованиям безопасности электрические и пневматические сверлильные машины массой более 6,5 кг должны подвешиваться на пружине, тросе с противовесом или другом устройстве, позволяющем разгрузить руки рабочего от силы веса сверлильной машины.

На сверлильных станках могут выполняться следующие работы:

- сверление сквозных и глухих отверстий (рисунок 16, а);
- рассверливание отверстий (рисунок 16, б);
- зенкерование — обработка имеющегося отверстия с целью получения более высокой точности и чистоты (рисунок 16, в);
- растачивание отверстий с помощью резца (рисунок 16, г);
- зенкование — получение у отверстий цилиндрических и конических углублений и фасок (рисунок 16, д);
- развертывание отверстий для получения необходимой точности и шероховатости (рисунок 16, е);

- выглаживание и развальцовывание с целью уменьшения шероховатости специальными роликовыми оправками (рисунок 16, ж);
- нарезание внутренней резьбы метчиком (рисунок 16, з);
- цекование — подрезание торцов наружных и внутренних приливов и бобышек (рисунок 16, и).



а - сверление сквозных и глухих отверстий, б - рассверливание небольших отверстий на большие, в - зенкерование, г - растачивание, д - зенкование, е - развертывание, ж - проглаживание, з - нарезание внутренней резьбы, и - цекование.

Рисунок 16 - Работы, выполняемые на сверлильных станках

3.3. Сверлильные станки

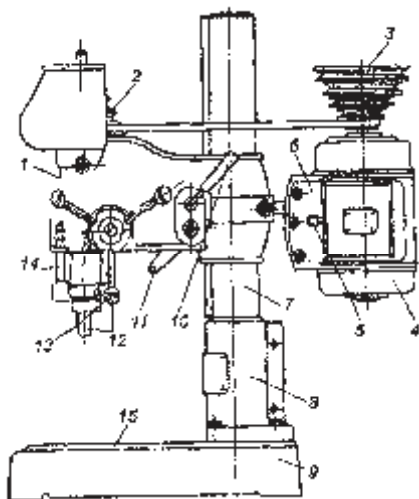
По назначению сверлильные станки *делятся* на три группы:

- универсальные (общего назначения);
- специализированные;
- специальные.

К *универсальным* станкам относятся станки с вертикальным расположением оси шпинделя — настольные вертикально-сверлильные, радиально-сверлильные (рисунок 17, 18, 19).

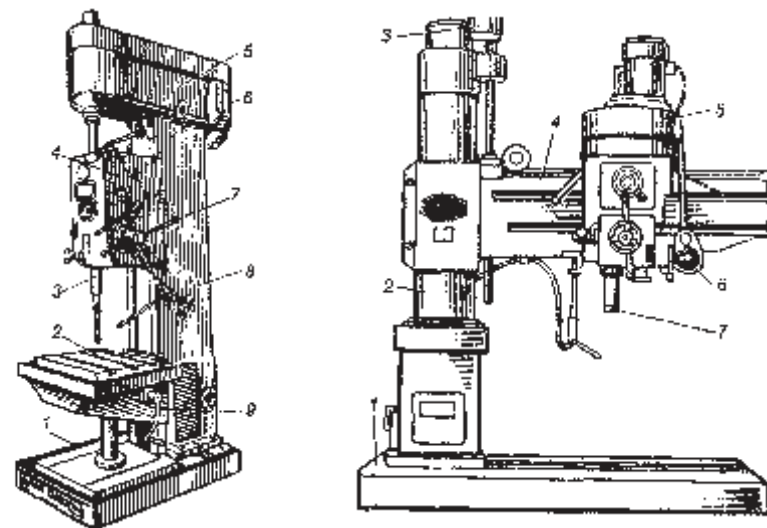
➤ Настольный вертикально-сверлильный станок типа НС-12А (рисунок 17) предназначен для сверления отверстий диаметром до 12 мм в небольших деталях. Ручная подача шпинделя осуществляется рукояткой 13. Для ограничения подачи шпинделя 12 имеется упор с нониусом 14, применяемый при сверлении глухих отверстий. С помощью рукояток 10 и 11 шпиндельная бабка 1 может перемещаться вверх и вниз по колонне 7 и фиксироваться в нужном по высоте положении. Изменение частоты вращения шпинделя выполняется путем изменения положения клинового ремня на ступенчатых шкивах 2 и 3.

➤ Вертикально-сверлильный станок 2А135 (рисунок 18) предназначен для сверления отверстий диаметром до 35 мм. Коробка подачи 4 станка имеет рукоятки переключения скорости (частоты вращения шпинделя) и автоматической подачи шпинделя. Ручная подача шпинделя осуществляется штурвалом 7. С помощью рукоятки 9 можно поднимать и опу-



1 — шпиндельная бабка, 2 — шкив шпинделя, 3 — ступенчатый шкив, 4 — электродвигатель, 5 — вилка, 6 — плита двигателя, 7 — колонна, 8 — кронштейн, 9 — рукоятка, 10, 11, 13 — рукоятки, 12 — шпиндель, 14 — упор с нониусом, 15 — рабочий стол.

Рисунок 17 - Настольно-сверлильный станок НС-12А



1 — плита, 2 — стол, 3 — шпиндель, 4 — коробка подачи, 5 — шпиндельная головка, 6 — электродвигатель, 7 — штурвал, 8 — станина, 9 — рукоятка.

Рисунок 18 - Вертикально-сверлильный станок 2А135

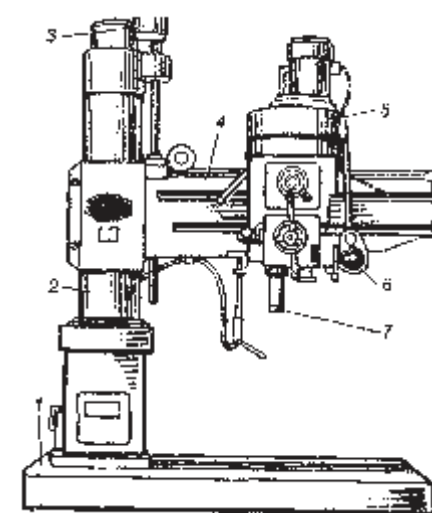


Рисунок 19 - Радиально-сверлильный станок

есть стол 2 при установке на него различных по размерам деталей. Станок позволяет выполнять различные операции по обработке отверстий и рассчитан для работы в цехах машиностроительных заводов.

➤ Радиально-сверлильный станок (рисунок 19) служит для обработки отверстий в корпусных деталях. Для удобства работы шпиндельная головка 5 может перемещаться по траверсе 4 в радиальном направлении относительно неподвижной колонны 2 и вместе с траверсой вверх и вниз по колонне, а также вокруг нее на угол 360°. Это позволяет обрабатывать отверстия в любом месте детали без ее перемещения.

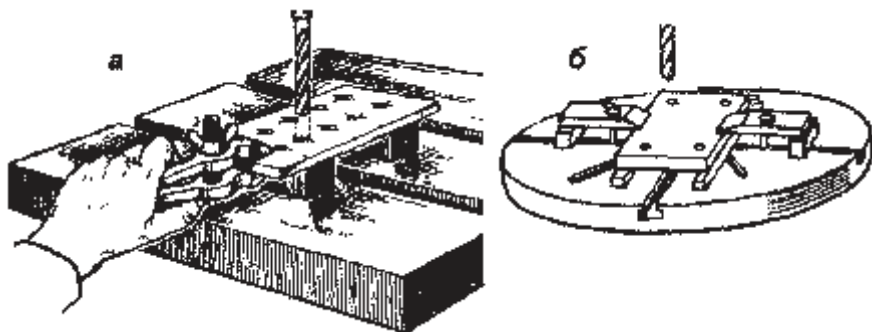
4. КРЕПЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ.

КРЕПЛЕНИЕ СВЕРЛА

4.1. Крепление деталей

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

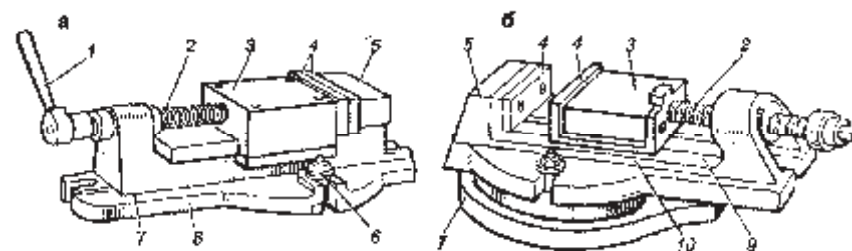
При сверлении отверстий малых диаметров, не требующих высокой точности, допускается крепление деталей с помощью ручных тисков (рисунок 106, а). В остальных случаях детали должны быть надежно закреплены на столе. На рис 106, б показан вариант крепления детали с помощью крепежных прижимов и болтов. При таком креплении детали прочность крепления увеличивается при установке крепежных болтов ближе к закрепляемой детали.



а — при помощи ручных тисков, б — прижимами.

Рисунок 20 – Некоторые способы крепления деталей при сверлении

Для крепления небольших деталей наиболее часто применяют машинные тиски (рисунок 21). Они могут быть поворотными и неповоротными, различных типов и размеров. Размер определяют шириной губок и предельным расстоянием между ними. Тиски плотно притягиваются болтами к столу станка. Закрепляемая деталь кладется на подкладку, установленную на дно между губками тисков так, чтобы ее поверхность выступала над губками на 6-10 мм. Между губками и деталью обычно устанавливают прижимные планки для защиты детали от вмятин. При затяжке тисков легкими удара-



а — неповоротные, б — поворотные; 1 — рукоятка, 2 — ходовой винт, 3 — подвижная губка, 4 — планки, 5 — неподвижная губка, 6 — болты, 7 — основание, 8 — упор, 9 — направляющие, 10 — прижимные планки.

Рисунок 21 - Слесарные тиски

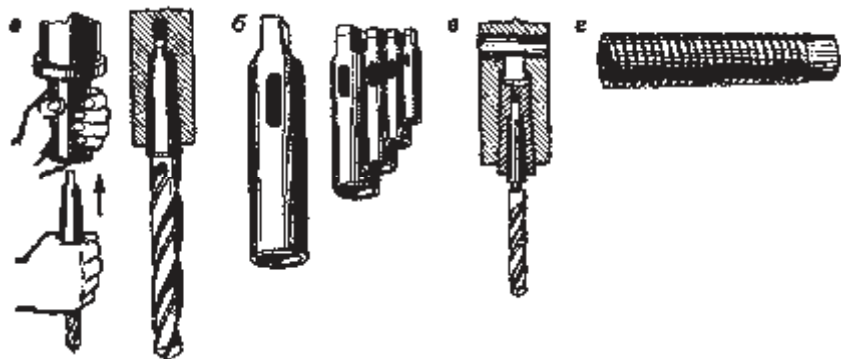
ми молотка осаживают деталь плотно к подкладке, иначе может произойти ее перекос в процессе сверления.

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

4.2. Крепление сверла

В зависимости от формы и размеров хвостовика крепление сверла осуществляют тремя способами: непосредственно в коническом отверстии шпинделя; в переходных конических втулках; в сверлильном патроне. Крепление инструмента непосредственно в коническом отверстии шпинделя показано на рисунке 22, а.

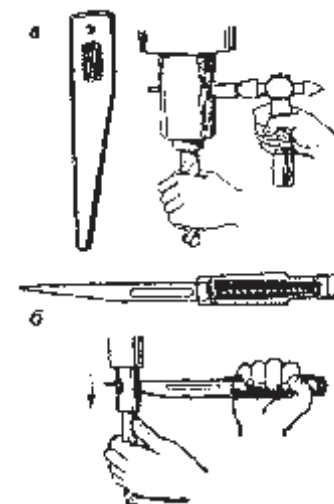
Конические хвостовики сверл и других размерных режущих инструментов изготавливают по системе Морзе. Хвостовики и конические отверстия имеют номера с 0 по 6.



*а — непосредственно в шпинделе станка, б — переходные конические втулки,
в — при помощи переходной втулки,
г — переходная втулка из пружинной проволоки*

Рисунок 22 - Крепление инструмента

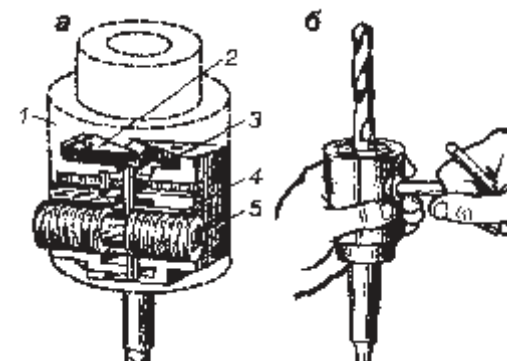
Каждому номеру конуса соответствуют определенные размеры инструментов. В коническом отверстии хвостовик удерживается силами трения. Проворачивание хвостовика предотвращает лапка, входящая в паз шпинделя. Крепление хвостовиков через переходные конические втулки производят в тех случаях, когда конус хвостовика меньше конического отверстия шпинделя (рисунок 22 а, б). Удаление инструмента из шпинделя или конической втулки выполняют с помощью клина, который вставляют в паз шпинделя и перемещают легким ударом молотка или движением руки, как показано на рисунке 23, а, б.



а — клином, б — безопасным клином (с пружиной).

Рисунок 23 - Удаление инструмента

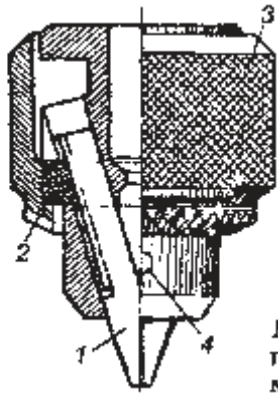
Сверла с цилиндрическими хвостовиками крепят в различных по конструкции патронах. Двухкулачковый патрон (рисунок 24) для крепления сверл диаметром 3...14 мм. Сверла зажимают вращением ключа.



*а — устройство, б — закрепление инструмента в патроне ключом; 1 — корпус,
2, 3 — кулачки, 4 — винт, 5 — квадратное отверстие.*

Рисунок 24 - Двухкулачковый патрон

Трехкулачковый патрон с наклонным расположением кулачков обеспечивает более точное и прочное закрепление сверл (рисунок 25).



1 — кулачки, 2 — гайки, 3 — обойма, 4 — отверстие

Рисунок 25 - Трехкулачковый патрон с наклонными кулачками

При вращении зубчатым ключом обоймы 3 приводится во вращение гайка 2 и перемещает кулачки 1, которые сходятся или расходятся в зависимости от направления вращения ключа, зажимая или освобождая сверло. Выпускают три типоразмера патронов с наибольшим размером сверл 6; 9; 15 мм. Для крепления сверл малых диаметров применяют цанговые патроны, которые обеспечивают надежное и точное крепления сверл. Недостатком патрона является невозможность крепления сверл разных диаметров. При обработке деталей, в которых необходимо последовательно выполнять сверление, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы и т. д., применяют быстросменные патроны. Применение их сокращает время на смену инструментов.

5. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ И ИХ ВЫБОР

При сверлении сверлу сообщают два движения — вращательное, которое называют главным (рабочим) или движением резания и поступательное, направленное вдоль оси (рисунок 26, а).

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

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

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

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

где $\pi = 3,14$; d — диаметр сверла (мм); n - частота вращения сверла (об/мин).

Так как диаметр сверла измеряют в мм, а скорость резания определяют в м/мин произведение $\pi \times d \times n$ необходимо разделить на 1000.

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

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

$$\pi = 1000 V / nd$$

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

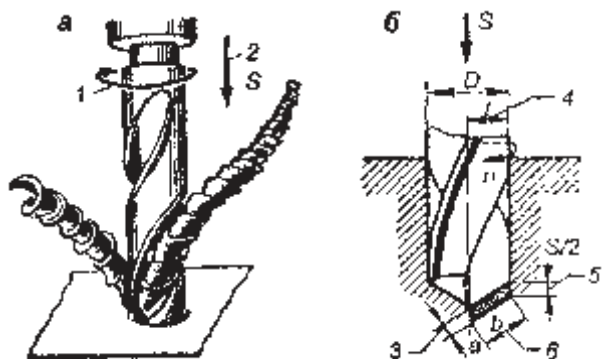


Рисунок 26 - Сверление

а — движение инструмента, б — элементы резания; 1 — вращательное движение, 2 — поступательное движение, 3 — толщина среза, 4 — глубина резания, 5 — подача, 6 — ширина среза.

Подача S (рисунок 26, б) — величина перемещения сверла вдоль оси за один оборот, измеряется в мм/об. Так как сверло имеет два зуба, подача на каждый зуб составляет $S/2$. От выбора подачи зависит производительность при сверлении и стойкость инструмента. Выгоднее работать с большой подачей и меньшей скоростью резания — при этом медленнее изнашивается сверло.

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

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

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

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

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

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

При выборе режимов резания в первую очередь по таблицам подбирают наибольшую подачу в зависимости от требуемого качества обрабатываемой поверхности

(чем толще стружка, тем выше шероховатость), прочности сверла и станка. Затем устанавливают такую минимальную скорость резания, при которой стойкость инструмента между переточками будет наибольшей. Режимы резания приводятся в справочниках или таблицах. При известном диаметре сверла и скорости резания частоту вращения сверла можно определять по графикам или по формуле (1).

6. ПОДГОТОВКА И НАЛАДКА СТАНКА. ПРИЕМЫ СВЕРЛЕНИЯ.

ОСОБЕННОСТИ СВЕРЛЕНИЯ СПЛАВОВ И ПЛАСТМАСС.

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

6.1. Подготовка и наладка станка

Перед началом работы необходимо проверить:

- исправность заземления;
- наличие ограждения передачи;
- чистоту конического отверстия шпинделя;
- вращение от руки и осевое перемещение шпинделя;
- работу механизма подачи;
- закрепление стола.

Подготовка станка заключается в:

- установке сверла;
- закреплении детали;
- выборе режима резания (частоты вращения шпинделя и подачи).

Сверло выбирают в зависимости от диаметра отверстия и обрабатываемого материала. При выборе диаметра сверла следует помнить, что из-за биения сверла отверстие получается несколько большего диаметра, чем диаметр сверла (см. табл.).

Диаметр сверла, мм	Диаметр полученного отверстия, мм
5	5,03
10	10,12
25	25,2
50	50,28

Сверло с коническим хвостовиком устанавливают в шпиндель легким толчком руки (может потребоваться переходная коническая втулка). Сверло с цилиндрическим хвостовиком устанавливают в патрон так, чтобы хвостовик упирался в дно патрона и затягивают ключом.

Деталь крепят на столе, очистив поверхность стола и опорную поверхность детали. Если сверлят сквозные отверстия, под деталь кладут подкладку с параллельными плоскостями.

Наладка станка заключается в выборе и установке частоты вращения шпинделя и установке величины подачи.

Для повышения стойкости инструмента и получения чистой поверхности может потребоваться подбор охлаждающей жидкости.

6.2. Приемы сверления

Сверлением можно получать сквозные, глухие и неполные отверстия.

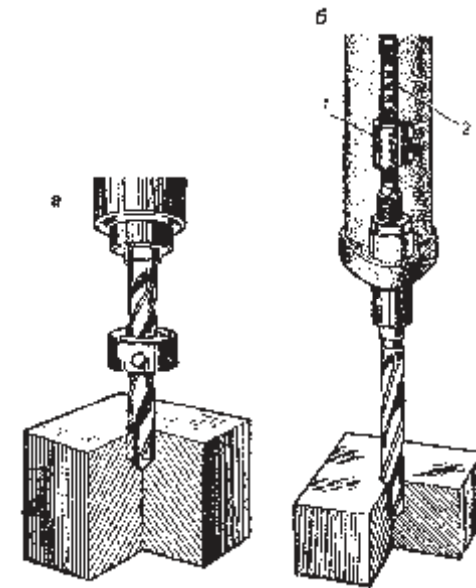
Одиночные отверстия сверлят по разметке. Для этого наносят осевые и две круговых риски, одна из которых соответствует диаметру отверстия, а вторая, контрольная, несколько большего диаметра. Керн в центре отверстия должен обеспечить центровку сверла при засверливании.

Сначала при ручной подаче выполняют пробное сверление (засверливание) до диаметра равного $0,25 D$ номинального. При концентричном расположении лунки выполняют окончательное сверление.

Сверление глухих отверстий на заданную глубину осуществляют по втулочному упору на сверле (рис. 113, а) или измерительной линейке, закрепленной на станке (рис. 113, б).

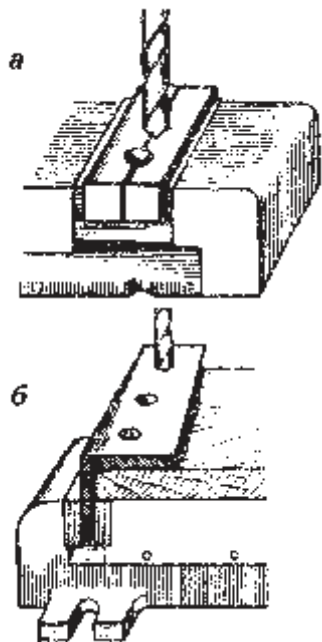
При установке требуемой глубины сверления не учитывают конусную часть сверла.

При сверлении неполных отверстий (рис. 114, а) к обрабатываемой детали приставляют пластину из того же материала, зажимают в тисках и сверлят полное отверстие, затем пластину отбрасывают.



а — по втулочному упору, б — по измерительной линейке; 1 — упор, 2 — линейка.

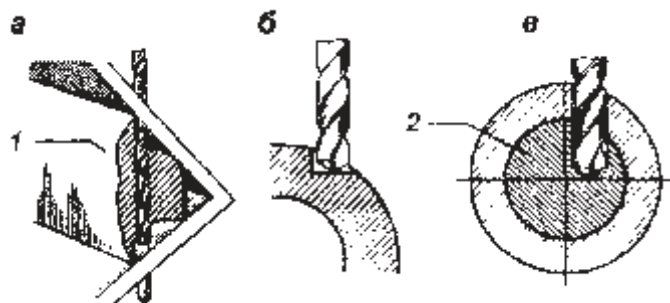
Рисунок 27 - Сверление глухих отверстий на заданную глубину



а — неполного отверстия при помощи приставной пластинки,

б — отверстия в угольнике.

Рисунок 28 - Сверление



а — в плоскости, расположенной под углом к другой плоскости, б — на цилиндрической поверхности, в — в полых деталях; 1 — вкладыш, 2 — пробка.

Рисунок 29 - Сверление отверстий

Сверление отверстий в деталях, поверхности которых расположены не под прямым углом к оси сверла, выполняют в следующем порядке (рисунок 29, *а*): сначала готовят площадку на поверхности детали, чтобы сверло не отклонялось в сторону; затем между плоскостями вставляют деревянный вкладыш, далее сверлят отверстие обычным путем.

Сверление деталей с цилиндрическими поверхностями (рисунок 29, *б*) начинают также с фрезерования горизонтальной площадки, на которой накернивают центр отверстия.

Если сверлится полая деталь (рисунок 29, *в*), то полость забивается деревянной пробкой.

6.3. Особенности сверления сплавов и пластмасс

Сверление жаропрочных и нержавеющей сталей и сплавов сопровождается образованием сливной стружки, которая забивает канавки сверла, затрудняет подвод охлаждающей жидкости, что снижает стойкость сверла. При сверлении применяют укороченные сверла, которые имеют повышенную жесткость, так как эти материалы обладают повышенным сопротивлением резанию. На каждой режущей кромке делают стружкоотделительные канавки. Обязательно применяют охлаждающие эмульсии. Для сверления легких, алюминиевых и магниевых сплавов, применяют хромированные сверла. Это предотвращает налипание на сверло частичек металла. При обработке магниевых сплавов не рекомендуются большие скорости резания, так как возможно их самовоспламенение.

При сверлении пластмасс, чтобы не возникали трещины при креплении деталей, зажимные элементы оклеивают мягкими прокладками (фланелью, резиной). Размер отверстия после сверления обычно уменьшается на 0,05...0,1 мм.

Термопластичные пластмассы сверлят острозаточенными инструментами. Необходимо избегать разогрева сверла, так как при повышенной температуре материал размягчается.

Термоактивные пластмассы имеют высокую твердость и термостойкость. Их сверлят сверлами из быстрорежущих сталей, а при наличии в материалах асбестовых или стекловолоконистых наполнителей — сверлами с твердосплавными пластинами.

6.4 Безопасность труда

При сверлении выполнять следующие требования:

- заготовки необходимо надежно крепить на столе станка и не удерживать их руками в процессе обработки;
- пуск станка производить только при полной уверенности в безопасности работы;
- не работать на станке в рукавицах;
- не брать руками за шпиндель станка до его полной остановки, не зажимать сверло пуском станка, удерживая патрон в руке;
- для удаления сверлильного патрона, сверла или переходной втулки пользоваться клином или ключом, при этом подкладывать деревянную подкладку под шпиндель.

Контрольные вопросы и задания

1. Составьте текстовую таблицу «Основные элементы спирального сверла» по форме:

<i>Элемент</i>	<i>Назначение</i>
----------------	-------------------

2. Почему диаметр рабочей части спирального сверла неодинаков у режущей части и у хвостовика?
3. Укажите, какой хвостовик имеют сверла диаметром 2; 5; 6; 10; 20; 30 мм.
4. Как влияет угол подъема винтовой линии канавки сверла на прочность инструмента?
5. Как влияет угол при вершине сверла на прочность инструмента и процесс резания?
6. Как при сверлении можно определить начало затупления сверла?

7. Какими инструментами контролируют качество заточки сверл? Какие параметры сверл при этом контролируют?

8. Если угол при вершине сверла 90° , какой угол должна составлять продольная ось сверла с образующей шлифовального круга при заточке сверла?

9. Где (рисунок 11) должна находиться рукоятка 5 ручной дрели для получения меньшей скорости вращения шпинделя?

10. В чем преимущество пневматических сверлильных машин перед электрическими?

11. Можно ли после однократной установки детали на стол станка (рисунок 17, 18, 19) сверлить в ней отверстия на разном удалении от вертикальной станины?

12. Как изменится прочность крепления детали к столу станка (рисунок 20, б), если крепежные болты поставить ближе к детали?

13. Как удерживается конический хвостовик в конусном отверстии?

14. Как устанавливается и удаляется сверло с коническим хвостовиком?

15. В какой точке режущей кромки измеряют скорость резания?

16. Определить частоту вращения сверла, если скорость резания $V = 31,4$ м/мин, а диаметр сверла $d = 10$ мм.

17. Определить глубину резания при сверлении отверстия сверлом $d = 8$ мм; сверлом $d = 16$ мм.

18. Как выбрать величину подачи и скорость резания при сверлении, чтобы сверло меньше изнашивалось?

19. Почему при сверлении одиночного отверстия его размечают двумя концентрическими окружностями? Какой диаметр этих окружностей?

20. Как выполняют пробное сверление при сверлении отверстий по разметке?

21. Как сверлят отверстия на цилиндрической поверхности?

22. Зачем устанавливают вкладыш при сверлении полых деталей?

23. Почему при сверлении нержавеющей сталей на режущих кромках сверл делают канавки?

24. Почему рекомендуются большие подачи сверла при сверлении термопластичных пластмасс?

ТЕМА 8 - ЗЕНКЕРОВАНИЕ, ЗЕНКОВАНИЕ, РАЗВЕРТЫВАНИЕ

1. Назначение зенкерования и зенкования.

Особенности инструментов

2. Назначение развертывания. Развертки.

3. Приемы развертывания. Контроль качества отверстий

1. НАЗНАЧЕНИЕ ЗЕНКЕРОВАНИЯ И ЗЕНКОВАНИЯ.

ОСОБЕННОСТИ ИНСТРУМЕНТОВ

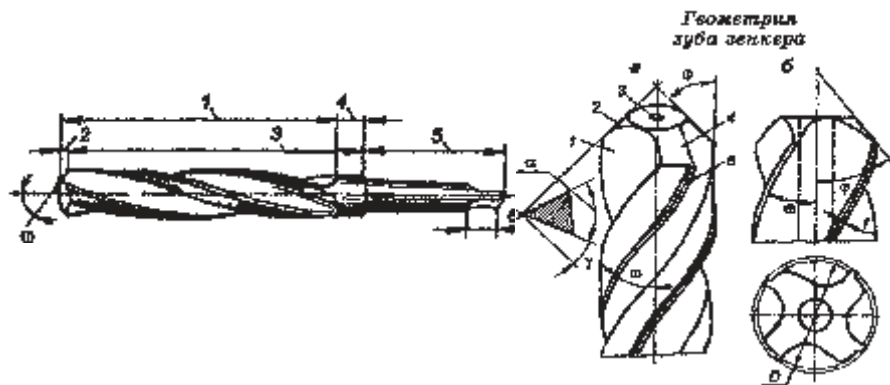
1.1. Назначение зенкерования

ЗЕНКЕРОВАНИЕ — это процесс обработки имеющихся цилиндрических и конических отверстий с целью повышения их геометрической точности и качества поверхности. Зенкеровать можно отверстия, полученные сверлением, штамповкой, литьем, ковкой. При этом несколько увеличивается их диаметр. Зенкерование может быть окончательной обработкой отверстия или промежуточной операцией перед развертыванием отверстия. Точность обработки в пределах 8...13 квалитетов. Шероховатость поверхности $Rz = 40...10$ мкм. Операция выполняется на сверлильных станках.

Инструмент для зенкерования — *зенкер*. Имеет те же составные части, что и сверло (рисунок 1), и при обработке отверстия совершает вращательное и поступательное движения.

Зенкеры изготавливают из быстрорежущей стали цельными или насадными (рисунок 2). Цельные зенкеры имеют три-четыре режущих кромки и диаметры от 10 до 40 мм. Насадные зенкеры — диаметром от 32 до 80 мм имеют 4-6 режущих кромок. Больше, чем у сверла, число режущих кромок позволяет инструменту более точно обрабатывать отверстие.

Геометрия режущей части зенкера приведена на рисунке 1, 2. Заточка инструментов выполняется на специальных заточных станках. Насадные зенкеры могут иметь вставные ножи из твердого сплава типа ВК или

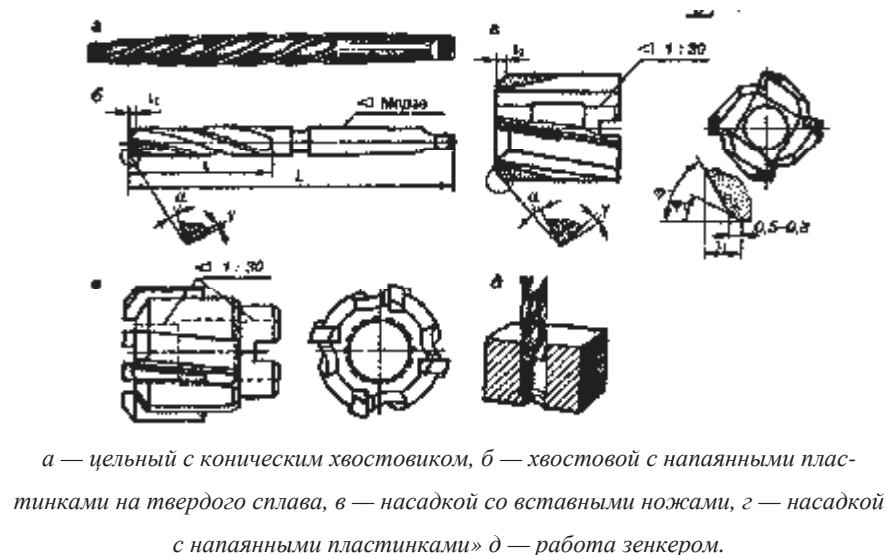


1 — рабочая часть, 2 — режущая часть, 3 — направляющая часть,
4 — шейка, 5 — хвостовик, б — ланка.

Геометрия зуба зенкера: а — трехперого, б — четырехперого; 1 — передняя поверхность, 2 — режущая кромка, 3 — сердцевина, 4 — задняя поверхность, 5 — ленточка;

углы: а — задний, γ — передний, ϕ — в плане, ω — наклона винтовой канавки.

Рисунок 1 - Зенкер



а — цельный с коническим хвостовиком, б — хвостовой с напаянными пластинками на твердого сплава, в — насадкой со вставными ножами, г — насадкой с напаянными пластинками» д — работа зенкером.

Рисунок 2 – Зенкеры

ТК, что позволяет повысить скорость резания с 15...25 м/мин для быстрорежущей стали до 55-80 м/мин. Зенкеры могут быть двух номеров: № 1 для обработки отверстий под развертывание и № 2 для окончательной обработки отверстий.

Хвостовики зенкеров только конические. Режущая часть зенкера имеет плоскую торцевую поверхность — сердцевину и режущие кромки (по числу зубьев) на конической поверхности (рисунок 1, а, б). Поэтому инструмент не может выполнять отверстия в сплошном материале. Направляющая часть зенкера калибрует отверстие — зачищает его стенки и исправляет форму отверстия.

Зенкерование более производительная операция» чем сверление, так как при примерно одинаковой скорости резания подача инструмента в 2,5...3 раза выше из-за большего числа зубьев.

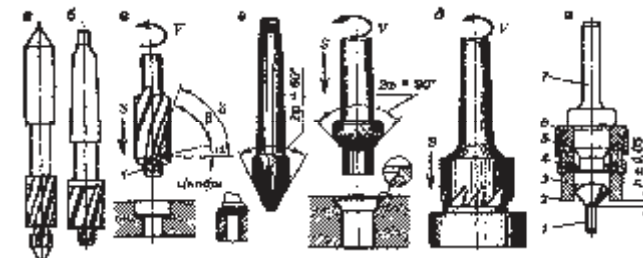
Для получения правильного и чистого отверстия припуск под зенкерование должен составлять 0,05 от диаметра отверстия.

При зенкеровании деталей из стали, меди, латуни, дюралюминия для охлаждения инструмента применяют мыльную эмульсию.

1.2 Назначение зенкования

ЗЕНКОВАНИЕ — это получение цилиндрических и конических углублений имеющихся отверстий под головки болтов, винтов и заклепок.

Инструмент для зенкования — *зенковка*. Она может иметь цилиндрическую, коническую или торцевую режущую часть (рисунок 3). Особенностью инструмента является, как правило, наличие направляющей цапфы перед режущей частью инструмента. Цапфы могут изготавливаться заодно с зенковкой или быть сменными.



а — с постоянной направляющей и цилиндрическим хвостовиком, *б* — со сменной направляющей и коническим хвостовиком, *в* — углы зенковки, *г* — конические зенковки, *д* — цековка, *е* — державка с зенковкой и вращающимся ограничителем; 1 — направляющая шпилька, 2 — упор, 3 — зенковка, 4 — винты, 5 — шарик, 6 — втулка, 7 — хвостовик.

Рисунок 3 - Зенковки

Это позволяет зенковать отверстия различных диаметров одним инструментом. Зенковка с торцевой режущей частью называется цековкой. Зенковка обычно имеет 4-8 зубьев. Конические зенковки выпускаются с углом при вершине конуса 30, 60, 90 и 120°.

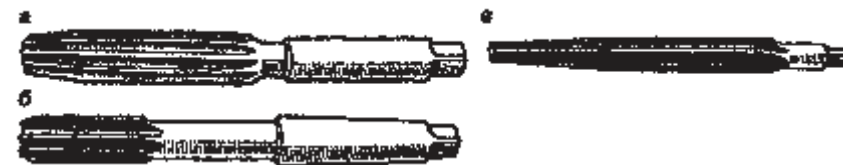
Большинство зенковок имеет конические хвостовики. Обработка отверстий ведется на сверлильных станках при малых оборотах шпинделя (до 100-150 об/мин). Часто требуется выполнить зенковку на точно заданную глубину. Для этого применяют настройку станка или зенковки с вращающимся ограничителем.

2. НАЗНАЧЕНИЕ РАЗВЕРТЫВАНИЯ.

РАЗВЕРТКИ

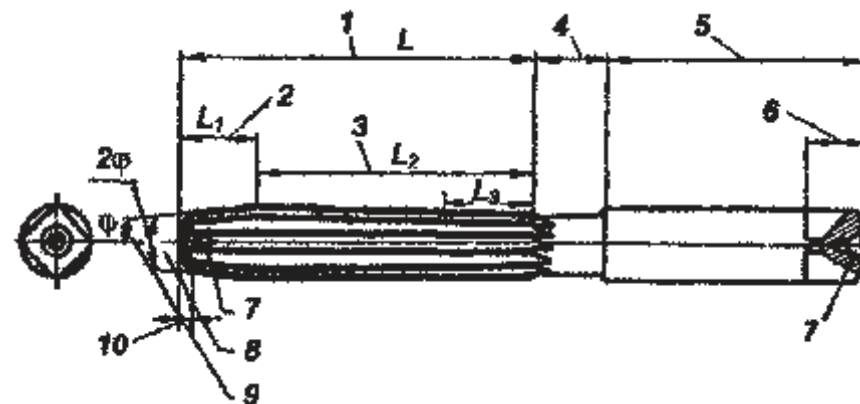
РАЗВЕРТЫВАНИЕ — это чистовая обработка отверстий по 7...9 квалитетам точности с шероховатостью поверхности до $Ra = 1,25...0,32$ мкм. Операция выполняется вручную или на сверлильных и токарных станках.

Инструмент для развёртывания — развёртки. Развёртки для ручного развёртывания называют ручными, а станочного — машинными. По форме обрабатываемого отверстия развёртки подразделяют на цилиндрические и конические (рисунок 4). Развёртки имеют три основных составных части: рабочую часть, шейку и хвостовик (рисунок 5). Отличительной особенностью машинной развёртки является более короткая режущая часть. Хвост-



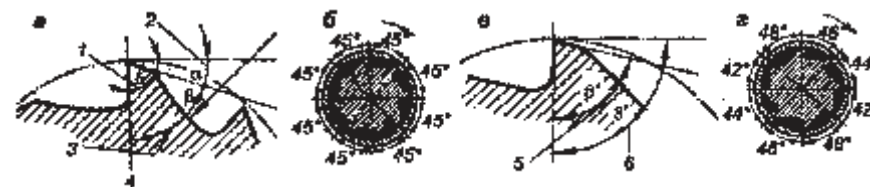
а — ручная, *б* — машинная, *в* — коническая.

Рисунок 4 - Развертка



1 — рабочая часть, 2 — заборная часть, 3 — калибрующая часть, 4 — шейка, 5 — хвостовик, 6 — квадрат, 7 — центровое отверстие, 8 — угол конуса заборной части, 9 — угол уклона заборной части, 10 — направляющий конус.

Рисунок 5 – Ручная развёртка



а, *в* — элементы геометрии, *б* — развёртка с равномерным шагом, *г* — с неравномерным шагом; 1 — задний угол (заборной части), 2 — угол резания (заборной части), 3 — угол заострения (заборной части), 4 — передний угол (заборной части).

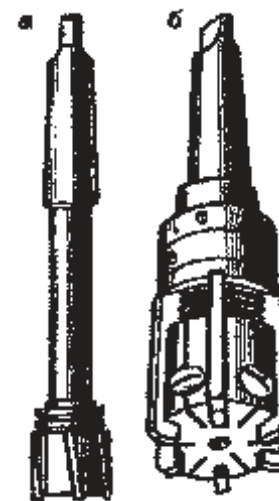
ти) γ — $0, 5$ — угол заострения (калибрующей части), β — угол резания (калибрующей части).

Рисунок 6 - Геометрия зубьев развертки

товик ручной развертки имеет цилиндрическую форму и квадрат под вороток.

Рабочая часть развертки состоит из конической заборной (режущей) части и цилиндрической калибрующей. Угол при вершине конуса заборной части у ручной развертки составляет $0,5-1,5\%$ а у машинной $3-5^\circ$. Калибрующая часть заканчивается обратным конусом (L_3 , рисунок 5). Он служит для уменьшения трения развертки о поверхность отверстия. Уменьшение диаметра обратного конуса составляет $0,06-0,10$ мм у ручных разверток и $0,04-0,30$ мм у машинных. Режущими элементами развертки являются зубья. Количество зубьев четное, от 6 и более. Чем больше зубьев у развертки, тем выше качество обработки отверстия. Геометрия зубьев развертки показана на рисунке 121, а, б. Величина переднего угла развертки составляет $0-10^\circ$, а заднего угла $6...15^\circ$. Ручные развертки изготавливают с неравномерным шагом зуба (рисунок 6, б). Это необходимо для того, чтобы не проявлялась «огранка» отверстий. Огранка — образование отверстия многогранной формы. Возникает при ручной обработке отверстия разверткой с равномерным шагом, так как при повороте воротка на угол 180° зубья развертки останавливаются на одном и том же месте и срезают больше металла со стенок отверстия в начале движения. В отличие от ручных, машинные развертки проходят отверстие без остановки и поэтому могут иметь зубья с равномерным шагом.

Ручные и машинные развертки могут иметь зубья, образованные прямыми и винтовыми (спиральными) канавками. Направление винтовых канавок может быть



а — раздвижная, б - разжимная.

Рисунок 7 - Развертки машинные

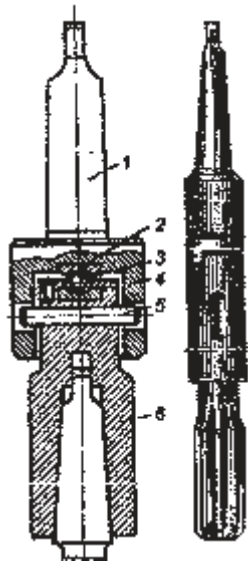
правым и левым. Развертки со спиральными канавками (зубьями) позволяют получить более точные отверстия, но сложны в изготовлении и переточке и применяются для развертывания отверстий, имеющих пазы и канавки.

Ручные развертки изготавливают диаметром от 3 до 60 мм комплектами из двух или трех штук. В комплекте из двух штук одна развертка предварительная, вторая чистовая. В комплекте из трех штук первая развертка черновая (обдирочная), вторая полужесткая и третья чистовая, образующая окончательный размер, форму и шероховатость отверстия.

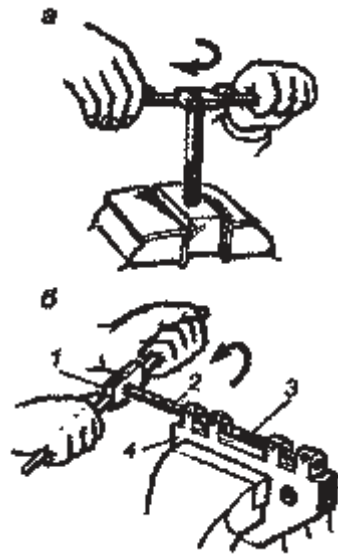
Машинные развертки комплектов не имеют. Развертывание отверстия выполняется инструментом за один проход. Широкое распространение получили регулируемые — раздвижные и разжимные развертки (рисунок 7, а, б). Они имеют вставные ножи из твердосплавных материалов и допускают увеличение диаметра на $0,25...0,50$ мм за счет регулировки положения ножей. Применяются для обработки сквозных отверстий. Иногда, для совмещения операций сверления и развертывания или зенкерования и развертывания применяют комбинированные инструменты: сверло-развертка и зенкер-развертка.

3. ПРИЕМЫ РАЗВЕРТЫВАНИЯ

При работе машинными развертками из-за несовпадения оси развертки, жестко закрепленной в шпинделе станка, с осью отверстия возможно искажение формы развертываемого отверстия. Для повышения качества обработки и предупреждения брака применяют качающиеся оправки для крепления разверток (рисунок 8). Качающаяся оправка крепится в шпинделе станка коническим хвостовиком 1. В отверстии корпуса 4 закрепляют штифтом 5 с зазором качающуюся часть оправки, кото-



1 — хвостовик, 2 — подпятник, 3 — шарик, 4 — корпус, 5 — штифт
Рисунок 8 - Качающаяся оправка



а — установка развертки и воротка, б — развертка с удлинителем; 1 — вороток, 2 — удлинитель, 3 — развертка, 4 — деталь.

Рисунок 9 - Развертывание

рая упирается шариком 3 в подпятник 2. Такое устройство позволяет развертке легко принимать положение, совпадающее с осью отверстия.

Величину подачи и скорость резания выбирают в зависимости от требуемой чистоты обработки. Чем выше требования к качеству поверхности, тем меньше должна быть скорость резания и величина подачи.

Развертыванию всегда предшествует сверление (для отверстий диаметром менее 25 мм) или сверление и зенкерование (для отверстий диаметром более 25 мм). При этом размер сверла или зенкера берется таким, чтобы припуск на черновое развертывание составлял 0,25-0,50 мм и на чистовое 0,05-0,15 мм. Для отверстий диаметром менее 25 мм под черновое развертывание оставляют припуск 0,1...0,15 мм, а под чистовое 0,05...0,02 мм.

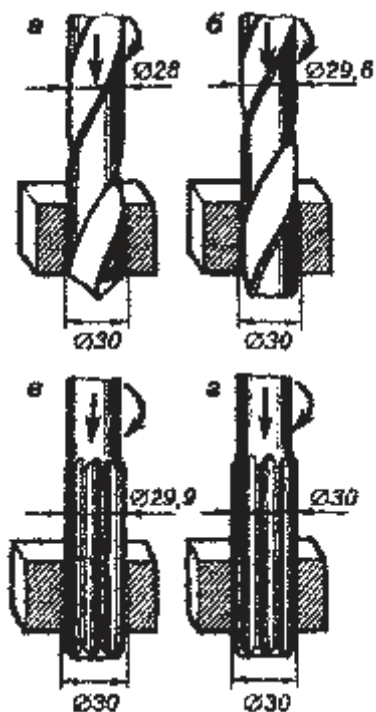
Качество отверстия повышается при использовании в процессе обработки смазывающих и охлаждающих жидкостей. Это позволяет уменьшить шероховатость и исключить разбивку отверстия.

Ручное развертывание выполняют в следующем порядке (рисунок 9, а, б):

- выбирают соответствующую развертку, убеждаются в отсутствии дефектов рабочей части;
- проверяют величину оставленного припуска, большой припуск может привести к поломке инструмента;
- деталь закрепляют в тисках так, чтобы ось отверстия была в вертикальном или горизонтальном положении и, вставив в отверстие развертку, выверяют совмещение осей отверстия и развертки с помощью угольника;
- плавно вращают развертку только в направлении снятия стружки. Обратное вращение приводит к выкрашиванию режущих кромок. При развертывании отверстий в труднодоступных местах применяют удлинители, надеваемые на хвостовик развертки;
- развертывание отверстий цилиндрической разверткой заканчивают в тот момент, когда 3/4 рабочей части развертки выйдет из отверстия.

Последовательность обработки отверстий диаметром 30 мм по 7 качеству показан на рисунке 10.

Точность отверстия контролируют калибром — пробкой. Для этого на пробке проводят продольную черту (по образующей) мелом или карандашом, вставляют в отверстие и проворачивают на 1/4 оборота. При плотной под-



*а — сверление, б — зенкерование, в — черновое развертывание,
г — чистовое развертывание.*

Рисунок 10 - Последовательность обработки отверстия

гонке мел или карандаш стираются. Проверка с помощью карандаша дает более точный результат. Браком при развертывании является отклонение размеров отверстия, следы предварительной обработки и дробления на поверхности, надиры. Отклонение размера отверстия при ручном развертывании возникает при неправильном выборе диаметра развертки и из-за биения инструмента. Следы от предварительной обработки остаются при грубой обработке отверстия или малом припуске. Следы дробления металла на поверхности отверстия являются следствием неправильной заточки зубьев развертки или вращения развертки рывками. Надиры на поверхности отверстия появляются при отсутствии смазывающе-охлаждающей жидкости или затуплении зубьев развертки.

Контрольные вопросы и задания

1. Чем отличается отверстие из-под зенкера от отверстия из-под сверла?
2. Почему зенкер более точно обрабатывает отверстие, чем сверло?
3. В чем сходство и различие сверла и зенкера?
4. Почему зенкер не может выполнять отверстие в сплошном металле?
5. Как выбрать величину припуска при обработке отверстия зенкером?
6. С какой целью выполняют зенкование отверстий?
7. Частота вращения шпинделя станка при работе зенковкой.
8. Назначение развертывания.
9. Форма режущей части развертки.
10. Как зависит точность отверстия от числа зубьев развертки?
11. В каких случаях применяют развертки с винтовым зубом?
12. Что такое огранка отверстия при развертывании? Отчего она происходит?
13. Почему у машинных разверток шаг зуба равномерный по окружности?
14. Какие внешние отличия от ручной имеет машинная развертка?
15. Укажите величину припуска на черновое и чистовое развертывание.
16. Как повысить качество развертывания отверстий?
17. С какой целью применяют качающиеся оправки для крепления разверток?
18. Почему не допускается обратное вращение развертки?
19. Как определяют момент окончания развертывания?
20. Как контролируют точность отверстия после развертывания?

ТЕМА 9 - НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

1. Основные элементы и профили резьб.

2. Инструменты для нарезания внутренней резьбы.

3. Приемы нарезания внутренней резьбы. Брак.

4. Нарезание наружной резьбы: инструменты и приемы работы.

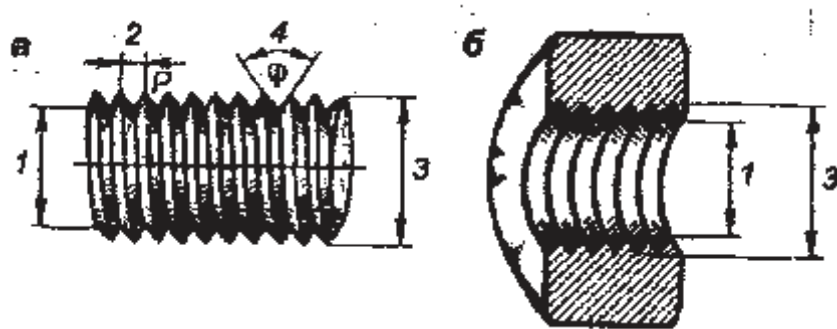
5. Механизация нарезания резьбы. Способы удаления поломанных метчиков.

6. Контроль качества резьбы. Брак и его причины. Безопасность труда

1. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ПРОФИЛИ РЕЗЬБ.

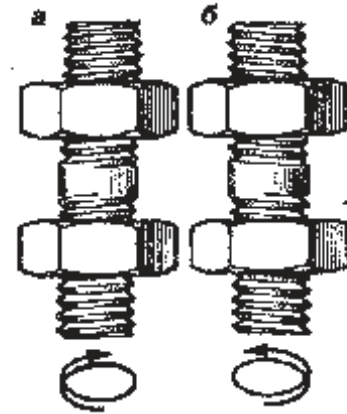
ВИДЫ КРЕПЕЖНЫХ РЕЗЬБ

НАРЕЗАНИЕМ РЕЗЬБЫ называют образование винтовой линии на поверхности детали путем снятия стружки или пластическим деформированием. Резьба может быть наружной или внутренней (рисунок 1), правой или левой (рисунок 2) в зависимости от направления подъема винтовой линии. В машиностроение чаще применяют правые резьбы.



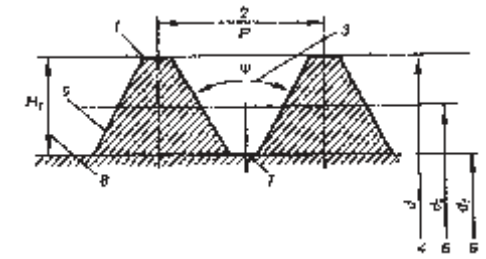
а — наружной (болт), б — внутренней (гайка); 1 — внутренний диаметр, 2 — шаг, 3 — наружный диаметр, 4 — угол.

Рисунок 2- Детали с резьбой



а — правая, б — левая.

Рисунок 3 - Резьбы по направлению винтовой линии



1 — вершина резьбы, 2 — шаг резьбы, Р, 3 — угол резьбы, 4 — d (наружный диаметр), 5 — d_1 (средний диаметр), 6 — d_1 (внутренний диаметр), 7 — основание резьбы, 8 — глубина резьбы, 9 — профиль резьбы.

Рисунок 4 - Элементы резьбы

1.1. Основные элементы резьбы

Основными элементами резьбы считают (рисунок 3):

Профиль резьбы — вид сечения резьбы в плоскости диаметра;

Угол профиля — угол между соседними гранями профиля;

Шаг резьбы (P) — расстояние между соседними гранями профиля;

Наружный диаметр резьбы (d) — диаметр по вершинам резьбы у болтов и по основаниям (впадинам) у гаек;

Внутренний диаметр резьбы (d_1) — диаметр по впадинам резьбы у болтов и по вершинам у гаек;

Средний диаметр (d_2) — условный диаметр цилиндра, делящего грани профиля по высоте на равные отрезки;

Высота профиля (глубина резьбы) (H_1) — расстояние от вершины резьбы до основания, измеренное перпендикулярно оси резьбы;

Витком резьбы (ниткой) называют часть винтовой линии в пределах одного шага резьбы.

1.2. Профили резьб

В зависимости от профиля резьбы подразделяют на крепежные и специальные (рисунок 4).

Крепежные резьбы имеют треугольный профиль и нарезаются на болтах, шпильках, винтах, гайках. Иногда, для получения плотных соединений, применяют конические треугольные резьбы.

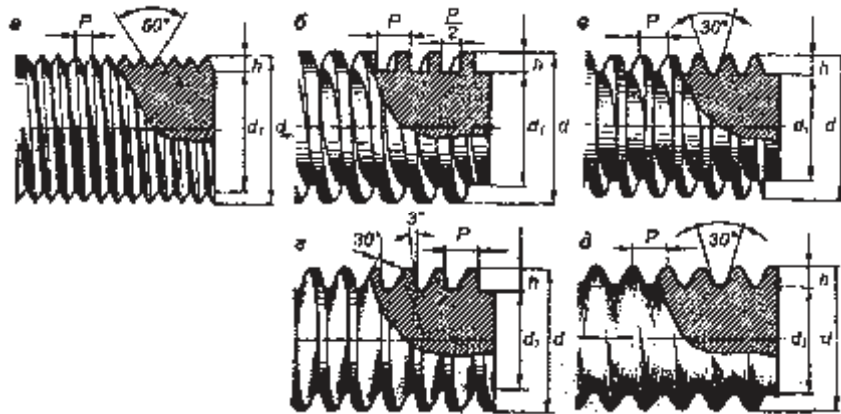


Рисунок 4 - Профили и элементы резьб

а — цилиндрическая треугольная, б — прямоугольная, в — трапецеидальная, г—упорная, д — круглая.

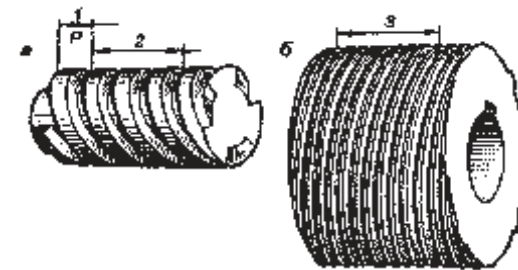
Специальные резьбы подразделяют на: прямоугольные, трапецеидальные, упорные и круглые.

➤ Прямоугольная резьба (рисунок 4, б) имеет квадратный профиль. Применяется редко из-за сложности изготовления и невысокой прочности.

➤ Трапецеидальная резьба (рисунок 4, в) имеет профиль в виде трапеции с углом 30° . Витки резьбы могут передавать большие нагрузки с малым коэффициентом трения. Широко применяется для передачи движений и больших усилий (ходовые винты металлорежущих станков, домкраты, прессы и др.).

➤ Упорная резьба (рисунок 4, г) имеет профиль в виде неравнобочной трапеции с углом при вершине 30° . Хорошо воспринимает нагрузки со стороны короткой грани профиля (на рисунке справа налево). Применяется в тех случаях, когда винт должен передавать большое одностороннее усилие (в винтовых Прессах, домкратах и т. п.). Круглая резьба имеет профиль, образованный двумя дугами, сопряженными с прямыми участками (рисунок 4, д). Угол профиля 30° . Применяется в соединениях работающих в загрязненной среде (крюки грузоподъемных машин, арматура пожарных трубопроводов и др.).

В зависимости от числа винтовых линий на поверхности детали различают одноходовые (однозаходные) и многоходовые (многозаходные) резьбы (рисунок 5). Ходом резьбы называют осевое перемещение винта при повороте его на один оборот. Число заходов легко подсчитать на торцевой поверхности винта или гайки. Многозаходные резьбы применяют в механизмах, служащих для передачи движения.



а — трехзаходная, б — восьмизаходная; 1 — шаг, 2 — ход трехзаходного винта, 3 — ход восьмизаходного винта.

Рисунок 5 - Резьбы с разным числом заходов (ходов)

1.3. Виды крепежных резьб

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

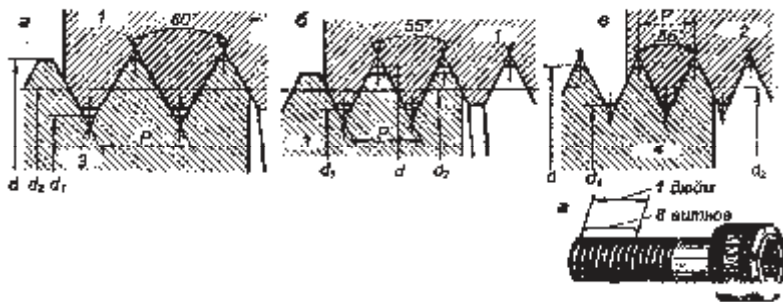
Метрическая резьба — основная крепежная резьба в стране. Имеет треугольный профиль с плоскосрезанными вершинами и углом профиля 60° (рис. 131, а). Диаметры и шаг резьбы измеряются в миллиметрах.

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

- с крупным шагом М20;
- с мелким шагом М20 х 1,5,

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

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



а — метрическая, б — дюймовая, в — трубная, г — деталь с дюймовой резьбой;

1 — гайка; 2 — муфта; 3 — болт; 4 — труба.

Рисунок 6 - Системы резьб

Диаметр резьбы выражают в дюймах ($1'' = 25,4$ мм), а шаг резьбы числом ниток в одном дюйме (рисунок 6, б, г).

Например, $3/8''-16$ — обозначает дюймовую резьбу с наружным диаметром $3/8$ дюйма и числом ниток на одном дюйме 16.

Трубная цилиндрическая резьба — применяется на тонкостенных деталях, трубах и арматуре трубопроводов. Представляет собой мелкую дюймовую резьбу со скругленными вершинами и углом профиля 55° (рисунок 6, в). За номинальный диаметр трубной резьбы принимают внутренний диаметр трубы.

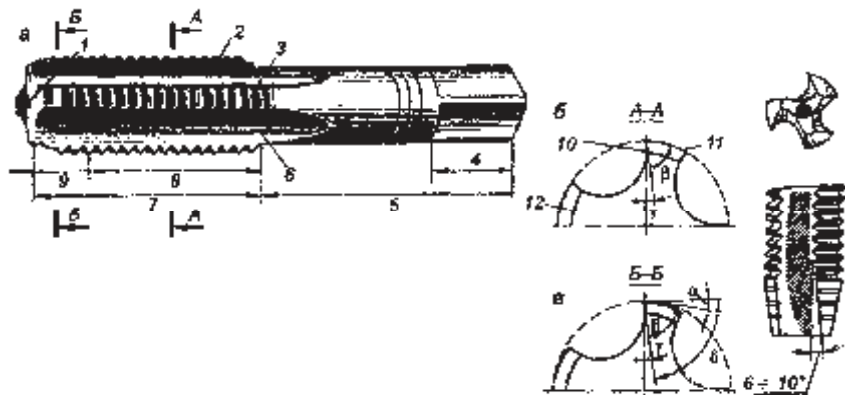
Условное обозначение резьб: труб $3/4''$. Цифры указывают номинальный диаметр резьбы в дюймах.

2. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ

2.1. Устройство метчика

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

Рабочая часть представляет собой винт с 3-4 продольными или винтовыми канавками, которые служат для образования режущих кромок и отвода стружки (рисунок 7). Метчики с винтовыми канавками предназначены для нарезания точных резьб. Рабочая часть метчика состоит из заборной (режущей) части, выполненной в виде конуса и калибрующей (направляющей) части. Режущая часть выполняет основную работу при нарезании резьбы, а направляющая калибрует резьбу. Резьбовые части метчика, ограниченные канавками, называются режущими перьями (зубьями). Они имеют форму клина с характерными для режущего инструмента углами. Величина заднего угла $6...10^\circ$, а переднего $8...10^\circ$ — для стали средней твердости; 5° — для твердой стали; $0-5^\circ$ — для бронзы и чугуна.



а — конструкция, б — элементы, в — главные углы; 1 — сердцевина, 2 — перо, 3 — нитка (виток), 4 — квадрат, 5 — хвостовик, 6 — канавка, 7 — рабочая часть, 8 — калибрующая часть, 9 — заборная часть, 10 — передняя поверхность канавки, II — задняя замылочная поверхность, 12 — режущее перо.

Рисунок 7 – Метчик ручной

Хвостовик служит для закрепления метчика в воротке или патроне.

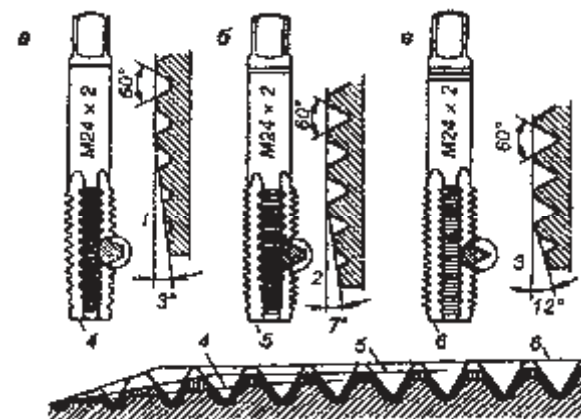
2.2 Ручные метчики

Ручные метрические и дюймовые метчики изготавливаются комплектом из двух метчиков для резьбы с шагом до 3 мм и комплектом из трех метчиков для резьбы с шагом свыше 3 мм — метрические резьбы диаметром 30-52 мм и дюймовые 1¹/₈-2".

В комплект из трех метчиков входят черновой, средний и чистовой (рисунок 8). Все метчики имеют разный диаметр и удаляют металл в соотношении: черновой — 60%; средний — 30%; чистовой — 10%. Для определения метчиков в комплекте на хвостовой части метчика наносятся кольцевые метки — одна, две или три для чернового, среднего и чистового метчиков соответственно. Там же ставится размер резьбы.

Другими отличительными признаками является количество ниток резьбы на заборной части метчика и угол наклона заборной части (рисунок 8).

Метчики в комплекте из двух штук определяются по тем же признакам, но имеют более длинную заборную часть, а черновой метчик — больший диаметр.



а — черновой, б — средний, в — чистовой; 1 — I метчик 4 нитки, 2 — II метчик 3 нитки, 3 — III метчик 2 нитки, 4 — черновой метчик, 5 — средний метчик, 6 — чистовой метчик.

Рисунок 8 - Комплект метчиков

2.3. Машинно-ручные и машинные метчики

Машинно-ручные метчики применяют для нарезания всех видов крепежных резьб с шагом до 3 мм в сквозных и глухих отверстиях машинным и ручным способом. Метчики могут быть одинарными и комплектными из двух штук. Хвостовики метчиков имеют квадрат под вороток и кольцевую канавку для крепления в быстросменном патроне. На рисунке 9, б, д, е изображены гаечный, плащечный и маточный машинно-ручные метчики.

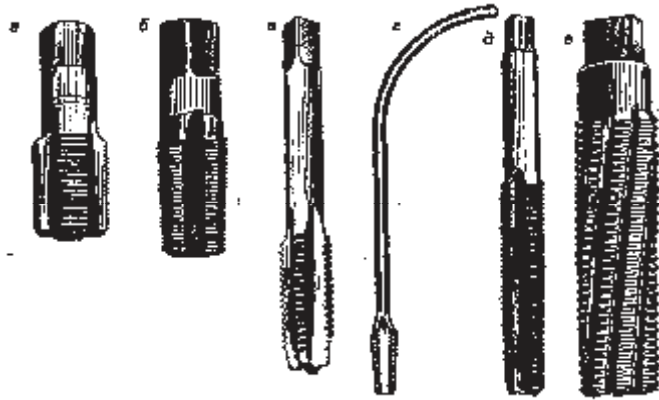


Рисунок 9 - Виды метчиков

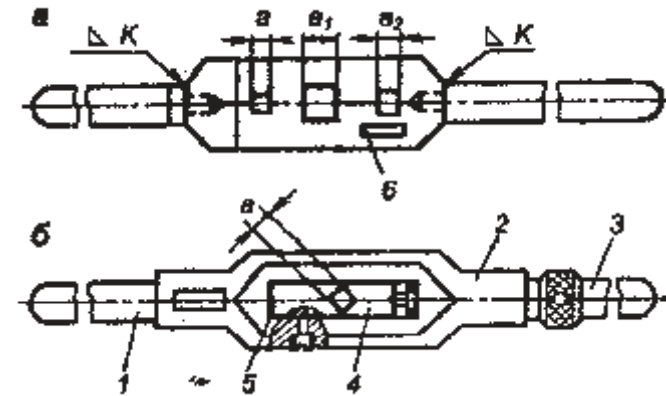
а — цилиндрический, б — конический, в — гаечный, г — с изогнутым хвостовиком, д — пласечный. е — маточный.

Гаечный метчик предназначен для нарезания резьбы в гайках за один проход и имеет удлиненный хвостовик для нанизывания готовых гаек. Пласечный метчик — для нарезания резьбы в пласках, а маточный — для зачистки резьбы в пласках, находящихся в работе.

Машинные метчики (рисунок 9, а, з) применяются для нарезания резьбы на сверлильных и резьбонарезных станках.

2.4 Воротки

Устанавливаются на квадрат хвостовика метчика при ручном нарезании резьбы. Изготавливаются нерегулируемыми, с числом отверстий от одного до трех и регулируемыми (рисунок 10 а, б).



а — нерегулируемый, б — с регулируемым отверстием; 1 — рукоятка, 2 — рамка, 3 — подвижная рукоятка, 4, 5 — сухари подвижные, 6 — место маркировки.

Рисунок 10 - Воротки

Для нарезания резьбы в труднодоступных местах применяются торцевые воротки, а для защиты метчиков от поломки — тарированные, способные ограничивать усилие, передаваемое на метчики. Длину воротка выбирают в зависимости от диаметра метчика по формуле: $L = 20d + 100$, где d — диаметр резьбы.

3. ПРИЕМЫ НАРЕЗАНИЯ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ. БРАК

3.1. Выполнение отверстий под резьбу

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

$$d_c = d - k_c P,$$

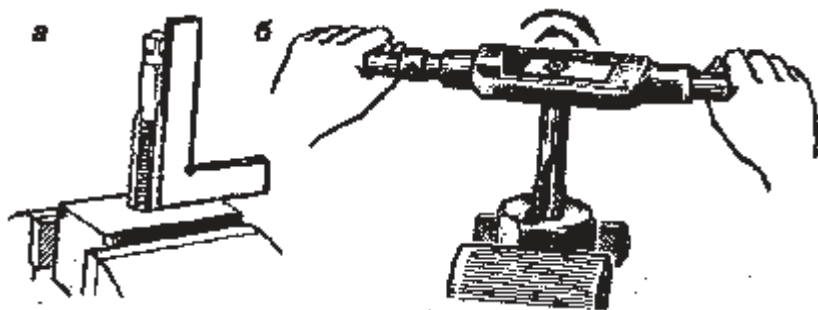
где d_c — диаметр сверла; d — номинальный диаметр резьбы; k_c — коэффициент, учитывающий разбивку отверстия при сверлении (обычно $k_c = 1 - 1,08$); P — шаг резьбы.

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

3.2. Приемы нарезания резьбы

Подготовленную к нарезанию резьбы деталь зажимают в тисках, вставляют в отверстие метчик, выверив его положение по угольнику (рисунок 11, а).

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



а — установка метчика, б — процесс нарезания.

Рисунок 11- Нарезание внутренней резьбы

вают на полтора — два оборота в направлении образования винтовой линии, а затем на пол-оборота в обратном направлении.

При обратном движении метчика дробится и обламывается стружка, метчик не вязнет в материале, резьба получается более чистой (рисунок 11, б). После нарезания резьбы обратным вращением метчик вывертывается из отверстия, а затем еще раз прогоняется по всей резьбе (при сквозной резьбе — насквозь).

3.3. Правила нарезания резьбы

- При нарезании резьбы в глубоких отверстиях или в мягких металлах метчик следует периодически вывертывать и очищать от стружки, а при нарезании резьбы в глухих отверстиях удалять стружку из отверстия, переворачивая деталь.
- Применять весь комплект метчиков в последовательности черновой-средней-чистой.
- Средний и чистовой метчики вводят в резьбу без воротка и после того, как метчик пойдет по резьбе, надевают вороток и продолжают нарезание.

Смазочно-охлаждающие жидкости, используемые при нарезании резьбы

Обрабатываемый материал	Смазочно-охлаждающая жидкость
Сталь углеродистая	Эмульсия. Осерненное масло
Сталь конструкционная	Осерненное масло с керосином
Сталь инструментальная	Смешанные масла
Сталь легированная	
Чугун ковкий	3-5%-я эмульсия
Чугунное литье	Без охлаждения. 3-5%-я эмульсия. Керосин
Бронза	Без охлаждения. Смешанные масла
Цинк	Эмульсия
Латунь	Без охлаждения. 3-5%-я эмульсия
Медь	Эмульсия. Смешанные масла
Никель	Эмульсия
Алюминий и его сплавы	Без охлаждения. Эмульсия. Смешанные масла. Керосин
Нержавеющие, жаропрочные сплавы	Смесь из 50% осерненного масла, 30% керосина, 20% олеиновой кислоты (или 80% сульфозрезола и 20% олеиновой

	кислоты
Волокнит, винипласт, оргстекло и т. д.	3-5%-я эмульсия
Текстолит, гетинакс	Обдувка сжатым воздухом

➤ Качество резьбы зависит от правильного выбора смазывающе-охлаждающих жидкостей. Применение смазки предотвращает налипание металла на метчик и задиры на резьбовой поверхности (см. табл.).

➤ В процессе работы контролировать вертикальное положение метчика через 2-3 витка резьбы, а по окончании работы проверить резьбу калибрами-пробками

3.4. Брак

Врак	Причина
Рваная резьба	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Тупой метчик или плашка ➤ Неудовлетворительное охлаждение ➤ Перекос метчика или плашки относительно отверстия при неправильной установке
Неполная (тупая) резьба	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Большой диаметр просверленного отверстия под резьбу или мал диаметр стержня ➤ Малы передний и задний углы сверла ➤ Высока вязкость материала детали
Неточный профиль резьбы	<ul style="list-style-type: none"> 23. Малая величина переднего угла метчика или плашки 24. Недостаточная длина заборного конуса 25. Тупой или неправильно заточенный инструмент 26. Смазочно-охлаждающая жидкость не соответствует обрабатываемому материалу детали 27. Чрезмерно высокая скорость резания

Ослабленная резьба	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Разбивание резьбы метчиком при неправильной его установке ➤ Биение инструмента ➤ Применение повышенных скоростей резания
Тугая резьба	➤ Диаметр инструмента не соответствует заданному диаметру резьбы
Конусность резьбы	➤ Неправильное вращение метчика (разбивание верхней части отверстия)
Поломка метчика	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Защемление стружки при вывертывании метчика ➤ Заниженный диаметр отверстия под резьбу
Срыв резьбы	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Диаметр просверленного отверстия под резьбу меньше требуемого ➤ Затупившийся метчик ➤ Стружка забивается в канавках метчике

4. НАРЕЗАНИЕ НАРУЖНОЙ РЕЗЬБЫ. ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИЕМЫ РАБОТЫ

4.1 Инструменты для нарезания наружной резьбы

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

Круглые плашки изготавливают цельными и разрезными (рисунок 12).

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

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

Резьбонакатные плашки предназначены для получения точных профилей резьб (рисунок 13, а, б). Плашка имеет корпус на котором установлены накатные ролики.

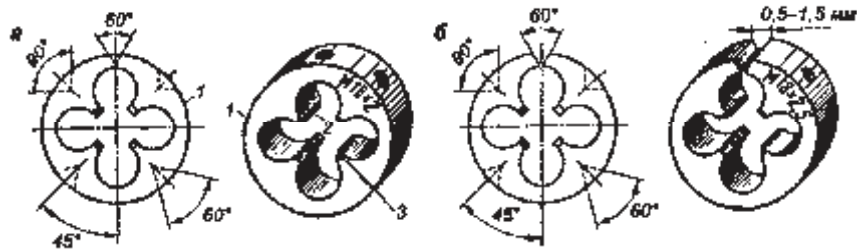
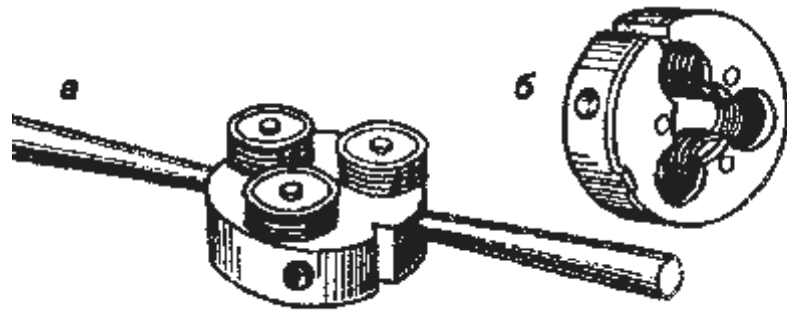


Рисунок 12 - а - цельная, б - разрезная; 1 - плашка, 2 - резьба, 3 - заборная часть.



а — малогабаритная типа МПН,

б — для накатывания на тонкостенных трубах.

Рисунок 13 - Резьбонакатные плашки



а — полуплашки, б — клупп, в — нарезание резьбы; 1 — рамка, 2 — ручки,

3 - полуплашки, 4 — сухарь, б — винт.

Рисунок 14 - Раздвижные призматические плашки

Ролики можно регулировать под различные диаметры резьбы и применять для получения резьб диаметром 4- 33 мм с шагом 0,7-2 мм. Накатанная резьба более прочна, чем нарезанная.

Раздвижные (призматические) плашки состоят из двух половин (полуплашек) и устанавливаются в специальном плашкодержателе-крупке (рисунок 14). На каждой из полуплашек указан диаметр резьбы и номер полуплашки 1 и 2 для правильной установки их в крупку. Выпускаются для метрических резьб диаметром от М6 до М52, для дюймовых резьб от 1/4 до 2", для трубных резьб от 1/8 до 1 3/4".

Крупки под призматические плашки изготавливают шести размеров от № 1 до № 6.

4.2. Приемы нарезания резьбы

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

При нарезании резьбы плашкой вручную стержень в тисках зажимают так, чтобы конец его выступал над губками на 20-25 мм больше длины нарезаемой части (рисунок 15). Для облегчения захода плашки на конце стержня снимается фаска.

Плашкодержатель с установленной плашкой берут рукой за среднюю часть и, слегка надавливая на стержень, вращают, пока плашка не врежется.

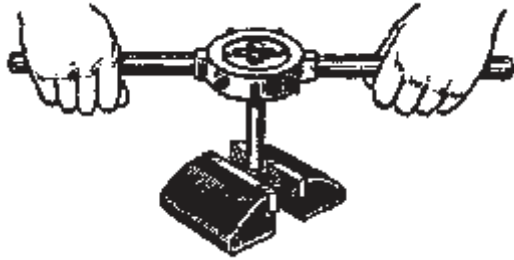


Рисунок 15 - Нарезание резьбы плашкой

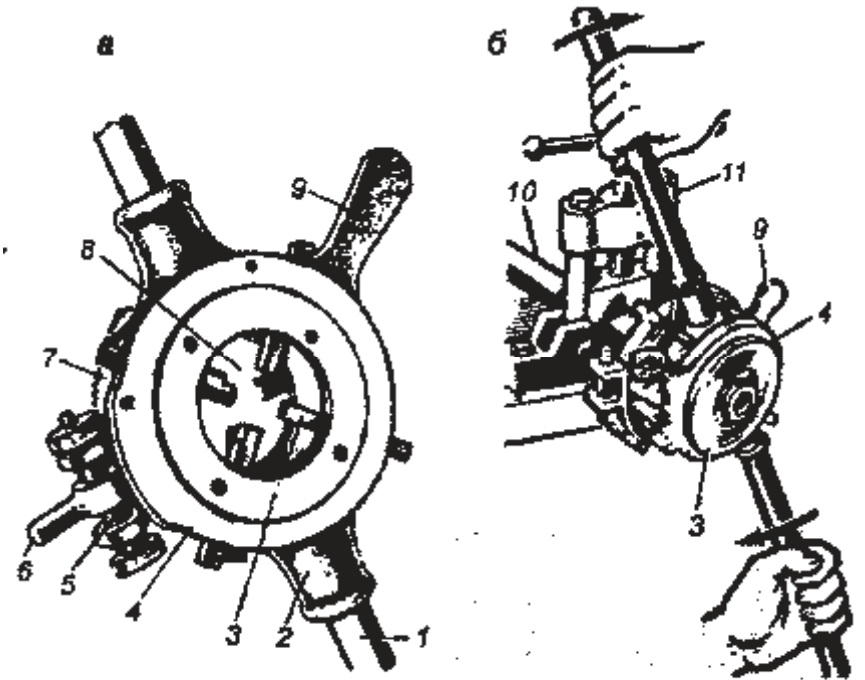
. При этом надо следить за тем, чтобы плоскость вращения плашкодержателя была перпендикулярна продольной оси стержня.

Стержень смазывают и продолжают нарезать резьбу, вращая вороток плашкодержателя так, как при нарезании резьбы метчиком (1,5-2 оборота по направлению резьбы и пол-оборота в обратную сторону). Выбор смазывающей охлаждающей жидкости в соответствии с таблицей (см. п. 3.3).

Цельными плашками резьбу нарезают за один проход. Для получения более качественной резьбы диаметром больше 12 мм рекомендуется нарезать ее сначала изношенной плашкой, используя ее как черновую, а затем новой — чистовой. Готовую резьбу контролируют резьбовыми микрометрами, резьбовыми калибрами — кольцами и резьбовыми шаблонами.

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

Раздвижными плашками нарезают резьбу за несколько приемов. Сначала устанавливают полуплашки в клупп на несколько больший диаметр, чем требуется, и нарезают резьбу на всю длину резьбовой части детали. Затем возвращают клупп в начало резьбы, поджимают полуплашки и вновь проходят резьбу. Операцию повторяют, проверяя каждый раз резьбу калибром, до получения



а — устройство, б — прием нарезания резьбы; 1 — рукоятка для поворота планшайбы, 2 — корпус, 3 — плашки, 4 — планшайбы, 5 — червяк, 6 — рычаг, 7 — зубчатый сектор, 8 — направляющая плашка, 9 — рукоятка для вращения клуппа, 10 — нарезанная труба, 11 — прижим.

Рисунок 16 - Клупп трубный размером от 1/2 до 2" с раздвижными пластинками

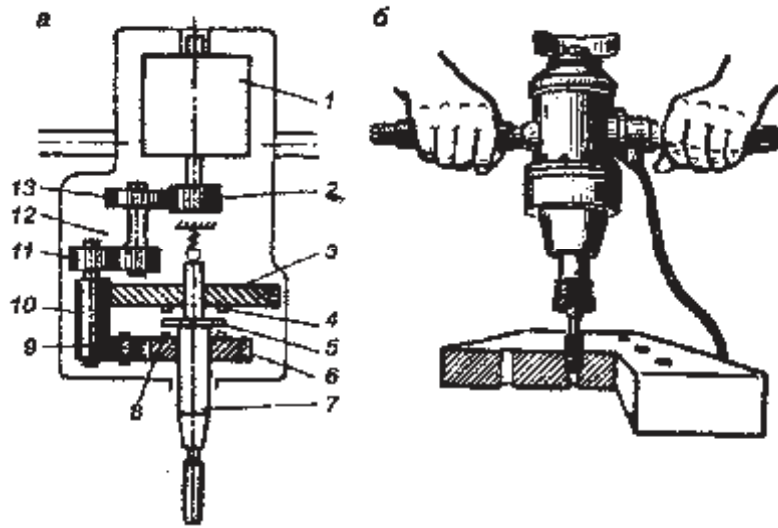
резьбы нужного размера. Резьбу на трубах нарезают трубным клуппом с четырьмя раздвижными плашками (гребенками), которые одновременно сдвигаются с помощью планшайбы (рисунок 16). Поэтому одним клуппом можно нарезать резьбу разных диаметров. Резьбы диаметром до 1" нарезают за два прохода, а более 1" — за три.

5. МЕХАНИЗАЦИЯ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ. СПОСОБЫ УДАЛЕНИЯ ПОЛОМАННЫХ МЕТЧИКОВ

5.1. Механизация нарезания резьбы

Нарезание резьбы вручную — трудоемкая и малопроизводительная операция. Поэтому для нарезания резьбы в крупных деталях и при сборке изделий применяют резьбонарезатели с электрическим или пневматическим приводом.

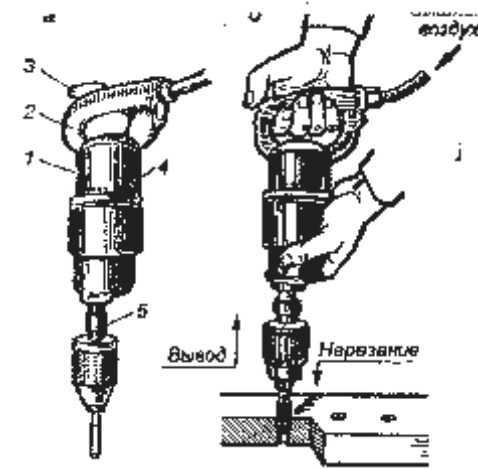
Кинематическая схема и работа резьбонарезателя с электрическим приводом показана на рисунке 17. Метчик резьбонарезателя начинает вращение после нажатия на корпус инструмента вниз. При этом шпиндель 7 вдвигается внутрь инструмента и его фланец 5 входит в зацепление с выступом зубчатого колеса 3. Если нажатие на корпус прекращается, метчик останавливается. При подъеме инструмента фланец шпинделя входит в зацеп-



а — кинематическая схема, б — работа резьбонарезателем;

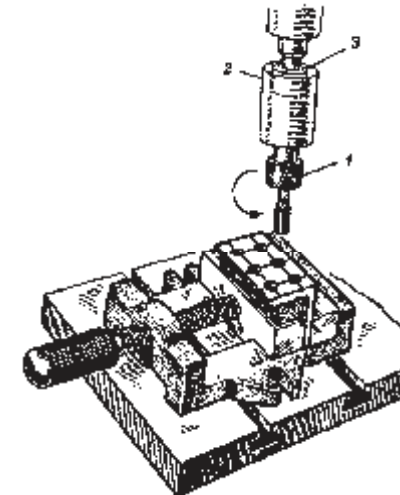
1 — электродвигатель, 2, 3, 6, 9, 10, 11, 12, 13 — зубчатые колеса, 4, 8 — выступы, 6 — фланец, 7 — шпиндель.

Рисунок 17 - Резьбонарезатель с электрическим приводом



а — с пневматическим приводом ПНР-8 легкого типа, б — прием работы.

Рисунок 18 - Резьбонарезатель



1, 2 — гайки, 3 - стопорный винт.

Рисунок 19 - Нарезание резьбы в отверстии на сверлильном станке

ление с выступами зубчатого колеса 6, вращающегося в два раза быстрее, чем колесо 3. Поэтому метчик выходит из резьбы с удвоенной скоростью. Производительность труда повышается в 6-10 раз.

Резьбонарезатель с пневматическим приводом (рисунок 18) применяют для нарезания мелких резьб. Инструмент работает так же, как и электроприводной. При нажатии большим пальцем на курок 3 воздух поступает в пневмодвигатель 1 и выходит из него через отверстия 4, шпиндель 5 начинает вращаться. Направление вращения шпинделя изменится, если прекратить нажим на рукоятку 2.

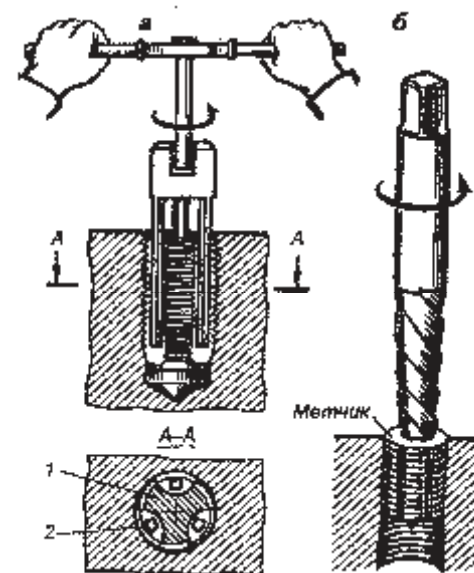
Наиболее производительным является нарезание резьбы на сверлильных станках (рисунок 19). На шпиндель станка устанавливается предохранительный патрон, в котором метчик закрепляют на допустимое усилие с помощью стопорного винта 3 и круглой гайки 2. Метчик закрепляют накидной гайкой 1. Сверлильный станок налаживают на скорость резания 5-8 м/мин. Наибольший размер нарезаемой резьбы 8 мм.

Производительность труда повышается в 8...10 раз по сравнению с нарезанием вручную.

5.2. Удаление сломанных метчиков

Если из отверстия выступает обломок метчика, его можно вывернуть, захватив выступающую часть плоскогубцами или ручными тисочками. Если обломок не выступает из отверстия, деталь вместе с обломком нагревают докрасна, медленно охлаждают и высверливают остаток метчика. В отверстие можно вставить специальный зенкер (рисунок 20, б). Если деталь большая, можно применять следующие способы: 1) с помощью специальной оправки, имеющей три выступа, которыми она входит в канавки метчика (рисунок 20, а). Перед вывертыванием обломка в отверстие заливают керосин; 2) (для деталей из алюминиевых сплавов) травлением азотной кислотой, заливаемой в отверстие. Через каждые 5-10 мин кислоту меняют пипеткой. Процесс продолжают до полного разрушения метчика. Потом кислоту удаляют, деталь промывают. Травление можно провести соляной кислотой с подогревом детали; 3) наплавкой

электродом сломанной части метчика. После этого может быть приварена планка или оправка под ключ (рисунок 21, 22).



а — при помощи оправки с рожками, б — зенкером;

1 — осколок метчика, 2 — выступы (рожки).

Рисунок 20 - Удаление сломанного метчика

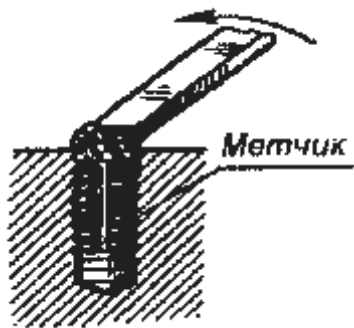


Рисунок 21 - Удаление сломанного метчика при помощи планки, приваренной к остатку метчика

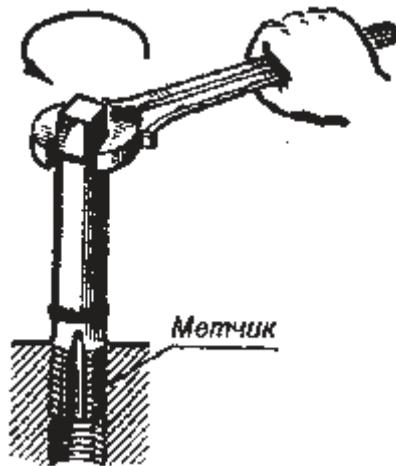


Рисунок 22 - Удаление сломанного метчика ключом

6. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РЕЗЬБЫ. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

6.1. Контроль качества резьбы

Нарезанная резьба контролируется визуально, по внешним признакам (см. п. 3.4), и с помощью контрольных инструментов.

Инструментальный контроль внутренней резьбы выполняют с помощью резьбовых калибров-пробок, а внешней резьбы — с помощью резьбовых калибров-колец. Непроходные калибры не должны заходить более, чем на один виток, а проходные должны свободно проходить по всей резьбе. Шаг резьбы контролируют резьбовыми шаблонами.

Качество резьбы во многом определяется состоянием резьбонарезных инструментов. Для поддержания инструментов в исправном состоянии их необходимо правильно и аккуратно хранить. Метчики хранят в деревянных колодках с гнездами, куда они вставляются хвостовиками. Плашки хранят в футлярах или подвешивают на щитах.

После работы плашки протирают и смазывают, а при затуплении отправляют на заточку.

6.2. Безопасность труда

- При ручном нарезании резьбы в деталях с острыми выступающими частями следить за тем, чтобы при повороте воротка не поранить руки.
- При работе на станке и с переносными электроинструментами соблюдать правила эксплуатации и безопасности.

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислить основные элементы профиля резьбы.
2. Где применяется трапецидальная резьба?
3. Особенности упорной резьбы и ее применение?
4. Как отличить многозаходную резьбу от однозаходной?
5. Какой профиль имеют метрическая, дюймовая и трубная резьба?
6. В каких случаях применяют крепежные метрические резьбы с малым шагом?
7. Как обозначают шаг дюймовой резьбы?
8. Чем отличаются метчики для нарезания точных резьб от метчиков для обычных резьб?
9. В каких случаях применяют комплекты из двух и трех метчиков?
10. По каким признакам можно отличить метчики в комплекте?
11. Машинно-ручные метчики применяют для нарезания резьбы с шагом... (продолжить).
12. Для какой цели применяют тарированные воротки?
13. Почему диаметр отверстия под резьбу должен быть больше внутреннего диаметра резьбы? Что произойдет, если диаметр отверстия будет равен внутреннему диаметру резьбы?
14. Как приблизительно определить диаметр отверстия под резьбу?
15. Как определить глубину глухого отверстия — L , если длина резьбы — L_1 , а шаг резьбы — P ?
16. Как следует работать метчиком при нарезании резьбы в мягких металлах?
17. Для чего применяют смазку при нарезании резьбы?

18. Чем могут различаться резьбы, нарезанные цельной и разрезной плашками?
19. Какие особенности имеет резьба, полученная накаткой?
20. Как выбрать диаметр стержня под резьбу?
21. За сколько проходов клуппа следует нарезать резьбу диаметром до 1" и больше 1"?
22. Какая наибольшая по размеру резьба может быть нарезана на сверлильном станке?
23. Что происходит с материалом обломка метчика после нагревания его с деталью докрасна и медленного охлаждения?
24. В каких металлах можно вытравить обломок метчика азотной кислотой?
25. Если неправильно выбран диаметр отверстия, возможны следующие виды брака... (продолжить).
26. Какие виды брака возможны при работе затупленными инструментами ?
27. Что является причиной срыва резьбы при нарезании/
28. Какой калибр — проходной или непроходной применяется первым при контроле резьбы?

ТЕМА 10 - ШАБРЕНИЕ

1. Сущность шабрения. Шаберы и их заточка.

2. Контроль, виды и приемы шабрения.

3. Шабрение прямолинейных и криволинейных поверхностей.

4. Механизация шабрения. Замена шабрения

другими видами обработки. Брак

1. СУЩНОСТЬ ШАБРЕНИЯ. ШАБЕРЫ И ИХ ЗАТОЧКА

1.1. Сущность шабрения

ШАБРЕНИЕ — это операция по снятию с поверхности детали очень тонких частиц металла специальным инструментом — шабером. За один рабочий ход шаберы снимают слой металла толщиной 0,05-0,07 мм.

Цель операции — обеспечение точного прилегания сопрягаемых поверхностей.

Шабрением обрабатывают прямолинейные и криволинейные поверхности вручную и на станке.

Точность шабрения составляет до 30 пятен контакта в квадрате 25 x 25 мм, а шероховатость поверхности Ra 0,32.

Операция широко применяется для обработки направляющих поверхностей станков, подшипников скольжения и других поверхностей. На выполнение операции оставляют припуск примерно 0,1-0,4 мм, в зависимости от размеров поверхности. Перед шабрением поверхность точно и чисто обрабатывают, опиливают личным напильником, строгают или фрезеруют. При опиливании поверхность контролируют проверкой «на краску», добиваясь равномерного расположения пятен. При этом напильник двигают вкруговую (рисунок 1).



Рисунок 1 - Припиливание поверхности с проверкой на «краску»

Обработанные шабрением поверхности имеют следующие достоинства:

- в отличие от шлифованной или притертой более износостойки, так как не имеют остатков абразивных зерен, ускоряющих процесс износа;
- лучше удерживают смазывающие вещества, что также способствует повышению износостойкости.

1.2 Шаберы

Изготавливают из инструментальной углеродистой стали и закалывают до твердости HR 64-66.

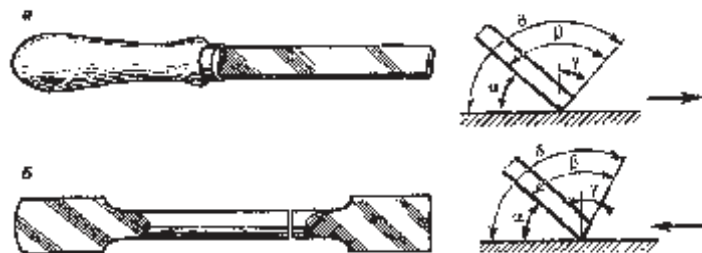
По форме режущей части подразделяются на плоские, трехгранные, фасонные.

По числу режущих граней — на односторонние и двухсторонние.

По конструкции — на цельные и со вставными пластинками.

Плоские шаберы применяют для обработки плоских поверхностей, пазов, канавок.

Режущая часть шабера может быть плоской и выпуклой (рисунок 2); с прямым и изогнутым концом (рисунок 3).



а — односторонний, б — двухсторонний

Рисунок 2 - Плоские шаберы и углы их заточки

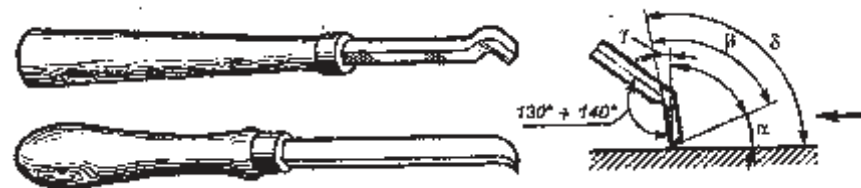


Рисунок 3 - Шаберы с изогнутым концом и углы их заточки

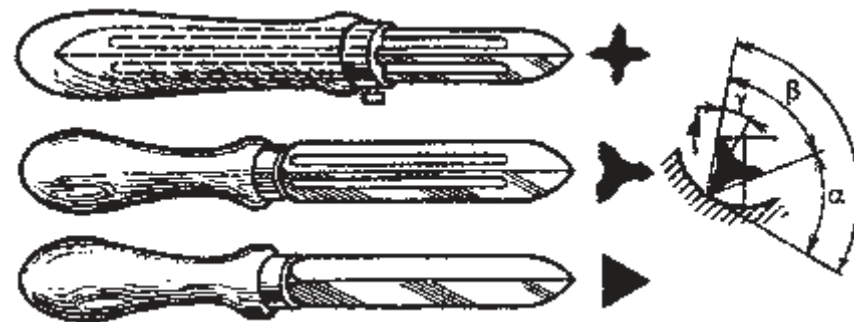


Рисунок 4 - Трех- и четырехгранные шаберы и углы их заточки

Шаберами с прямыми концами шабруют открытые поверхности, а с изогнутыми — стенки пазов и канавок и смежных плоскостей, а также мягкие металлы.

Ширина режущей кромки у шабера для черного шабрения от 20 до 25 мм, а для чистового шабрения 5- 10 мм. Углы заострения соответственно 70-75° и 90°.

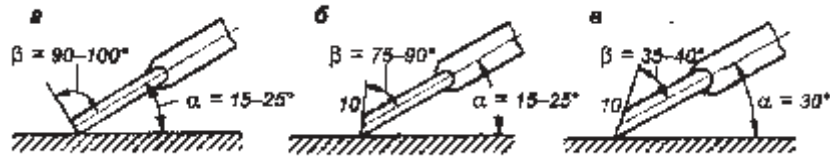
Трехгранные шаберы (рисунок 4) применяют для шабрения вогнутых и цилиндрических поверхностей. Для облегчения заточки они имеют желобки, образующие режущие кромки с углом заострения 60-75°.

Фасонные шаберы имеют набор сменных стальных пластин, закрепляемых на стержне с рукояткой. Предназначены для шабрения в труднодоступных местах впадин, желобков и других фасонных поверхностей.

1.3. Заточка шаберов

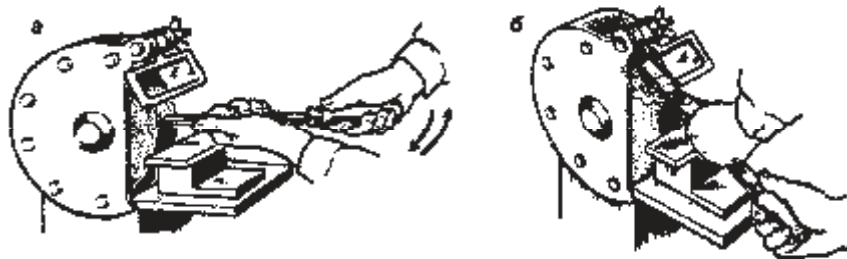
Углы заточки шаберов для обработки чугуна, бронзы, стали и мягких металлов приведены на рисунок 5. Так, для стали угол заострения шабера

составляет 75- 90°, что обеспечивает наиболее мягкое снятие металла, и при установке под углом 15-25° шабер не врезается в металл. Для мягких металлов заточка шабера под углом 35-40° позволяет снимать стружку толщиной до 0,01 мм. Заточку шабера выполняют с охлаждением на заточном



а - чугуна и бронзы, б — стали, в — мягких металлов.

Рисунок 5 - Углы заточки шаберов для обработки



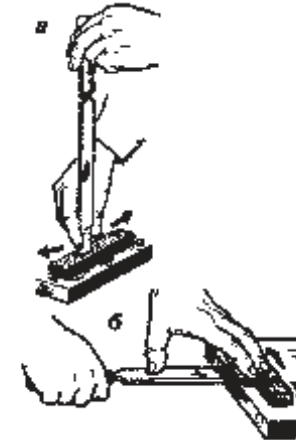
а – торца; б – боковой поверхности

Рисунок 6 – Заточка плоского шабера

станке (рисунок 6). левой рукой удерживают стержень в 20-30 мм от режущей кромки, опираясь на подручник. Угол наклона шабера выбирают в зависимости от требуемого угла заострения. Не отрывая шабера от круга, плавно перемещают его в горизонтальной плоскости. Боковая поверхность шабера зачищается от заусенцев, как показано на рисунок 6, б. После заточки режущую часть доводят (заправляют) на брусок так, чтобы при увеличении в 2,5 раза не было видно неровностей (рисунок 7). Поверхность бруска

покрывают тонким слоем минерального масла. Для точного шабрения окончательную доводку выполняют с помощью пасты ГОИ.

Шабер заправляют сразу, как только почувствуют затупление. В среднем за рабочий день править шабер приходится 4—6 раз в зависимости от твердости материала.



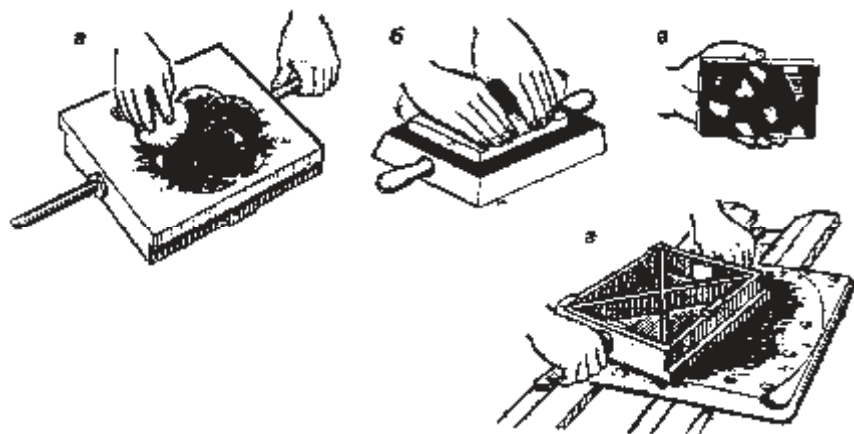
а – торцевой поверхности; б - боковой

Рисунок 7 – Доводка (заправка) шабера на бруске

2 КОНТРОЛЬ, ВИДЫ И ПРИЕМЫ ШАБРЕНИЯ

2.1 Контроль шабрения

Контроль при шабрении выполняется с помощью поверочных плит, линеек или валиков на краску по числу пятен на единицу поверхности. Метод отличается высокой точностью и простотой. Краску сначала наносят на поверхность поверочного инструмента, а затем переносят с нее на обрабатываемую поверхность (рисунок 8, 9).



а — окрашивание плиты тампоном, б — перемещение детали по плите (окрашивание)-, в — окрашенная деталь, г — перемещение плиты по детали

Рисунок 8 - Окрашивание плоских поверхностей при шабрении

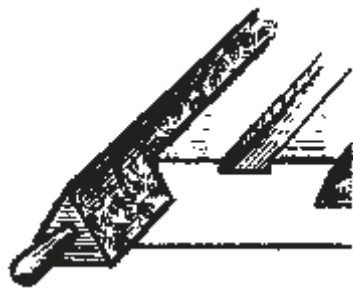


Рисунок 9 - Нанесение краски перед шабрением направляющих типа «ласточкин хвост»

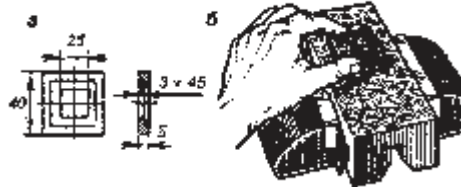


Рисунок 10 - Контроль качества пришабренной поверхности
а — рамка, б — контроль качества шабрения.

Шабровочная краска представляет собой смесь машинного масла с лазурью или сажей, имеющую консистенцию (густоту) пасты.

Перед окрашиванием поверхность детали тщательно протирают, осторожно прикладывают к окрашенной поверхности плиты и совершают по ней два-три круговых движения.

На хорошо обработанной поверхности краска ложится равномерным слоем (рисунок 8, в). Места углублений остаются незакрашенными, выступающие места покрываются тонким слоем краски и имеют серый цвет. Наиболее темными оказываются места менее углубленные — в них скапливается краска.

Качество пришабренной поверхности оценивается по числу пятен в квадрате 25 x 25 мм с помощью специальной рамки (рисунок 10).

2.2 Виды шабрения

Различают три вида шабрения: предварительное, получистовое, чистовое.

При предварительном (черновом) шабрении широкими шаберами снимают наиболее выступающие части поверхности, удаляя следы от обработки. Длина рабочего хода — 10-15 мм. После каждого окрашивания направление движения шабера изменяют. Шабрение прекращают, когда пятна располагаются равномерно и число их в квадрате 25 x 25 мм будет равным четырем-шести.

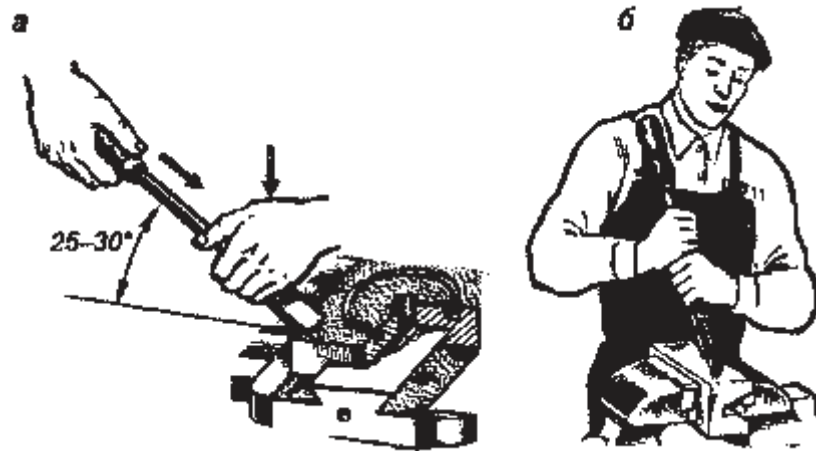
Получистовое шабрение ведут до получения восьми - пятнадцати пятен в квадрате 25 x 25 мм. Работу выполняют плоским узким шабером (12-15 мм) при длине рабочего хода от 5 до 10 мм, снимая только серые пятна. Направление движения шабера меняют так, чтобы штрихи на соседних участках имели разное направление.

Чистовое (окончательное) шабрение выполняют для очень точных сопряжений узкими шаберами и короткими штрихами. Во время холостого хода инструмент должен отделяться от поверхности, чтобы не оставалось рисок. Перед окончанием шабрения поверхность притирают о контрольную без краски. Выступающие части определяют по блеску. Точность шабрения — 20-25 пятен в квадрате 25 x 25 мм.

2.3 Приемы шабрения

При обработке плоских поверхностей применяют приемы шабрения «от себя» и «на себя» (рисунок 11).

В первом случае шабер устанавливают под углом 25-30° к обрабатываемой поверхности, правой рукой удерживая его за рукоятку, а левой нажимая на конец инструмента.



а — «от себя», б — «на себя».

Рисунок 11 - Приемы шабрения плоских двигателей

живая его за рукоятку, а левой нажимая на конец инструмента. Рабочим ходом является движение от себя.

Во втором случае шабер берут двумя руками за среднюю часть и устанавливают лезвие к обрабатываемой поверхности под углом 75-80°.

Рукоятка шабера при этом должна упираться в плечо. Рабочим ходом является движение на себя. Преимущества этого приема в том, что режущая часть шабера плавно входит в металл и выходит из него, поверхность получается более ровной, без заусенцев; производительность труда повышается в полтора-два раза.

3 ШАБРЕНИЕ ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ И КРИВОЛИНЕЙНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

3.1 Шабрение плоскостей, расположенных под углом

Плоскости, расположенные под прямым углом, контролируют поверочным угольником. Для этого вертикальную плоскость поверочного угольника предварительно окрашивают. Обрабатываемую деталь перемещают

горизонтальной плоскостью по поверочной плите, а вертикальной — по плоскости угольника.

Технология обработки плоскости не отличается от обработки плоских поверхностей. Плоскости сопрягающиеся под острым углом (направляющие типа «ласточкин хвост» и др.) шабруют, используя для контроля угла и плоскостности трехгранную поверочную линейку (рисунок 9). Сначала обрабатывают горизонтальные плоскости, затем — наклонные.

3.2 Шабрение плоскости методом трех плит

Метод позволяет получить точные плоские поверхности одинаковых по размерам трех плит, без применения поверочных инструментов.

Подготовленным для шабрения плитам присваивают номера (№ 1, № 2, № 3) и наносят клеймением на нерабочих поверхностях.

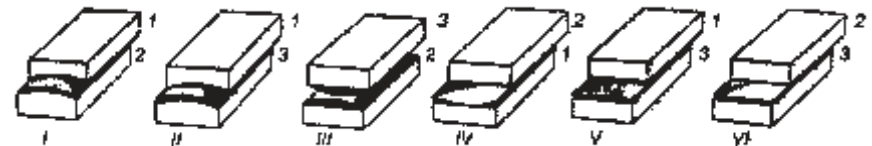


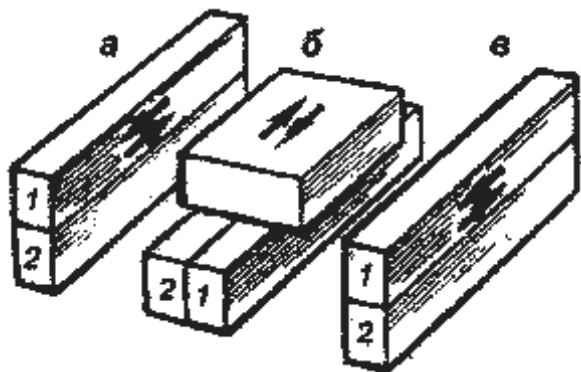
Рисунок 12 - Шабрение по методу трех плит. (для наглядности слой металла увеличен)

Затем каждую из плит последовательно пришабривают к двум другим в следующем порядке (рисунок 12):

- плиту № 1 пришабривают к плите № 2;
- плиту № 1 пришабривают к плите № 3;
- плиту № 2 пришабривают к плите № 3;
- плиту № 2 пришабривают к плите № 1;
- плиту № 3 пришабривают к плите № 1;
- плиту № 3 пришабривают к плите № 2.

3.3 Шабрение плоскостей методом совмещения граней

Метод применяют для получения точного сопряжения плоских поверхностей и перпендикулярности боковых сторон деталей. Детали прямоугольно-призматической формы обрабатывают попарно (рисунок 13).



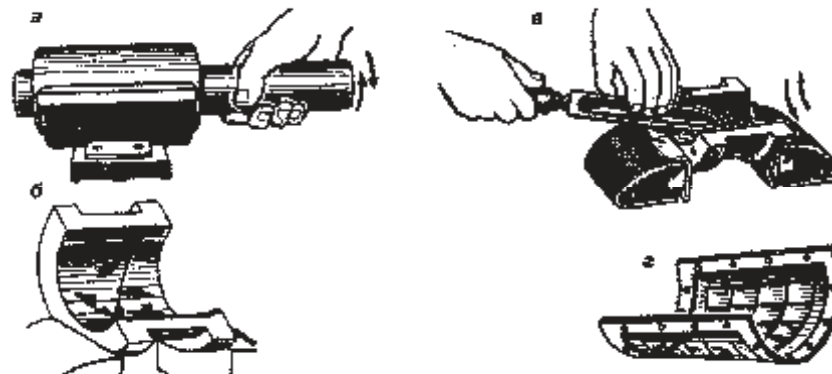
а — пригонка двух граней, б - совмещенная пригонка, в — повторение перехода а.

Рисунок 13 - Шабрение по методу совмещения граней

Пришабривание начинают с пригонки двух рабочих граней. Затем эти грани совмещают, а две смежные грани проверяют одной контрольной плитой. Процесс повторяется до получения требуемого результата.

3.4 Шабрение криволинейных плоскостей

Обрабатывают главным образом цилиндрические и конические поверхности подшипников скольжения. Для обработки применяют трехгранные и дисковые шаберы. Поверхности окрашивают с помощью поверочных вали-



а — перенос краски с вала на подшипник, б — вкладыш со следами краски, в — прием шабрения, г — шаблон-сетка для проверки количества пятен после шабрения.

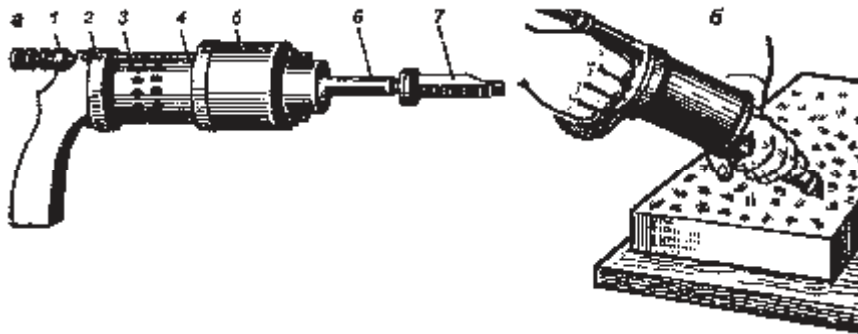
Рисунок 14 - Шабрение криволинейных поверхностей

ков цилиндрической и конической формы или сопрягаемых с подшипниками шеек валов (рисунок 14). Подсчет числа пятен выполняют по эластичным пластмассовым рамкам. Припуск на шабрение берут от 0,05 мм (для отверстий диаметром до 80 мм и длиной до 100 мм) до 0,35 (для отверстий диаметром 180-360 мм и длиной 200-300 мм). Детали зажимают в тисках или специальных приспособлениях. Окрашенный контрольный валик устанавливают на обрабатываемую поверхность и проворачивают. Окрашенные места удаляют трехгранным шабером, удерживая его за рукоятку, а левой придают боковое движение. Шабрение ведут до получения нужного числа пятен в квадрате 25 x 25 мм; для вкладышей подшипников диаметром до 120 мм — 12 пятен; для вкладышей диаметром свыше 120 мм — 10 пятен.

4 МЕХАНИЗАЦИЯ ШАБРЕНИЯ. ЗАМЕНА ШАБРЕНИЯ ДРУГИМИ ВИДАМИ ОБРАБОТКИ

4.1 Механизация шабрения

Шабрение отличается большой трудоемкостью. При ремонте станков доля шабрения в общих затратах времени на слесарные работы может составлять до 40%. Пневматические шаберы (рисунок 15) предназначены для предварительного, полустогового и чистового шабрения стальных и чугунных поверхностей. Шабер позволяет регулировать ход инструмента (линейное перемещение) с помощью имеющейся шкалы. Для чистовой обработки



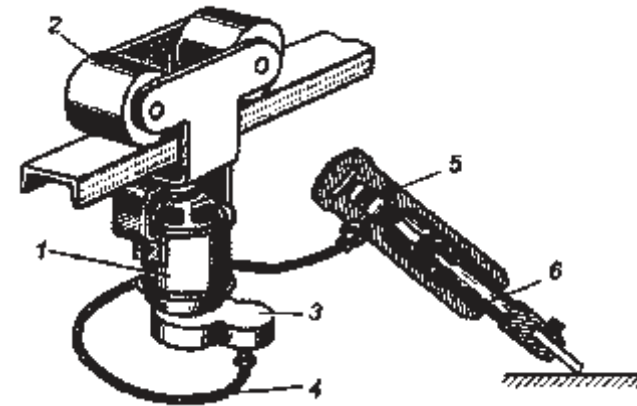
а — устройство, б — прием работы; 1 — штуцер, 2 — крышка ручки, 3 — золотниковая коробка, 4 — шпилька, 5 — крышка двигателя, 6 — шток, 7 — патрон для закрепления шабера.

Рисунок 15 - Пневматический шабер

рекомендуется самый малый ход. Шабер должен все время перемещаться по обрабатываемой поверхности — на одном месте нельзя делать более двух - трех ходов. При подаче сжатого воздуха через штуцер 1 раскручивается ротор пневмодвигателя, вращательное движение которого преобразуется в возвратно-поступательное движение патрона 7 с закрепленным в нем шабером с частотой 800-1200 двойных ходов в минуту. Электромеханические шаберы (рисунок 16) приводятся в действие от электродвигателя 1, подвешенного на тележке 2 к моно-

рельсу. Электродвигатель через редуктор 3 и гибкий вал 4 вращает кривошип 5, который придает инструменту возвратно-поступательное движение.

Электромеханический шабер может перемещаться по монорельсу вдоль мастерской. Пневматический и электромеханический шаберы, а также другие виды приводных шаберов имеют ряд недостатков, ограничивающих их применение: трудность регулирования движения; невозможность регулирования усилия, передаваемого инструменту; сильные вибрации при работе.



1 — электродвигатель, 2 — тележка, 3 — редуктор, 4 — гибкий вал, 5 — кривошип, 6 — инструмент.

Рисунок 16 - Электромеханический шабер

4.2 Замена шабрения другими видами обработки

В связи с тем, что шабрение является трудоемкой и малопроизводительной операцией, его заменяют механической обработкой — шлифованием, тонким строганием и фрезерованием, поверхностным пластическим деформированием (ППД).

Шлифованием обрабатывают обычно направляющие станков. Для этого применяют самодвижущиеся шлифовальные головки. Головка может устанавливаться под нужным углом к обрабатываемой поверхности. Шлифование более чем в три раза сокращает время на обработку.

Тонкое строгание и тонкое фрезерование применяют вместо чистового шабрения. При обработке снимается очень тонкая стружка, обеспечивается хорошее сопряжение плоских поверхностей. Качество обработки поверхности приближается к шабрению. Шабрение втулок подшипников заменяют обработкой развертками. Втулки большого диаметра обрабатывают точным растачиванием.

Обработка ППД позволяет уменьшить высоту микронеровностей поверхности путем пластического деформирования катящимся или скользящим деформирующим инструментом. Метод ППД повышает износостойкость и усталостную прочность поверхности.

4.3 Брак

<i>Вид</i>	<i>Причины</i>
Неравномерное расположение пятен	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Работа длинными штрихами ➤ Сильное и неравномерное нажатие на шабер
Неточная поверхность	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Неточный поверочный инструмент ➤ Толстый слой краски на поверочном инструменте ➤ Неравномерный износ поверхности
Заусенцы и грубая поверхность	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Работа тупым инструментом ➤ Наличие заусенцев и рисок на режущей кромке ➤ Перекос шабера

Контрольные вопросы и задания

1. Почему поверхности, обработанные шабрением, имеют высокую износостойкость?
2. Как готовят поверхность деталей к шабрению?
3. Какие детали требуют обработки шабрением?
4. Какие шаберы следует применять для обработки смежных плоскостей и канавок?

5. Какие поверхности обрабатывают трехгранными шаберами?
6. Назовите углы заострения шабера для черновой и чистовой обработки; для обработки мягких и твердых материалов?
7. Как оценивают качество шабрения?
8. Какие красители применяют для контроля шабрения и как их приготавливают?
9. Как по интенсивности окрашивания поверхности детали определить места обработки?
10. Число пятен контакта при предварительном, получистовом и чистовом шабрении.
11. Направление обработки при предварительном шабрении.
12. Направление обработки при получистовом шабрении.
13. Как определяют выступающие участки обрабатываемой поверхности при чистовом шабрении?
14. Положение шабера при работе приемом «на себя».
15. Какие преимущества имеет прием шабрения «от себя»?
16. Как контролируют при шабрении качество поверхностей, расположенных под прямым углом?
17. Какую поверхность, горизонтальную или наклонную, шабруют в первую очередь у направляющей типа «ласточкин хвост»?
18. Достоинства шабрения методом трех плит.
19. Как подсчитать пятна на криволинейной поверхности?
20. Какое число пятен в квадрате 25 x 25 мм должны иметь пришабренные вкладыши подшипников скольжения, имеющих диаметр 80 мм; 100 мм; 150 мм?
21. Недостатки механизированного шабрения.
22. Почему при более высокой производительности шлифование не вытеснило ручное шабрение?
23. Достоинства метода поверхностного пластического деформирования.
24. Почему на обработанной шабрением поверхности могут быть риски?
25. В чем причина неравномерного расположения пятен?

СОДЕРЖАНИЕ

I. ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА.....	3
1. Изучение основных узлов и органов управления токарных станков.....	3
2. Классификация режущего инструмента.....	5
3. Установка резцов в резцедержателе, крепление заготовки в патрон.....	14
4. Обработка наружных цилиндрических поверхностей.....	28
5. Подрезание торцов.....	30
6. Отрезка заготовок.....	34
7. Сверление глухих и сквозных отверстий.....	43
II. СЛЕСАРНАЯ ОБРАБОТКА.....	68
1. Плоскостная разметка.....	68
2. Рубка металла.....	83
3. Правка и рихтовка металла.....	98
4. Гибка металла.....	108
5. Резка металла.....	121
6. Опилывание металла.....	135
7. Сверление.....	156
8. Зенкерование, зенкование, развертывание.....	186
9. Нарезание резьбы.....	197
10 Шабрение.....	222

**Петряков Сергей Николаевич
Яковлев Сергей Александрович
Хохлов Антон Алексеевич**

ТЕХНОЛОГИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ
(лабораторный практикум)
для подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения по
направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транс-
портно-технологических машин и комплексов» - Димитровград: Технологи-
ческий институт – филиал УлГАУ, 2019.- 238 с.